

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONVERGÊNCIA DA
PRODUTIVIDADE DA TERRA NA AGRICULTURA BRASILEIRA
NO PERÍODO DE 1960 A 2001**

JANETE LEIGE LOPES

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada.

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Novembro – 2004

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONVERGÊNCIA DA
PRODUTIVIDADE DA TERRA NA AGRICULTURA BRASILEIRA
NO PERÍODO DE 1960 A 2001**

JANETE LEIGE LOPES

Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Prof. Dr. **CARLOS JOSÉ CAETANO BACHA**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Novembro – 2004

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Lopes, Janete Leige

Avaliação do processo de convergência da produtividade da terra na agricultura brasileira no período de 1960 a 2001 / Janete Leige Lopes. - - Piracicaba, 2004. 193 p.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. Bibliografia.

1. Agricultura – Aspectos econômicos 2. Capital humano 3. Convergência
4. Desenvolvimento econômico 5. Inovação tecnológica 6. Modernização da agricultura 7. Produção agrícola 8. Produtividade da terra 9. Renda per capita
I. Título

CDD 338.1

DEDICO

AO MEU ESPOSO E FILHOS

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir cumprir mais essa jornada.

Ao meu esposo e filhos, por seu amor e apoio.

Ao meu orientador, Carlos José Caetano Bacha, por sua dedicação durante a realização desse trabalho.

Aos meus amigos especiais, Ricardo Shirota, Roberto Arruda de Lima, Marcelo Pereira da Cunha e Maielli, que nunca me faltaram com seu apoio.

A todos os meus colegas do curso de pós-graduação do Departamento de Economia, Administração e Sociologia, obrigada pela amizade e companheirismo.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE QUADROS	x
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O problema de pesquisa	1
1.2 Objetivos	4
1.3 Importância do trabalho	5
1.4 Organização do trabalho	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Convergência: origens e evidências empíricas sobre o tema	8
2.2 Modelos teóricos de crescimento e convergência	11
2.2.1 Modelo de Solow	13
2.2.1.1 Modelo de Solow sem tecnologia	13
2.2.1.2 Modelo de Solow com tecnologia	21
2.2.2 Convergência no modelo de Barro e Sala-i-Martin	23
2.2.2.1 Modelos de convergência β e σ	23
2.2.2.2 Modelo de convergência β condicional	28
2.2.3 Evidências econométricas sobre convergência no mundo	29
2.2.4 Evidências econométricas sobre convergência no Brasil	30

3	ANÁLISE DO PROCESSO DE CRESCIMENTO E MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA BRASILEIRA.....	32
4	DINÂMICA DAS CULTURAS ESTUDADAS E CONDIÇÕES PARA A OCORRÊNCIA (OU NÃO) DE CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DA TERRA.....	44
4.1	Cultura do algodão herbáceo	45
4.2	Cultura do arroz	48
4.3	Cultura da batata-inglesa	50
4.4	Cultura do café	52
4.5	Cultura da cana-de-açúcar.....	55
4.6	Cultura do feijão	58
4.7	Cultura do fumo	62
4.8	Cultura da laranja.....	64
4.9	Cultura da mandioca	66
4.10	Cultura do milho	68
4.11	Cultura da soja	71
5	MODELO TEÓRICO SOBRE CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DA TERRA.....	75
6	METODOLOGIA.....	95
6.1	Convergência- β	95
6.2	Convergência- β condicional.....	100
6.3	Convergência- σ	101
6.4	Abrangência e fonte de dados	102
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
7.1	Convergência- β	108
7.2	Convergência- σ	111
7.3	Convergência- β absoluta para formação de grupos de convergência.....	114
7.4	Convergência- β condicional.....	119
8	CONCLUSÕES	123

ANEXOS	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156
APÊNDICES.....	168

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Convergência no Modelo de Solow	18
2 Efeitos do aumento da taxa de investimento (s) no Modelo de Solow	19
3 Evolução dos valores de crédito rural concedido, 1970-2002	36
4 Evolução da área e produtividade das 38 principais culturas do Brasil, período: 1973 a 2001.....	39
5 Evolução da área e produtividade das 37 principais culturas no Brasil, período: de 1973 a 2001.....	39
6 Evolução da área e produtividade do algodão herbáceo: 1960-2001.....	45
7 Evolução da área e produtividade do arroz: 1960-2001	48
8 Evolução da área e produtividade da batata-inglesa: 1960-2001.....	51
9 Evolução da área e produtividade do café em côco: 1960-2001.....	54
10 Evolução da área e produtividade da cultura da cana-de-açúcar: 1960-2001	56
11 Evolução da área e produtividade da cultura do feijão: 1960-2001.....	59
12 Evolução da área e produtividade da cultura do fumo: 1960-2001	63
13 Evolução da área e produtividade da cultura da laranja: 1960-2001	65
14 Evolução da área e produtividade da cultura da mandioca: 1960-2001	67
15 Evolução da área e produtividade da cultura do milho: 1960-2001	70
16 Evolução da área e produtividade da cultura da soja: 1960-2001.....	73
17 Ilustração gráfica representativa da equação de Mitscherlich	77

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Indicadores censitários sobre a agropecuária brasileira.....	33
2 Taxas geométricas de crescimento da área colhida e da produtividade para culturas específicas (valores em %) – período 1965-1986	34
3 Decomposição do produto real da agricultura: Brasil, 1990-2001	38
4 Taxas anuais de crescimento da produtividade do trabalho e seus componentes (%).	41
5 Convergência- β Absoluta.....	109
6 Evolução das estimativas da convergência- σ por cultura e por período.....	112
7 Convergência- β absoluta e a formação de grupos de convergência	117
8 Estimativas da convergência- β condicional.....	120

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Principais inovações tecnológicas ocorridas com a cultura da cana-de-açúcar	58
2 Estados produtores considerados na análise de convergência- β absoluta por culturas e por períodos	105
3 Estados produtores considerados na análise de grupos de convergência	116

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DA TERRA NA AGRICULTURA BRASILEIRA NO PERÍODO DE 1960 A 2001

Autor: JANETE LEIGE LOPES

Orientador: Prof. Dr. CARLOS JOSÉ CAETANO BACHA

RESUMO

Este trabalho analisou o comportamento da produtividade da terra na agricultura brasileira, avaliando se há ou não convergência na evolução dessa variável. A análise compreende o período de 1960 a 2001 e alguns sub-períodos desses 42 anos, mais precisamente, os sub-períodos de 1970 a 2001, 1975 a 2001 e 1980 a 2001. A convergência é um processo em que uma mesma variável (por exemplo, renda per capita, produtividade da terra) apresenta diferentes valores entre países, regiões ou estados, mas essa diferença se reduz ao longo do tempo, indicando que a desigualdade diminui. As razões para haver o processo de convergência são várias, destacando-se as mudanças estruturais no processo de produção, a difusão tecnológica, a retirada de obstáculos ao crescimento da produção, dentre outras. A ocorrência da convergência da produtividade torna mais homogênea, do ponto de vista da modernidade, a agricultura do país. Para atingir o objetivo proposto na tese, desenvolveu-se um modelo teórico sobre convergência da produtividade da terra, tomando como base o modelo de Barro e Sala-i-Martin (1990). Quatro indicadores de convergência foram testados, os quais são: *convergência- β absoluta*, *convergência σ* , *grupos de convergência* e *convergência- β*

condicional. Os dados utilizados referem-se às produtividades das culturas de algodão herbáceo, arroz, batata-inglesa, café, cana-de-açúcar, feijão, fumo, laranja, mandioca, milho e soja, coletados no Anuário Estatístico do Brasil. Inicialmente, testou-se a presença de *convergência- β absoluta* para as onze culturas supracitadas. Apenas seis culturas apresentaram essa convergência (café, cana-de-açúcar, fumo, laranja, mandioca e soja). Para as mesmas onze culturas foi testada a presença de *convergência- σ* e apenas a cultura da soja a apresentou para todos os sub-períodos analisados e as culturas da laranja e mandioca para o período de 1960 a 2001. Isto não invalida o resultado da *convergência- β absoluta*, pois a literatura mostra que se houver *convergência σ* , necessariamente haverá *convergência- β absoluta*, mas não o inverso. Para as culturas de algodão-herbáceo, arroz, batata-inglesa, feijão e milho foi testada a presença de grupos de convergência, diagnosticando-os para as culturas do algodão-herbáceo, batata-inglesa e feijão a *convergência- β absoluta* para os estados com maior produtividade. Finalmente, para a cinco culturas que não apresentaram *convergência- β absoluta*, testou-se a presença de *convergência- β condicional*, usando como variáveis explicativas a produtividade inicial da cultura, a deficiência hídrica e o capital humano. Bons resultados econométricos foram obtidos para a *convergência- β condicional* da produtividade do algodão-herbáceo, da batata-inglesa e do feijão. No entanto, não se obteve resultados satisfatórios para as culturas do arroz e do milho. A partir desses resultados, o trabalho sugere algumas medidas de política econômica capazes de melhorar a convergência da produtividade da terra na agricultura brasileira, em especial para as culturas do arroz e do milho. Isto permitiria uma modernidade mais homogênea na agricultura nacional.

EVALUATION OF LAND PRODUCTIVITY CONVERGENCE IN BRAZILIAN AGRICULTURE – TIME PERIOD FROM 1960 TO 2001

Author: JANETE LEIGE LOPES

Adviser: Prof. Dr. CARLOS JOSÉ CAETANO BACHA

SUMMARY

This work analyzed the behavior of land productivity in the Brazilian agriculture, evaluating if there is or not convergence in the evolution of this variable. The analysis is taken in the time period from 1960 to 2001 and also in some sub-periods of these 42 years, more precisely, the sub-periods of 1970-2001, 1975-2001 and 1980-2001. The convergence is a process in which the same variable (for example, per capita income, land productivity) presents different values among countries, regions and states, but this difference is reduced during the time, indicating that the inequality decreases. There are several reasons to appear a convergence process, especially the structural changes in the production process, technological diffusion, removal of obstacles in the production growth, among others. The occurrence of the productivity convergence becomes more homogenous the country's agriculture, from the modernity point of view. To reach the objective proposed in the thesis, a theoretical model about convergence in the land productivity was developed, based on Barro and Sala-i-Martin model (1990). Four convergence indicators were used, which are: *β -convergence*, *σ -convergence*, *groups of convergence* and *β -conditional convergence*. The data used refer to the productivity of herbaceous cotton, rice, potato, sugar cane,

beans, tobacco, orange, manioc, corn and soybeans crops, collected from Brazilian Annual Statistical Yearbook. Initially, the presence of β -convergence was tested for the eleven crops commented above. Only six crops presented this convergence (coffee, sugar cane, tobacco, orange, manioc and soybeans). For the same eleven crops, the presence of σ -convergence was tested and only soybeans presented it for all the sub-periods analyzed and the orange and manioc crops for the period of 1960-2001. This does not invalidate the β -convergence result, because the literature shows that if there is σ -convergence, the β -convergence will necessarily happen, but not vice-versa. For cotton, rice, potato, beans and corn crops the presence of convergence groups was tested, and it was diagnosed for cotton, potato and beans crops that β -convergence appear among the states with highest productivities. Finally, for the five crops which did not present β -convergence, the presence of β -conditional convergence was tested, using initial value of land productivity, hydric deficiency and human capital as explicative variables. Good econometric results were obtained for the cotton, potato and for beans. However, for corn and rice crops not satisfying results were obtained. From these results, the work suggests some policies that are able to improve land productivity convergence in the Brazilian agriculture, especially for rice and corn crops. This would allow a more homogenous modernity in the domestic agriculture.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema de pesquisa

Este trabalho analisa o comportamento da produtividade da terra na agricultura brasileira, avaliando se há ou não convergência na evolução dessa produtividade.

A produtividade pode ser considerada em seu conceito médio e marginal e pode ser avaliada em relação a um fator de produção específico (caso da produtividade parcial) ou a um conjunto de fatores (caso da produtividade total dos fatores). O presente trabalho atém-se à análise da produtividade média e parcial da terra (doravante chamada apenas de produtividade da terra) bem como à análise do comportamento dessa variável nas lavouras brasileiras.

A convergência é um processo em que uma mesma variável (por exemplo, renda per capita, produtividade da terra) apresenta diferentes valores entre países, regiões ou estados, mas essa diferença se reduz ao longo do tempo, indicando que a desigualdade diminui.

As razões para haver um processo de convergência são várias, destacando-se as mudanças estruturais no processo de produção, a difusão tecnológica, a retirada de obstáculos ao crescimento da produção, dentre outras.

Considere o caso da produtividade da terra para uma cultura em um país com diferentes realidades de estrutura de produção e condições de clima, solo e topografia como é o caso da soja, café e cana-de-açúcar no Brasil. O que se espera é o

desenvolvimento de tecnologias diferentes para distintas realidades regionais, as quais façam com que uma mesma cultura seja lucrativa em diferentes regiões.

Para mensurar convergência, a literatura do crescimento econômico tem usado muitas alternativas. Este estudo utilizará três dessas alternativas¹: a *convergência- β -absoluta*, a *convergência- σ* e a *convergência- β condicional*. Esses modos de definir e medir convergência foram propostos por Barro e Sala-i-Martin (1990, 1991). A seguir, estes conceitos são expostos considerando a variável renda per capita.

Existe *convergência- β absoluta* quando as economias pobres tendem a crescer mais do que as ricas. A suposição chave que está por trás deste conceito é de que tanto os países ricos quanto os pobres possuem preferências, tecnologias e instituições políticas idênticas e que existe um nível de renda de estado-estacionário comum a estes dois grupos de países. Se houver diferenças desses parâmetros entre as economias, o conceito de convergência deve ser modificado através de um modelo no qual se leve em consideração a inclusão de variáveis que possam captar tais diferenças, pois não haveria mais possibilidade de se verificar a existência de *convergência- β absoluta*, mas sim a existência de *convergência- β condicional*.

No entanto, para Sala-i-Martin (1996), quando se considera regiões ou estados dentro de um mesmo país ou grupo de países semelhantes, como é o caso da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), diferenças institucionais, tecnológicas ou preferenciais são mesmos acentuadas. Portanto, a hipótese de estado-estacionário comum, pode ainda ser considerada.

Defini-se *convergência- σ* como sendo uma queda da dispersão de uma variável (por exemplo, renda per capita), mensurada em termos de desvio-padrão do logaritmo da variável através de um grupo de países ou regiões, ou seja, $\sigma_{t+1} < \sigma_t$, onde σ_t é o desvio padrão do log da variável de um país determinado no tempo t .

¹ Quah (1993), por exemplo, analisa convergência sob a perspectiva da Falácia de Galton.

Embora haja uma relação entre os conceitos de *convergência- β* e *convergência- σ* , eles respondem a questões diferentes. *Convergência- β* absoluta mostra se os países ou regiões que estão abaixo de seu estado estacionário crescem mais rápido. Enquanto que *convergência- σ* analisa a tendência da dispersão da variável em análise (por exemplo renda per capita) através do tempo. Isso significa dizer que *convergência- β* é condição necessária, mas não suficiente para a ocorrência de *convergência- σ* . Portanto, podem ocorrer casos onde se encontre *convergência- β* absoluta, mas não *convergência- σ* .

Há um consenso entre os pesquisadores de que a agricultura brasileira, a partir da década de 60, com maior intensidade na década² de 70- tem sido marcada por desempenho espetacular em termos de crescimento da produtividade, o qual é decorrente da crescente modernização desse setor. Essa modernização tem sido caracterizada pela adoção de novas inovações tecnológicas e maior uso de capital.

No entanto, o processo de modernização e os ganhos de produtividade não foram homogêneos entre culturas e estados [Dias e Amaral (2001), Bacha (2004)]. É dentro deste contexto que se enxerga a importância deste estudo, em função dele permitir verificar, através da hipótese de convergência, se o esforço conjunto empreendido em prol da modernização da agricultura brasileira conduziu a uma maior igualdade em termos de produtividade das culturas nos estados brasileiros, ou se caminhou no sentido de ampliar o hiato que havia entre eles, particularmente antes da década de 1960.

² Veja, por exemplo, Rezende (1989), Gonzales e Costa (1998), Dias e Amaral (2001) Goldin e Rezende (1993), dentre outros.

1.2 Objetivos

O objetivo geral desse trabalho é analisar a evolução da produtividade da terra nas 11 principais culturas brasileiras, avaliando o processo de convergência dessa variável entre os principais estados produtores.

A análise compreende o período de 1960 a 2001 e alguns sub-períodos desses 42 anos. Esses sub-períodos são de 1970 a 2001, 1975 a 2001 e de 1980 a 2001. Procurou-se selecionar períodos para os quais há séries consistentes de dados.

As culturas analisadas são: algodão herbáceo, arroz, batata-inglesa, café, cana-de-açúcar, feijão, fumo, laranja, mandioca, milho e soja. A escolha dessas culturas é devido ao fato delas serem as mais importantes em termos de área e valor da produção na agricultura. De acordo com os dados do Censo Agropecuário de 1995/96, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), essas onze culturas foram responsáveis por, aproximadamente, 89% da área colhida com lavouras.

Especificamente, pretende-se:

- i) Descrever e analisar os modelos que formalizaram a idéia de convergência bem como as evidências empíricas contidas nestes modelos, tendo como ponto de partida o estudo pioneiro de Solow (1956);
- ii) Analisar a evolução da produtividade e da tecnologia ocorridas na agricultura brasileira, no período de 1960 a 2001;
- iii) Analisar preliminarmente as culturas consideradas no estudo e destacar as condições para a ocorrência de convergência da produtividade da terra.
- iv) Definir um modelo teórico de convergência da produtividade da terra;
- v) Estimar e analisar os resultados do modelo teórico definido em (iv), utilizando os conceitos de convergência- β , convergência- σ e convergência- β condicional.

1.3 Importância do trabalho

Espera-se, ao final deste estudo, poder contribuir com a literatura sobre convergência, assim como lançar alguma luz sobre o hiato (se houver), entre os estados brasileiros, no que tange à produtividade agrícola.

Em sendo assim, acredita-se que os resultados desse estudo são importantes na medida em que poderão contribuir para a adoção de políticas agrícolas adequadas que enfatizem as especificidades de cada região. Políticas que levem em consideração os diferentes graus de dificuldades e potencialidades que os setores produtivos das regiões têm.

1.4 Organização do trabalho

Para atingir os objetivos propostos, este estudo está organizado em 7 capítulos, incluindo esta introdução. No capítulo 2 faz-se uma revisão dos modelos sobre a hipótese da convergência. Este capítulo teve como ponto de partida o modelo teórico de Solow (1956), no qual a idéia de convergência foi, pela primeira vez, formalizada. A partir deste modelo, acompanhou-se a evolução do tema verificando todas as modificações sugeridas por parte dos pesquisadores, quer quanto aos modelos quer quanto a metodologia adotada. Neste capítulo, procurou-se também verificar como evoluiu a produção científica sobre o tema, no mundo e no Brasil. Em especial, voltou-se a atenção para os testes empíricos, com o interesse de observar as semelhanças e diferenças entre as economias analisadas. O capítulo 3 apresenta uma análise da evolução da agricultura brasileira, dando ênfase à evolução tecnológica e da produtividade que ocorreram no período. No capítulo 4 procura-se traçar uma análise preliminar da dinâmica ocorrida com cada uma das onze culturas, consideradas neste estudo. O propósito do capítulo é analisar as condições para a ocorrência, ou não, de convergência da produtividade da terra. No capítulo 5 é desenvolvido um modelo teórico para explicar o processo de convergência da produtividade da terra. O próximo passo é

apresentar a metodologia, assunto do capítulo 6, assim como os dados sobre as culturas e o período de abrangência da análise. O capítulo 7 apresenta os resultados e as discussões, seguindo a metodologia definida no capítulo 6. Finalmente, o capítulo 8 apresenta as conclusões desse trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Por muito tempo, a teoria convencional do crescimento econômico, cujo paradigma básico havia sido proposto por Solow (1957), considerou que se os países são similares com respeito aos seus parâmetros estruturais, preferências e tecnologias, as taxas de crescimento do capital per capita deveriam estar inversamente relacionadas com seus níveis iniciais de renda per capita (Barro, 1991). Nesse sentido, países ou regiões mais pobres tenderiam a crescer mais do que os países ou regiões ricas. Haveria forças que promoveriam a convergência da renda per capita através dos países ou regiões.

A preocupação com o crescimento econômico declinou durante a década de 1970, ressurgindo nos anos de 1980 e início dos anos de 1990. Insatisfeitos com muitas das implicações do modelo neoclássico de crescimento, que conflitavam com os fatos importantes do mundo real³, a hipótese da convergência tornou-se assunto polêmico e de interesse para muitos pesquisadores. Nos últimos anos, muitos economistas têm dedicado especial atenção a esta questão, porque as evidências têm mostrado que a convergência não tem sido uniforme. Romer (1986), Lucas (1988) e Rebelo (1991) deram origem à teoria do crescimento, originando a chamada Teoria do Crescimento Endógeno⁴ ou Nova Teoria do Crescimento.

A Teoria do Crescimento Endógeno (TCE) mostrou que a convergência da renda per capita entre diferentes países não ocorreria de forma automática, como era suposto na teoria tradicional. Aquela teoria incorporou o conceito do capital humano

³ Um dos problemas é o fato da mudança tecnológica ser exógena, cai do céu sem nenhuma explicação.

⁴ Para um panorama geral sobre as Teorias do Crescimento Endógeno veja Jones e Manuelli (1997)

como um dos determinantes do crescimento econômico. Muitos dos trabalhos que compõem a TCE têm explorado as implicações dos retornos crescentes e os determinantes da taxa de progresso técnico, chegando a algumas conclusões que, em alguns casos, diferem daquelas alcançadas pelos modelos tradicionais.

Desde 1990, uma grande quantidade de pesquisas sobre crescimento econômico tem analisado a hipótese da convergência da renda per capita, assim como gerado evidências sobre a ocorrência da *convergência- β* , *convergência- σ* , *convergência- β condicional* e da formação de *grupos de convergência*. A formação de grupos de convergência ocorre quando se observa dentro de um mesmo país a tendência de formação de grupos de estados que convergem entre si, mas como um todo estes estados não convergem o valor de uma variável entre si.

Este capítulo tem como objetivo expor os trabalhos que deram origem à hipótese da convergência, bem como os modelos teóricos que discutiram o assunto e a metodologia que sugeriram. Na seqüência apresenta-se um breve comentário de alguns estudos que analisaram a validade da hipótese da convergência no mundo, porém, ênfase maior será dada para as pesquisas realizadas na economia brasileira. O interesse deste procedimento é demonstrar que no Brasil, quase todos os estudos realizados estão voltados para a análise da convergência da renda per capita.

2.1 Convergência: origens e evidências empíricas sobre o tema

O Modelo de Solow (1957) foi o primeiro modelo de crescimento econômico a mostrar a possibilidade de convergência. Segundo Barro (1993):

"A predição chave deste modelo (o de Solow) é de que economias mais pobres, inicialmente, com valores mais baixos de capital (K_0) e produto (Y_0) tendem a alcançar aquelas que eram inicialmente mais ricas. As diferenças no estoque de capital e produto são gradualmente eliminadas quando a economia aproxima-se do valor do estado-estacionário comum, K^* e Y^* . Esta tendência para a convergência significa que quanto mais baixos os valores iniciais de K e Y , mais alta será a taxa média de crescimento durante a transição". (Barro, 1993, p.279)

Portanto as economias pobres crescerão, em média, mais rapidamente que as economias ricas.

As implicações do modelo neoclássico de crescimento geraram a insatisfação de muitos pesquisadores, em face do conflito existente entre suas predições e os fatos do mundo real. Houve convergência entre os níveis de renda dos estados dos Estados Unidos e entre as regiões da Europa Ocidental. No entanto, vários países da África e alguns países mais pobres da Ásia ficaram ainda mais para trás dos países avançados nos últimos 50 anos. Os níveis de renda relativa dos principais países latino-americanos caíram em comparação aos da Europa Ocidental e dos Estados Unidos (Gordon, 2000).

Por causa desses resultados diferentes, a hipótese da convergência tem atraído a atenção de muitos pesquisadores, com o objetivo de verificar a existência (ou não) da convergência no mundo real. Um dos primeiros economistas a apresentar evidências estatísticas documentando a convergência entre alguns países e divergência entre outros foi Baumol (1986). Utilizando uma amostra de 16 países⁵ e os dados de Maddison (1982)⁶, o autor, através de uma ilustração gráfica representando o PIB per

⁵ Austrália, Reino Unido, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Itália, Alemanha Ocidental, França, Noruega, Finlândia, Japão, Suíça, Países baixos, Dinamarca, Noruega e Suécia.

⁶ Ver Baumol (1986)

capita para várias economias industrializadas no período de 1870 a 1979, mostra claramente o estreitamento do hiato do PIB entre países. Países que eram relativamente ricos, em 1885, cresceram mais lentamente, enquanto os países que eram relativamente mais pobres cresceram a uma velocidade maior.

De Long (1988) discorda dos resultados de Baumol argumentando que ele havia incorrido num viés de seleção ao escolher 16 economias que já haviam assimilado modernas tecnologias e, portanto, convergido. Quando a amostra considerada por Baumol é ampliada para incluir mais sete nações⁷, os resultados de Baumol não se sustentam, e a convergência não se verifica.

Dentro dessa polêmica, Baumol e Wolf (1988) verificaram que a hipótese de convergência não se sustentava quando a amostra usada por Baumol (1986) era ampliada. No entanto, aqueles autores observaram que há convergência entre grupos de países homogêneos, ou seja, surgem grupos de convergência.

A existência de grupos de convergência foi confirmada por Summers e Heston (1991). Esses autores mostram a taxa de crescimento médio através do tempo na OECD e no mundo durante o período de 1960-85. Eles constataram o declínio na taxa de crescimento após 1973. Observaram também que a performance dos países ricos tem sido bem melhor quando comparada ao total da amostra.

Fuente (1997) analisou dois casos extremos de grupos de países, chamados de Milagres e Desastres do Crescimento. No caso dos Milagres estavam o Japão, Coréia do Sul, Singapura, Hong Kong, Taiwan e Botsuwana. No caso do grupo Desastres do Crescimento estão Moçambique, Angola, Zâmbia, Chad e Madagascar. Do Milagre fazem parte os países que têm mantido, durante muitas décadas, altas taxas de crescimento como é o caso da Coréia do Sul e outros países do sudeste asiático. Já dos Desastres encontramos um importante grupo de países da África que já tinham, antes de 1960, uma renda relativa abaixo da média e que declinou dramaticamente através do

⁷ De Long (1988) amplia a amostra de Baumol (1986) para incluir as economias da Argentina, Chile, Irlanda, Nova Zelândia, Portugal, Espanha e Alemanha Oriental mas o Japão é excluído da amostra inicial.

período. Observou-se que a dispersão da renda per capita tem aumentado através do tempo. Entretanto, essa desigualdade tem caído significativamente se a análise for restrita a um grupo de países ricos, dentre os quais a convergência tem se verificado.

2.2 Modelos teóricos de crescimento e convergência

Após o surgimento do Modelo de Solow e de suas ramificações houve poucas construções teóricas relacionando crescimento e convergência, em especial na década de 1970. O ressurgimento desse tipo de modelo se deu na década de 1980, com os trabalhos de Romer (1986) e Lucas (1988). A partir de então, a teoria do crescimento ressurgiu com um enfoque diferente, dando origem à Nova Teoria do Crescimento. Ao considerar o progresso técnico como endógeno - que nos modelos tradicionais era tomado como exógeno - esta teoria revolucionou a análise dos determinantes do crescimento econômico de longo prazo. A Nova Teoria do Crescimento mostrou que a convergência da renda per capita entre diferentes países não ocorreria de forma automática (como era suposto na teoria tradicional) e incorporou o conceito do capital humano como um dos determinantes do crescimento econômico.

Muitos dos trabalhos da Nova Teoria do Crescimento têm explorado as implicações dos retornos crescentes e os determinantes da taxa de progresso técnico, chegando a algumas conclusões que, em alguns casos, diferem daquelas alcançadas pelos modelos tradicionais. Ao endogenizar as fontes de crescimento, esta teoria atribuiu o crescimento na produção a externalidades criadas por investimentos em capital humano e tecnologia. Esse é o caso dos trabalhos de Romer (1986, 1987) e Lucas (1988).

Romer (1986) argumenta que economias de escala agregadas podem inverter as previsões neoclássicas de taxas de crescimento decrescente e convergência entre os países. Isso porque, com retornos crescentes dos fatores reproduzíveis, o retorno do

investimento é uma função crescente do estoque de capital acumulado. Como um resultado, a taxa de crescimento aumentará com o tempo e com o nível de renda.

Esta análise é aperfeiçoada por Lucas (1988), ao acrescentar o "capital humano" - soma de todo o conhecimento humano de uma nação. O capital físico é livre para se movimentar entre países, mas o capital humano não é. Então, como um país pobre poderá enriquecer se tiver pouco capital humano, uma vez que este ficará sob a dependência apenas do acúmulo em capital físico? Para Lucas, o investimento em pesquisa e educação é a chave para obter o crescimento econômico.

Após a publicação do trabalho pioneiro de Romer (1986), um renovado interesse emergiu por parte dos pesquisadores, impulsionados pelas idéias sobre a ausência de retornos decrescentes do capital, uma vez que este era o motivo para a ocorrência de convergência.

Entre os anos de 1990 e 1992, Barro e Sala-i-Martin publicam três artigos⁸ sobre convergência e crescimento econômico, nos quais os autores discutem três conceitos de convergência: *Convergência- β* , *Convergência- σ* e *Convergência- β Condicional*. Estes conceitos acabariam por se tornar a base da discussão de muitos trabalhos que se seguiram e em vários países do mundo.

Também no início da década de 1990, Mankiw et al. (1992) expandiam o modelo de Solow (1957) de modo a incluir o capital humano e avaliar o processo de convergência.

Nos próximos dois itens são expostos os modelos de Solow (1956 e 1957) e Barro e Sala-i-Martin (1990, 1991 e 1992). O objetivo é ressaltar de que modo eles consideraram a convergência, qual é a equação básica a ser estimada e como esses modelos se relacionam entre si.

⁸ Estes artigos constam das "Referências Bibliográficas" e foram publicados em 1990, 1991 e 1992.

2.2.1 Modelo de Solow

Solow desenvolveu dois modelos de crescimento econômico que são o ponto de partida dos demais modelos de crescimento econômico que tratam da questão da convergência. O primeiro modelo de Solow (Solow, 1956) não considerava a tecnologia na função de produção e mostra a convergência de uma economia para o seu estado estacionário, ou seja, a convergência de uma economia para um certo nível de produto per capita. O segundo modelo de Solow (Solow, 1957) incorpora a inovação tecnológica na função de produção e gera o que ficou conhecido na literatura econômica como “Resíduo de Solow”.

A importância do estudo desses dois modelos de Solow está no fato de que, a partir deles, muitos autores passaram a discutir o tema convergência considerando diversas variantes dos modelos de Solow, ora confirmando ora negando a existência de convergência. Barro e Sala-i-Martin (1990 e 1992) utilizando uma função de produção que considera a inovação tecnológica desenvolvem, a partir do Modelo de Solow (1956), uma expressão algébrica para medir convergência- β , convergência- σ e convergência-condicional, o que até então havia sido ilustrada apenas graficamente.

2.2.1.1 Modelo de Solow sem tecnologia

No primeiro modelo, composto por duas equações básicas, Solow (1956) considera que a economia produz e consome uma única mercadoria. Considera-se que a produção, designada por $Y(t)$, é em parte consumida e o restante é poupado e investido.

Designando a fração poupada do produto por uma constante s , o fluxo de poupança pode ser representado por $s \cdot Y(t)$ e o estoque de capital, na forma de acumulação do capital, por $K(t)$. O investimento é, então, o aumento neste estoque de capital, dado por $\frac{dK}{d(t)}$ ou ΔK . Logo, a equação para a taxa de crescimento do capital,

menos uma fração constante δ do capital, que é a depreciação a cada período de tempo ($\delta \cdot K$), é dada por:

$$\Delta K = s \cdot Y - \delta \cdot K \quad (1)$$

O produto, produzido com a ajuda de apenas dois insumos - capital (K) e trabalho (L) - é definido pela equação:

$$Y = F(K, L) \quad (2)$$

Trata-se de uma função de produção que apresenta retornos constantes à escala, implicando que $F(\alpha K, \alpha L) = \alpha Y$, ou seja, duplicando os insumos, o produto dobrará.

Os produtos marginais do capital e do trabalho são positivos, mas decrescentes, significando que $F_K = \frac{\partial Y}{\partial K} > 0$ e $F_L = \frac{\partial Y}{\partial L} > 0$ e $F_{KK} = \frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} < 0$ e $F_{LL} = \frac{\partial^2 Y}{\partial L^2} < 0$. Não há recursos não aproveitáveis, não há comércio internacional e nem progresso técnico, e pelas condições de Inada, $\lim_{K \rightarrow 0} (F_K) = \lim_{L \rightarrow 0} (F_L) = \infty$ e $\lim_{K \rightarrow \infty} (F_K) = \lim_{L \rightarrow \infty} (F_L) = 0$.

Substituindo a equação (2) na equação (1), obtém-se:

$$\Delta K = s \cdot F(K, L) - \delta \cdot K \quad (3)$$

Considerando que o crescimento da população, $\Delta L/L$, é exógeno e que a força de trabalho aumenta a uma taxa constante relativa n , então, na ausência de progresso técnico, n será a taxa natural de crescimento de Harrod (1939). Tem-se:

$$L(t) = L_0 \cdot e^{n \cdot t} \quad (4)$$

Substituindo a equação (4) na equação (3), tem-se que:

$$\Delta K = s \cdot F(K, L_0 \cdot e^{nt}) - \delta \cdot K \quad (5)$$

Esta expressão determina, a qualquer tempo, a acumulação de capital que pode ser atingida se todo trabalho disponível estiver sendo empregado.

Expressando a função de produção em termos per capita e chamando $\kappa = \frac{K}{L}$ e $y = \frac{Y}{L}$, representando, respectivamente, o capital e o produto per capita, a equação (2) pode ser reescrita como:

$$y = f(\kappa) \quad (6)$$

Esta expressão mostra que o produto per capita é função do capital per capita. Assim, para que y aumente, é preciso aumentar o estoque de capital per capita.

Da equação (3) tem-se que $\Delta K = s \cdot F(K, L) - \delta \cdot K$. Em termos per capita, fica:

$$\frac{\Delta K}{L} = s \cdot y - \delta \cdot \kappa \quad (7)$$

Por definição, tem-se que a expressão do capital per capita é dado por $\frac{K}{L} = \kappa$

Tomando-se o logaritmo neperiano de ambos os lados, tem-se: $\ln K - \ln L = \ln \kappa$. Diferenciando-a em relação ao tempo, tem-se:

$$\frac{\partial \ln K}{\partial t} - \frac{\partial \ln L}{\partial t} = \frac{\partial \ln \kappa}{\partial t} \Rightarrow \frac{\Delta K}{K} - \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta \kappa}{\kappa} \quad \text{ou}$$

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\Delta K}{K} - \frac{\Delta L}{L} \quad (8)$$

ou seja, a taxa de crescimento do capital per capita é igual a taxa de crescimento do capital menos a taxa de crescimento da população. Como $\frac{\Delta L}{L} = n$, então,

$$\frac{\Delta \kappa}{\kappa} = \frac{\Delta K}{K} - n \quad (9)$$

Multiplicando os três membros da equação (9) por K e dividindo por L , obtém-se:

$$\frac{\Delta \kappa}{\kappa} \cdot \frac{K}{L} = \frac{\Delta K}{K} \cdot \frac{K}{L} - n \cdot \frac{K}{L}$$

Eliminando os termos em comum, tem-se:

$$\Delta \kappa = \frac{\Delta K}{L} - n \cdot \frac{K}{L} \quad \text{ou,}$$

$$\Delta \kappa + n \cdot \frac{K}{L} = \frac{\Delta K}{L} \quad (10)$$

Da equação (7) tem-se que $\frac{\Delta K}{L} = s \cdot y - \delta \cdot \kappa$. Substituindo-a na equação (10) tem-se:

$$\Delta \kappa + n \cdot \frac{K}{L} = s \cdot y - \delta \cdot \kappa$$

Rearranjando os termos, tem-se:

$$\Delta \kappa = s \cdot y - (n + \delta) \cdot \kappa \quad (11)$$

Da equação (11), conclui-se que:

(i) se, $s \cdot y > (n + \delta) \cdot \kappa \Rightarrow \Delta \kappa > 0$;

(ii) se, $s \cdot y < (n + \delta) \cdot \kappa \Rightarrow \Delta \kappa < 0$; e,

(iii) se, $s \cdot y = (n + \delta) \cdot \kappa \Rightarrow \Delta \kappa = 0$.

Dito de outra forma, se o investimento bruto for maior que o crescimento da população mais a depreciação do capital, como em (i), o valor do capital per capita aumentará, ocorrendo o contrário no caso (ii). Mas, em (iii), se o investimento bruto crescer na mesma proporção da soma do crescimento da população e da depreciação, o valor do capital per capita permanecerá estável.

No modelo de Solow, a economia irá convergir para a equação (iii). Graficamente é possível analisar este processo de convergência. Considere a Figura 1:

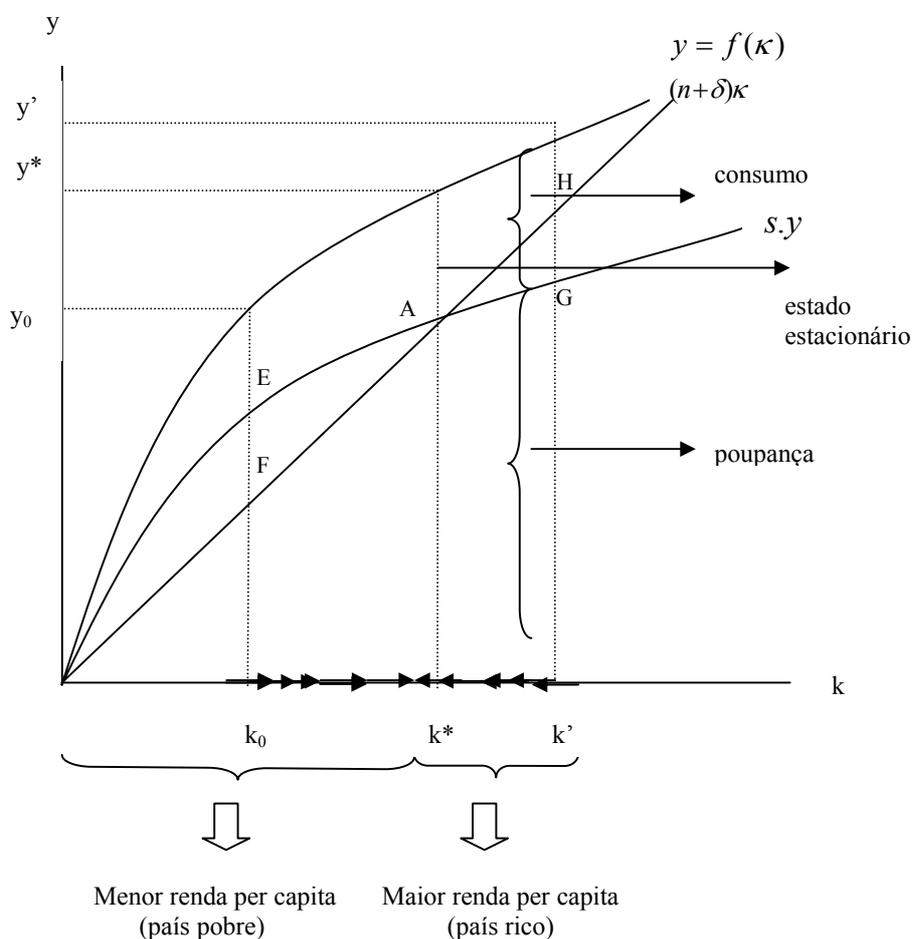


Figura 1 – Convergência no Modelo de Solow

Fonte: Jones (2000)

Dado o valor k_0 , o montante de investimento/trabalhador (ponto E) é superior ao necessário para manter constante o capital per capita (ponto F), então, k aumentará ao longo do tempo até que se torne igual a k^* , ou, no ponto em que $s \cdot y = (n + \delta)k$, de modo que $\Delta k = 0$. Este ponto (ponto A) é denominado de Estado Estacionário. À direita de k^* , em k' , tem-se o inverso, o montante de investimento/trabalhador (ponto G) é menor do que a quantidade que a economia

necessita para manter constante o capital por trabalhador (ponto H). Neste caso, o montante de capital per capita começa a se reduzir até k^* .

Os países pobres se encontram em pontos como E e F e os países ricos em pontos como G e H. Para ambos convergirem para o ponto A (e terem a mesma renda per capita, y^*) é necessário que os países pobres cresçam a ritmo maior que os países ricos.

Mas o estado-estacionário da Figura 1 (ponto A) pode ser alterado no tempo.

Suponha, agora, que a economia se encontra em seu estado estacionário (ponto A na Figura 2) e que seus consumidores decidem aumentar a taxa de investimento, ou seja, aumentar s . O que acontecerá com κ e y ? A Figura 2 responde essa questão.

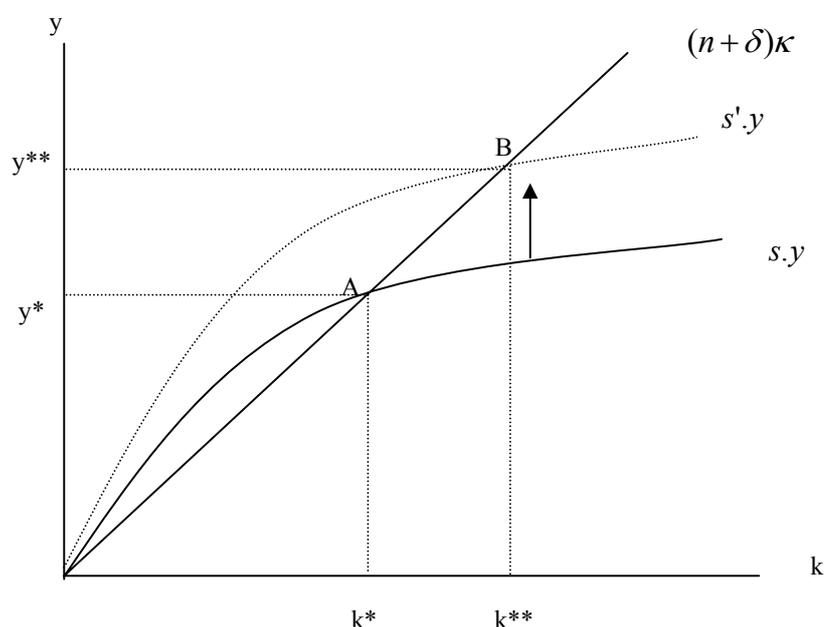


Figura 2 – Efeitos do aumento da taxa de investimento (s) no Modelo de Solow

Fonte: Jones (2000)

O aumento na taxa de poupança (aumento de s) provoca um deslocamento da curva $s \cdot y$ para cima, que passa a ser agora representada pela linha pontilhada $s' \cdot y$. Neste novo cenário, quando se tem k^* , obtém-se $s' \cdot y > (n + \delta)k$. Logo, a taxa de crescimento do capital per capita se expandirá, até o ponto em que $s' \cdot y = (n + \delta)k$. Veja que um estoque maior de capital por trabalhador (k^{**}) gera um produto per capita maior (y^{**}). Portanto, a economia tornou-se mais rica que antes.

Considere agora um aumento na taxa de crescimento da população (aumento em n). Neste caso, o investimento por trabalhador é insuficiente para manter constante a razão capital-trabalho. Sendo assim, a razão capital-produto se reduz e o país, por consequência, torna-se mais pobre do que era antes.

O modelo de Solow deixa evidente que os países que possuem um nível de poupança mais elevado terão, certamente, um nível de renda maior. Contudo, em função do produto por trabalhador ser constante no estado-estacionário, o modelo de Solow não gera crescimento sustentado na renda per capita, ou seja, se a economia estiver experimentando um estoque de capital por trabalhador inferior ao exigido no estado estacionário, k e y crescerão, mas este crescimento tornar-se-á menos acentuado quanto mais próxima do estado-estacionário estiver a economia até, finalmente, parar. Esta desaceleração no crescimento ocorre porque quando k aumenta, tornando menor a relação y/k decorrente dos retornos decrescentes.

Observe que Solow (1956) demonstra esta tendência de convergência para o estado estacionário utilizando-se apenas da análise gráfica. Além disso, não se considera a presença do progresso tecnológico na explicação do crescimento do produto per capita.

2.2.1.2 Modelo de Solow com tecnologia

Solow (1957) expandiu o modelo desenvolvido em 1956 para considerar a tecnologia. Embora reconhecendo que existe progresso técnico o modelo não explica a origem da tecnologia.

O modelo de Solow (1957) utiliza uma função de produção do tipo $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$ no qual o crescimento do produto ocorre a partir da soma do capital (K), trabalho (L) e tecnologia (A). Tomando o logaritmo neperiano dessa expressão e diferenciando em relação ao tempo, tem-se⁹.

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \alpha \frac{\Delta K}{K} + (1-\alpha) \left(\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta A}{A} \right) \quad (12)$$

Considere $\left(\frac{\Delta A}{A} \right) = g$, onde g é um parâmetro que representa a taxa de crescimento tecnológico. Suponha que $g = A_0 \cdot e^{g \cdot t}$, ou seja, existe um nível tecnológico que cresce à taxa g ao longo do tempo.

Reescrevendo a função de produção em termos per capita temos,

$$\frac{Y}{L} = \left(\frac{K}{L} \right)^\alpha \left(\frac{AL}{L} \right)^{1-\alpha} \quad \text{ou seja,}$$

$$y = k^\alpha A^{1-\alpha} \quad (13)$$

Tirando os logaritmos neperianos de ambos os lados da equação (13) acima e derivando em relação ao tempo, tem-se:

$$\frac{\Delta y}{y} = \alpha \frac{\Delta k}{k} + (1-\alpha) \frac{\Delta A}{A} \quad (14)$$

⁹ Ao se aplicar a equação (12) para explicar o crescimento da economia norte-americana, constatou-se que muito pouco do crescimento se deve à acumulação de capital (0,8%), pouco mais de 1% à força de trabalho e 1,1% permaneceu inexplicado (atribuído à variável A). Essa tecnologia (A), principal fator que gera crescimento econômico, não é explicada, e é chamada de Resíduo de Solow.

chamando:

$$g_y = \frac{\Delta y}{y}, \quad g_K = \frac{\Delta K}{K} \quad \text{e} \quad g = \frac{\Delta A}{A} \quad \text{e substituindo na equação (14),}$$

temos que:

$$g_y = \alpha g_K + (1 - \alpha)g \quad (15)$$

Como no estado estacionário $\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta \kappa}{\kappa}$, segue-se que $g_y = g_K$, logo, a

equação (15) pode ser escrita como:

$$g_y = \alpha g_y + (1 - \alpha)g$$

$$(1 - \alpha) g_y = (1 - \alpha) g$$

$$g_y = g \quad (16)$$

Da equação (16) conclui-se que a taxa de crescimento da renda per capita é igual à taxa de crescimento da tecnologia. A acumulação de fatores conduz a economia mais rapidamente para o estado-estacionário, mas seu nível de estado-estacionário só irá se alterar se ocorrer mudança tecnológica. O modelo revela, portanto, que a tecnologia é a fonte do crescimento do produto per capita sustentado.

2.2.2 Convergência no Modelo de Barro e Sala-i-Martin

A partir das pressuposições teóricas do Modelo de Solow¹⁰ (1956), Barro e Sala-i-Martin (1990, 1991), assumindo uma função de produção com inovação tecnológica, introduziram duas formas de medir convergência, denominadas de *convergência- β* e *convergência- σ* . Através desses conceitos, Barro e Sala-i-Martin (1990, 1991) procuraram destacar as diferenças e similaridades dos vários tipos de convergência.

Para apresentar a contribuição desses autores para a teoria da convergência, dividiu-se este item em duas partes. Inicialmente, apresenta-se o Modelo de Barro e Sala-i-Martin (1990) que trata dos Modelos de *convergência- β* e σ e em seguida apresenta-se o trabalho de Barro e Sala-i-Martin (1991) onde os autores formularam os Modelos de *convergência- β* e σ condicionais.

2.2.2.1 Modelos de convergência β e σ

Barro e Sala-i-Martin (1990), analisaram o crescimento da renda e do produto per capita de 48 estados dos Estados Unidos. Os dados analisados sobre a renda e o produto per capita correspondem ao período de 1880 a 1990.

O objetivo dos autores (Barro e Sala-i-Martin) era encontrar evidências a favor da hipótese da convergência predita pelas teorias do crescimento neoclássico, ou seja, "(...) se as regiões ou países pobres tendem a crescer mais rápido que as ricas: há forças automáticas que conduzem à convergência nos níveis de renda e produto, através do tempo?" Barro e Sala-i-Martin (1990, p.1).

A função de produção utilizada por Barro e Sala-i-Martin (1990) foi:

$$Y = F(K, Le^{gt}) \quad (17)$$

¹⁰ No modelo de Solow (1956) apenas a hipótese de *convergência- β* foi analisada através de instrumental gráfico, porém, a função de produção utilizada por Solow (1956) não considerava a tecnologia.

onde, Y é o fluxo do produto e K é o estoque de capital, e^{gt} representa o efeito do progresso tecnológico exógeno, aumentador de trabalho e L é a força de trabalho. Como a escolha entre trabalho e lazer é negligenciada, o modelo assume pleno emprego da força de trabalho. Para os autores, a “chave” para o entendimento da convergência são os retornos decrescentes do capital. Sendo assim, o modelo satisfaz a condição de que $f' > 0$ e $f'' < 0$, tanto quanto os retornos constantes à escala.

Como se trata de uma economia fechada, então, o produto é investido ou é consumido, C . O consumidor maximiza sua utilidade através de:

$$\text{Max } U = \int_0^{\infty} u(c) e^{-\rho t} dt \quad (18)$$

$$\text{Sujeito a: } \Delta \tilde{k} = f(\tilde{k}) - \tilde{c} - (n + g + \delta) \tilde{k} \quad (19)$$

A letra minúscula e o acento til (\sim) indicam que a variável está em termos de unidades de eficiência. Além disso, supõe-se que na equação (18) $c = C/L$, ρ é a taxa de desconto intertemporal e $u(c) = \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta}$ sendo $\theta > 0$ de modo que a utilidade marginal,

$u'(c)$, tem elasticidade constante θ com respeito a c e na equação (19) $\tilde{c} = \frac{C}{L_0 \cdot e^{n \cdot t}}$, n é a taxa exógena de crescimento da população e, portanto, da força de trabalho L , g é a taxa de progresso tecnológico e δ é a taxa de depreciação do capital.

Pelas condições de 1ª ordem da equação (18), tem-se que:

$$\frac{\Delta c}{c} = \left(\frac{1}{\theta} \right) [f'(\tilde{k}) - \delta - \rho] \quad (20)$$

Barro e Sala-i-Martin (1990) utilizam uma função de produção tipo Cobb-Douglas, da seguinte forma:

$$\tilde{y} = f(\tilde{k}) = (\tilde{k})^\alpha \quad (21)$$

A solução para a renda em unidades de eficiência, $\log[\tilde{y}(t)]$ é:

$$\log [\tilde{y}(t)] = \log [\tilde{y}(0)] \cdot e^{-\beta t} + \log (\tilde{y}^*) \cdot (1 - e^{-\beta t}) \quad (22)$$

O parâmetro positivo β , que determina a velocidade de convergência, é dado pela expressão¹¹:

$$2\beta = \left\{ h^2 + 4 \left(\frac{1-\alpha}{\theta} \right) \cdot (P + \delta + \theta g) \cdot \left[\frac{P + \delta + \theta g}{\alpha} - (n + \delta + g) \right] \right\}^{\frac{1}{2}} - h \quad (23)$$

onde, $h = P - n - (1 - \theta)g > 0$.

A equação (23) expressa a dependência de β que está por trás dos parâmetros, indicando a natureza desses relacionamentos. Como já mencionado, os elementos cruciais nos modelos neoclássicos para a convergência são os retornos decrescentes de capital definido pela extensão da participação do capital (coeficiente α) na função de produção (21). A extensão dos retornos decrescentes tem um forte efeito sobre o parâmetro β . Quanto menor o valor do coeficiente α maior será o valor de β e, portanto, mais rápida a convergência. Isto implica que a metade do hiato entre o log da taxa de crescimento da renda no tempo zero $[\log \hat{y}(t_0)]$ e o log da taxa de crescimento de estado-estacionário $[\log(\hat{y}^*)]$ desaparecerá em menos tempo (definido em anos) do que se o coeficiente α for maior e o valor de β menor.

A taxa média de crescimento do produto per capita, y , entre o intervalo 0 e T é dada por:

$$\frac{1}{T} \cdot \log \left[\frac{y(T)}{y(t_0)} \right] = g + \frac{(1 - e^{-\beta T})}{T} \cdot \left[\log \left(\frac{\tilde{y}^*}{\tilde{y}(t_0)} \right) \right] \quad (24)$$

¹¹ Para melhor entendimento da linearização efetuada por Barro e Sala-i-Martin (1990) recomenda-se a leitura do trabalho de Ferreira e Ellery Junior (1994) onde o processo foi realizado passo a passo.

Dado \tilde{y}^* , ou o produto por unidade efetiva de trabalho de estado estacionário, a taxa de crescimento será mais alta quanto mais baixo for o valor de $\log[\tilde{y}(t_0)]$. Quanto mais alto o valor de β , afetando a expressão $\frac{(1-e^{-\beta})}{T}$, menor será o tempo (definido em anos) para que a economia se aproxime de seu estado-estacionário, ou seja, mais rapidamente ocorrerá a convergência entre $\log(\tilde{y}^*)$ e $\log(\tilde{y}(t_0))$.

Dois conceitos de convergência emergem dos trabalhos de Barro e Sala-i-Martin e têm sido alvos de discussões sobre crescimento econômico através dos países ou regiões: o primeiro tipo, conforme já mencionado, é denominado de *convergência- β* . A estimativa desse parâmetro numa regressão é interpretado como a velocidade de convergência, ou a taxa ao qual $\tilde{y}_{i,t}$ aproxima-se de seu estado estacionário \tilde{y}_i^* , onde $i = 1, 2, 3, \dots, n$ que pode representar país, região ou estado. O segundo conceito, chamado de *convergência- σ* , refere-se à dispersão *cross-section* dos valores de uma variável. Neste contexto, convergência ocorre se a dispersão, medida pelo desvio padrão do logaritmo de uma variável (por exemplo, da renda per capita ou produto de um grupo de países ou região), declinar através do tempo¹².

Considere uma versão da equação (24), aplicada para períodos discretos e expandida para incluir um distúrbio, da forma:

$$\frac{1}{T} \cdot \log \left[\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}} \right] = a_i - (1 - e^{-\beta}) \cdot [\log(y_{i,t-1}) - g_i \cdot (t-1)] + u_{it} \quad (25)$$

onde, $a_i = a = \text{constante}$, implicando que no estado-estacionário o valor de \tilde{y}_i^* é o mesmo para todas as economias. u_{it} é um distúrbio aleatório que tem média zero e variância σ_u^2 e é distribuído independentemente do $\log y_{i,t-1}$. A tendência no tempo,

¹² Em Barro e Sala-i-Martin (1992) e Sala-i-Martin (1996) o conceito de convergência- β e de convergência- σ são também discutidos.

definida como sendo $g_i \cdot (t-1)$, que reflete o progresso tecnológico exógeno, é também assumido como sendo o mesmo para todas as economias.

As hipóteses de que $a_i = a$ e $g_i = g$ (mesmo estado-estacionário e mesmo taxa de progresso tecnológico para todas as economias) implicam que as economias que são pobres tenderão a crescer incondicionalmente mais do que as economias ricas se $\beta > 0$, com β entre zero e um. Dito de outra forma, se $\beta > 0$, então se está diante do tipo de *convergência- β absoluta* mas o fato de $\beta > 0$ não significa que a dispersão do $\log(y_{i,t})$ decline através do tempo.

Se μ_{it} é distribuído independentemente através do tempo com média zero e variância σ_u^2 , então, a dispersão do $\log y_{it}$ entre as economias, denotado por σ_t^2 , evolui da forma:

$$\sigma_t^2 = (e^{-2\beta})\sigma_{t-1}^2 + \sigma_u^2 \quad (26)$$

se σ_{ut} é igual a uma constante σ_u^2 e σ_0^2 é a variância do $\log y_{i,0}$ então a solução de diferenças-primera da equação (26) é:

$$\sigma_t^2 = \frac{\sigma_u^2}{1 - e^{-2\beta}} + \left(\sigma_0^2 - \frac{\sigma_u^2}{1 - e^{-2\beta}} \right) e^{-2\beta t} \quad (27)$$

Esta equação implica que σ_t^2 aproxima-se do valor de estado-estacionário

$$\sigma^2 = \frac{\sigma_u^2}{1 - e^{-\beta}}.$$

Um valor positivo de β é condição necessária, mas, não suficiente para *convergência- σ* , ou seja, a dispersão da renda pode decrescer somente se os países pobres crescerem, em média, mais do que os ricos.

A estimativa empírica de β para os estados norte-americanos, obtida por Barro e Sala-i-Martin (1990), foi de pouco mais de 2% ao ano. Quanto à *Convergência- σ* , ou ao comportamento do desvio padrão (σ_t) do log da renda per capita ($\log y_{it}$), observou-se que a dispersão declinou entre 1880 e 1920. De 1920 a 1930 houve aumento da dispersão devido ao choque dos preços agrícolas, assim como a partir de 1980, justificado pelo aumento o preço relativo do petróleo. Ao se considerar o período como um todo (1880-1990) pode-se afirmar que a tendência geral foi de queda da dispersão.

2.2.2.2 Modelo de Convergência - β Condicional

Barro e Sala-i-Martin (1991) e Sala-i-Martin (1996)¹³ aplicaram a mesma estrutura do modelo de Barro e Sala-i-Martin (1990) para analisar os países da OECD. A diferença entre o trabalho de 1990 e 1991, é que este último implica uma forma de *convergência- β -condicional*¹⁴.

Para testar a hipótese de convergência- β condicional, estima-se a equação:

$$\frac{1}{T} \log \left(\frac{y_T}{y_0} \right) = g + \frac{(1-e^{\lambda T})}{T} \log y^*_0 + \frac{(e^{\lambda T} - 1)}{T} \log y_0 + \text{outras variáveis} + \varepsilon_{0,T} \quad (28)$$

Esta equação, conforme salienta Sala-i-Martin (1996), sugere a estimação de regressão múltipla, onde a variável dependente corresponde à taxa média de crescimento do produto per capita, y , entre o intervalo 0 e T, $g + \frac{(1-e^{\lambda T})}{T} \log y^*_0 = \text{constante}$, $\frac{(e^{\lambda T} - 1)}{T} = \beta$, λ representa o tempo que levará para que uma economia aproxime-se de seu estado-estacionário e a inclusão das variáveis adicionais (outras variáveis) vai depender do tipo de análise que se pretende. Diferentes modelos sugerem diferentes variáveis adicionais.

¹³ Veja Sala-i-Martin (1996), onde o autor retoma a discussão sobre convergência regional.

¹⁴ Em Barro e Sala-i-Martin (1992) o conceito de convergência- β condicional é também discutido.

De acordo com Sala-i-Martin (1996), mais de 50 variáveis têm sido consideradas pelos autores. Contudo a suposição de estado-estacionário, comum para todas as economias, ainda é mantida.

Ao estimar a equação (28) os resultados obtidos pelos autores em 1991 foram similares aos já obtidos em 1990 para os estados dos Estados Unidos, ou seja, a velocidade de *convergência*- β através das economias da OECD gira em torno de 2% ao ano¹⁵.

Para o caso da Alemanha, Reino Unido, Itália, França e Espanha, salvo em alguns períodos onde a dispersão aumentou, nota-se um padrão global de declínio de σ_t^2 através do tempo, para cada país considerado.

2.2.3 Evidências econométricas sobre convergência no mundo

Há uma ampla literatura estimando econometricamente o processo de convergência. Os quadros numerados de 4 a 10 do anexo A trazem alguns exemplos desses trabalhos. A maioria desses trabalhos se preocupou com a convergência da renda per capita e estimou a equação (25), definida em Barro e Sala-i-Martin (1990). Confirmando as análises gráficas ressaltadas no item 2.1, os trabalhos econométricos comentados nos Quadro 4 a 10 também não são conclusivos sobre a presença ou não de convergência. Esta é confirmada em alguns casos (como entre os estados da Suécia entre 1911 e 1993), mas não em outros casos (como na Turquia, entre 1980 e 1997). Também há casos em que a convergência da renda per capita ocorre em dado sub-período, mas não no outro (caso de Portugal, com convergência da renda per capita em nível da União Européia nos sub-períodos de 1951 a 1973 e de 1986 e 1993, mas não no sub-período de 1974 a 1985).

¹⁵ Ortigueira e Santos (1997) publicaram um artigo sobre a velocidade de convergência nos modelos de Crescimento Endógenos e verificaram que ele é muito menor do que aquele predito pelos modelos neoclássicos, em particular o resultado predito no modelo de Barro e Sala -i - Martin (1991).

É importante ressaltar que alguns trabalhos combinam a equação básica de Barro e Sala-i-Martin com outras equações que buscam explicar o porquê da convergência. Este é o caso, por exemplo, do trabalho de Michelis, Papadopoulos e Papanikis (1992) sobre convergência de renda per capita entre as regiões da Grécia no período de 1981 a 1991. Esses autores estimaram, primeiro, o valor da convergência- β e, depois, esse valor foi utilizado em outro modelo para, junto com as outras variáveis independentes, explicarem a taxa média de crescimento da renda em cada região.

A convergência da produtividade da terra foi também considerada em dois trabalhos. O trabalho de Lusigi e Thirtle (1998) analisa a convergência da Produtividade Total dos Fatores (PTF) para um conjunto de 32 países africanos nos anos de 1970 a 1991. O trabalho de Suhariyanto e Thirtle (2001) analisa a convergência da Produtividade Total dos Fatores para países asiáticos no período de 1965 a 1996. O primeiro trabalho (Lusigi e Thirtle, 1998) considera uma equação em que se mede basicamente, os desvios da produtividade em função de seus valores defasados. No caso do segundo trabalho (Suhariyanto e Thirtle, 2001) utiliza-se uma equação em que a taxa de crescimento da PTF é função do diferencial da PTF no passado entre os países. Trata-se de um modelo para captar o efeito *catch-up*. Esses dois trabalhos são distintos em suas conclusões. Lusigi e Thirtle (1998) encontraram convergência da PTF entre países africanos, mas Suhariyanto e Thirtle (2001) não encontraram evidências de convergência da PTF entre países asiáticos.

2.2.4 Evidências econométricas sobre convergência no Brasil

Os quadros numerados de 11 a 16 do anexo B apresentam um resumo dos trabalhos que analisaram convergência no Brasil. De modo similar à literatura internacional (analisada no item anterior) a maioria dos trabalhos analisa a convergência da renda per capita e utiliza a equação básica (equação 25 do item 2.2.2.1) de Barro e Sala-i-Martin (1990). Há um relativo consenso sobre a existência de convergência da renda per capita, em especial nas décadas de 70, 80 e 90.

Azzoni (1994) constatou que pouca evidência de convergência surge até a década de 60, havendo fortes sinais de convergência de 1970 a 1990. Ferreira e Ellery Junior (1996) e Cançado (1999) concluíram também que houve convergência da renda per capita dos estados brasileiros nas décadas de 70 e 80. Já Ribeiro e Pôrto Junior (2003) ao analisarem apenas os municípios da região sul no período de 1985 a 1998, confirmaram apenas a existência de formação de grupos de convergência mas não de convergência- β absoluta.

Martins (1999) - com o objetivo de verificar se a lei de repasse do ICMS, “Lei Robin Hood”, de fato havia contribuído para reduzir as desigualdades econômicas e sociais entre as regiões de Minas Gerais - testou a hipótese de convergência- σ , analisando os anos de 1995, 1996 e 1997. O ponto central deste trabalho é verificar a dispersão do ICMS utilizando-se como metodologia o índice j_i e Índice de L-Theil. Se o volume de repasse para as regiões mais pobres estiver se aproximando do valor de repasse das regiões mais ricas então as desigualdades estarão se reduzindo. A autora constatou que os efeitos da lei “Robin Hood” ainda não têm sido observados, mais já é possível verificar um processo de convergência em andamento.

Observa-se no exame da literatura acima mencionada que nenhum trabalho surgiu no Brasil analisando a convergência da produtividade na agricultura.

3 ANÁLISE DO PROCESSO DE CRESCIMENTO E MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA BRASILEIRA

Até meados da década de 60, as mudanças estruturais que se verificaram na economia brasileira foram devidas, principalmente, à intervenção do Estado dentro de um modelo de substituição de importações em prol da indústria. Ao setor agrícola coube cumprir a função de gerador de divisas (com câmbio normalmente sobrevalorizado) e liberar mão-de-obra para o setor urbano, mantendo uma oferta de alimentos de baixo custo.

Com receio de que o atraso na agricultura pudesse impor limites ao desenvolvimento, ao implementar o Programa de Ação Econômica do Governo (Paeg), em 1964, os governantes definiram como uma das metas modernizar o setor agropecuário.

Uma nova dinâmica se configurava no setor agrícola, principalmente a partir de 1964, quando as mudanças na política cambial e a crescente liberalização do comércio exterior reduziram as transferências líquidas da agricultura para a indústria e a política de minidesvalorização periódica adotada a partir de 1968 reduziu o desestímulo que a sobrevalorização impunha, até então, às exportações (Goldin e Rezende, 1993).

Embora as bases da modernização da agricultura brasileira tenham sido estrategicamente montadas, em meados da década de 1960, foi somente nos anos 70 que se verificou um aprofundamento maior nas transformações do setor agropecuário brasileiro. Neste período, a agricultura - apoiada por um amplo esquema de incentivos fiscais, de crédito rural com taxas de juros subsidiadas e de programas de sustentação de

preços mínimos financiados pelo governo federal - passou a cumprir também a função de aquisição dos chamados insumos modernos (especialmente fertilizantes, tratores e equipamentos mecânicos), dinamizando sua produção nacional.

A Tabela 1 mostra a evolução ocorrida no processo de modernização a partir da década de 1960.

Tabela 1. Indicadores censitários sobre a agropecuária brasileira

Indicador	1960	1970	1980	1985
Número de Estabelecimentos	3.337.769	4.924.019	5.159.851	5.801.809
Área total (1000 ha)	249.862	294.145	364.854	374.925
Área com lavouras temporárias (ha)	20.914.721	25.999.728	38.632.128	42.244.221
Área com lavouras permanentes (ha)	7.797.488	7.984.068	10.472.135	9.903.487
Número de tratores	61.345	165.870	545.205	665.280
Índice de Mecanização (ha/tratores)	4.070	1.770	670	560
Relação consumo fertilizante/área com lavouras (kg/ha)	10,6	29,4	85,5	61,3

Fonte: Bacha (2004)

Observa-se que o número de estabelecimentos agropecuários em 1985 aumentou em 74% comparativamente a 1960, bem como a área total, que no mesmo período aumentou em 125 milhões hectares. Os dados sobre o índice de mecanização deixam nítido o processo de modernização da agricultura brasileira. Nota-se que em 1960 a relação era de 4.070 hectares para cada trator e em 1985 havia 560 hectares para cada trator. Outro indicador de modernização é o consumo de fertilizante por hectare de lavouras. Este indicador passou de 29,4 kg de nutrientes/ha em 1970 para 61,3 kg de nutrientes/ha com lavouras em 1985.

De acordo com Bacha (2004), a ampliação da mecanização e do uso de fertilizantes foi possível, em parte, devido aos créditos subsidiados que eram concedidos aos agricultores para aquisição de equipamentos e insumos agropecuários.

Os números registrados pelo setor agrícola não deixavam dúvidas do seu dinamismo, porém, conforme constatou Bacha (2004), este crescimento não foi homogêneo entre os produtos e as regiões. A Tabela 2, abaixo, mostra que o período foi marcado pela dicotomia entre o crescimento da agricultura para o mercado interno e o da agricultura de exportação.

Tabela 2. Taxas geométricas de crescimento da área colhida e da produtividade para culturas específicas (valores em %) – período 1965-1986

Destino principal	Culturas	1965 a 1986	
		Área	Produtividade
Mercado interno	Arroz	1,41	0,46
	Feijão	2,43	-2,58
	Mandioca	0,83	-1,63
	Batata Inglesa	-1,23	3,48
	Milho	1,62	1,63
Mercado externo	Algodão	-1,05	1,24
	Cacau	1,29	3,53
	Café	-1,31	1,52
	Cana-de-açúcar	4,44	1,75
	Laranja	8,30	1,74
	Soja	17,83	2,46
	Trigo	6,24	1,81

Fonte: Bacha (2004)

Constata-se que as culturas orientadas para o mercado externo ou que substituem importações (como cana-de-açúcar e trigo) tiveram maior expansão de área

do que as culturas de mercado interno. Lavouras como a cana-de-açúcar, a laranja, o soja e o trigo registraram crescimento da área colhida da ordem de 4,44%, 8,30%, 17,83% e 6,24% ao ano, respectivamente, contra crescimento de 1,41% ao ano na área colhida de arroz, 2,43% ao ano de feijão, 0,83% ao ano de mandioca e 1,62% ao ano de milho.

Apesar do esforço empreendido a partir de 1965, Cunha e Daguer (1982) não têm dúvidas em afirmar que, no período compreendido entre os anos de 1967-1979, o processo de modernização da agricultura deixou de produzir os esperados ganhos de produtividade da terra. O estudo desses autores apontou para a nítida preponderância do “efeito-área”. Das 23 culturas¹⁶ investigadas, em 9 delas a participação do efeito-área foi a principal fonte de variação da produção.

O crescimento da agricultura brasileira, de meados da década de 1960 a meados da década de 1980, pode ser explicado, principalmente, por dois instrumentos que passaram a serem utilizados mais intensamente pelo governo a partir de 1965: o crédito rural e a política de garantia de preços mínimos.

O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), resultado da ampliação do sistema de crédito rural instituído pelo Banco do Brasil em 1937, foi o responsável, segundo Goldin e Rezende (1993), pelo suprimento de aproximadamente 85% do total do crédito rural concedido à agricultura na década de 70.

A Figura 3 permite visualizar mais nitidamente a expansão do volume crédito rural concedido na década de 70 e sua drástica redução a partir da década de 80.

¹⁶ As 23 culturas investigadas foram: arroz, feijão, milho, mandioca, trigo, banana, laranja, abacaxi, uva, tomate, cebola, batata-doce, batata-inglesa, algodão, sisal, amendoim, soja, mamona, cana-de-açúcar, côco, café, cacau e fumo. As culturas onde o efeito-área determinou o aumento na produção foram: cana-de-açúcar, arroz, trigo, laranja, soja, milho, bata-doce, amendoim e café.

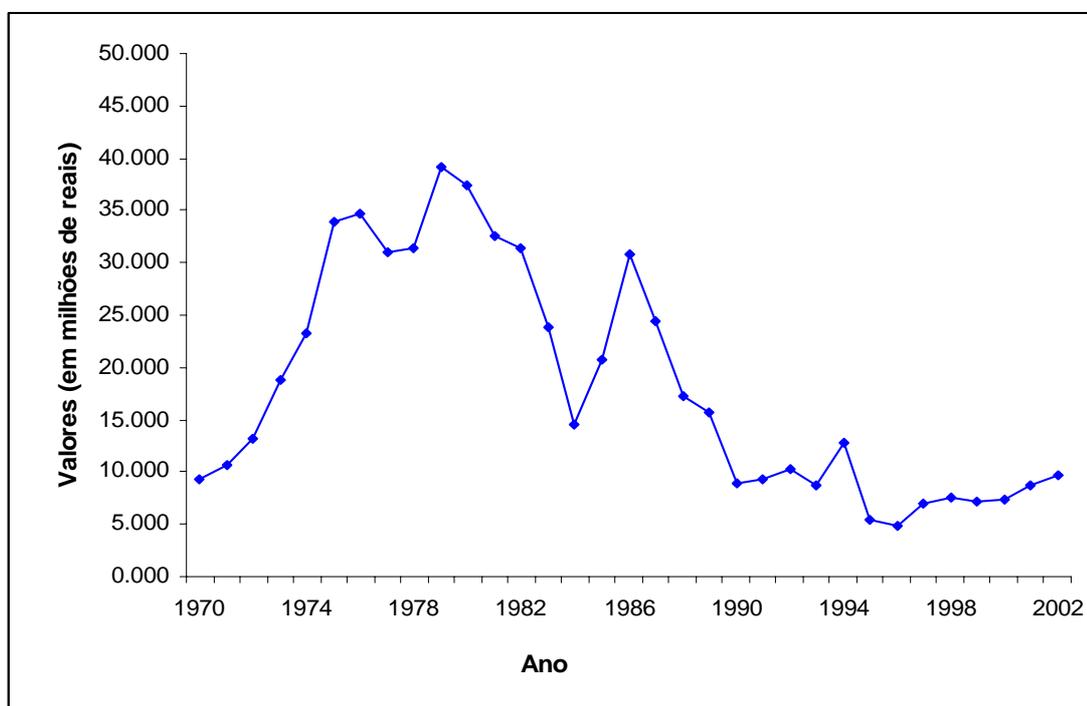


Figura 3 – Evolução dos valores de crédito rural concedido, 1970-2002

Fonte: Bacha (2004)

Nota: valores em reais de agosto de 1994

Observa-se que de 1973 até 1979 o crédito rural foi aumentando até atingir o mais alto valor, que foi de R\$ 39 bilhões (a preços de agosto de 1994). A partir de então, o volume de crédito rural começa a declinar, deixando evidente que a década de 1980 inicia-se em um contexto de profunda crise e deterioração do sistema de crédito rural. Durante os anos 80, os recursos do governo que sustentavam o processo de modernização, com exceção do ano de 1986, sofreram uma queda vertiginosa, registrando em 2002 o mesmo valor de 1970, ou seja, pouco mais de R\$ 9 bilhões (a preços de agosto de 1994).

Além do crédito rural, também a política de preços mínimos, lançada em 1943 através da criação da Comissão de Financiamento da produção (CFP), atualmente transformada na Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), desempenhou papel

importante no que diz respeito ao apoio à agricultura no final dos anos 70. A política de garantia de preços mínimos (PGPM) é um mecanismo específico de política de rendas que visa minimizar as flutuações de preços recebidas pelos produtores rurais, no qual o agricultor tem a opção de vender seu produto ao mercado ou ao governo, pelo preço mínimo fixado.

Na década de 80, o PGPM sofreu várias modificações para não ser arruinado devido à inflação crescente. Como os preços mínimos eram fixados em termos nominais, vários meses antes da colheita, os agricultores enfrentavam grande incerteza sobre o nível efetivo do preço mínimo na época da comercialização. A primeira modificação foi feita em 1981, quando o preço mínimo passou a ser indexado com base em um índice geral de inflação. Em 1986, o programa de preços mínimos passa a ser baseado nos preços dos insumos agrícolas. Em 1987, uma nova modificação trouxe de volta o sistema de indexação que era praticado em 1986, juntamente com o novo sistema de regras de comercialização que tinha por objetivo disciplinar as vendas dos estoques do governo com vistas a reduzir o risco de estocagem de produtos agrícolas.

Goldin e Rezende (1993, p. 57) comentam que as “regras de intervenção“ e do crédito para estocagem, aliada a preços externos mais altos, contribuiu para a elevação dos preços agrícolas no segundo semestre de 1988, permitindo, inclusive, que os agricultores se apropriassem dos ganhos dessa recuperação. Para os mesmos autores essas modificações, em seu conjunto, elevaram substancialmente a efetividade do programa convertendo-se, inclusive, num fator chave para explicar o desempenho relativamente satisfatório do setor agrícola na década de 80.

A década de 1990, apesar de ter se iniciado em um contexto de forte redução do crédito rural e efetividade da PGPM, foi marcada por um desempenho satisfatório da produção agrícola. Porém, seu padrão de crescimento era agora distinto daquele observado na década de 70. O aumento da produção que antes centrava-se na expansão da área cultivada passa a ser decorrente do aumento da produtividade.

Para analisar mais detalhadamente o crescimento da produção agrícola, Gasques e Bastos (2003) fizeram a decomposição do produto real agropecuário em variação do produto por área - $\Delta(P/A) / (P/A)$, variação da relação área/homem - $\Delta(A/N) / (A/N)$ e variação de quantidade de mão-de-obra rural - $\Delta N/N$, e expressaram o resultado conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Decomposição do produto real da agricultura: Brasil, 1990-2001

Especificação	Período 1990-2001
Taxa anual de crescimento do produto $\Delta(P/P)$	2,42
Variação do produto por área - $\Delta(P/A) / (P/A)$,	2,77
Variação da relação área/homem - $\Delta(A/N) / (A/N)$	0,68
Variação de quantidade de mão-de-obra rural - $\Delta N/N$	-1,02

Fonte: Gasques e Bastos (2003)

Os dados da Tabela 3 não deixam dúvidas de que o crescimento do produto, no período considerado, se deu, predominantemente, em decorrência do aumento da produtividade da terra, cuja taxa anual foi de 2,77%.

As Figuras 4 e 5, apresentadas por Bacha (2004), permitem que se visualize de forma nítida a evolução da produtividade e da área colhida das 38 e 37 principais culturas no Brasil, respectivamente, incluindo e excluindo a cana-de-açúcar.

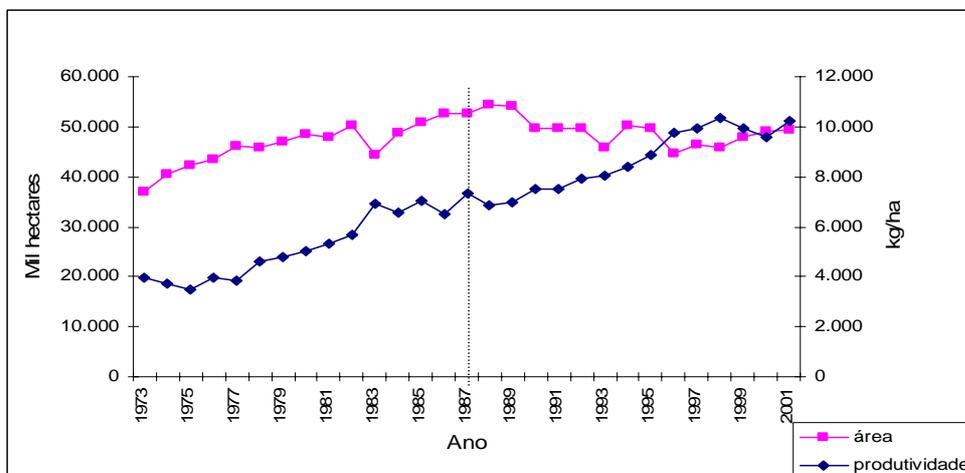


Figura 4 – Evolução da área e produtividade das 38 principais culturas do Brasil, período: 1973 a 2001

Fonte: Bacha (2004)

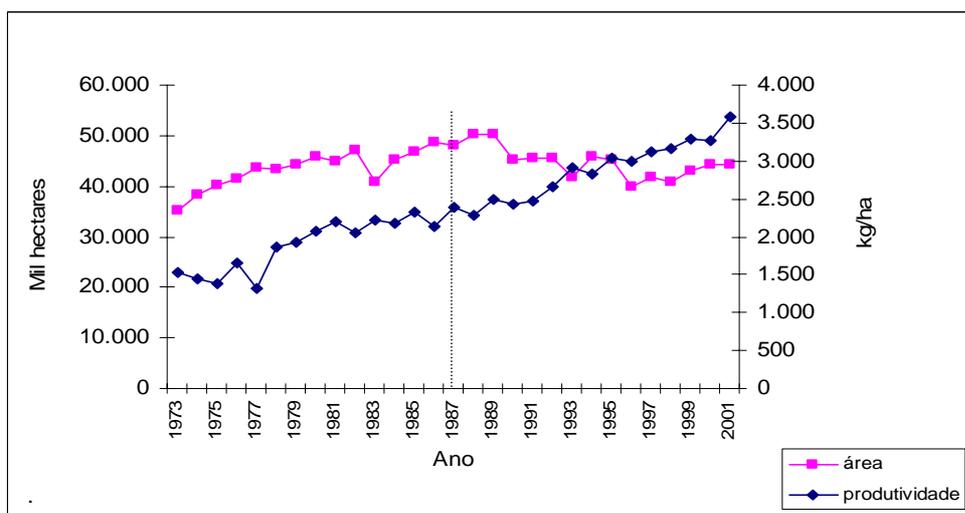


Figura 5 – Evolução da área e produtividade das 37 principais culturas no Brasil, período: de 1973 a 2001

Fonte: Bacha (2004)

Não há dúvidas de que o período a partir de 1987 é marcado pelo crescimento da produtividade e redução da área colhida. Em 1986, comenta Bacha (2004), foram produzidas 343 milhões de toneladas em 52,5 milhões de hectares contra 503 milhões de toneladas produzidas em 49,2 milhões de hectares em 2001. Isto representa aumento de 46,6% na produção física e redução de 6,3% na área colhida com as culturas analisadas entre 1986 e 2001. Para Bacha (2004) o que possibilitou este cenário foi o aumento da produtividade da terra, que incrementou em 56,6% de 1986 para 2001.

As Figuras 4 e 5 também evidenciam outro fato. Até aproximadamente o ano de 1978, as culturas brasileiras mostraram um comportamento oscilante em termos de produtividade apresentando, a partir de então, um crescimento contínuo.

A partir da 2ª metade da década de 1980, as diferenças de crescimento da produtividade das culturas voltadas ao mercado interno e externo foram reduzidas, desaparecendo em certos casos. Do ponto de vista de Dias e Amaral (2001), o que fez com que as produtividades da terra apresentassem dinâmica semelhante foi o extraordinário desempenho verificado em algumas culturas do mercado doméstico, como por exemplo, o feijão (que registrou um crescimento na produtividade de 58% entre 1987 e 1998). Na opinião dos autores, os dados sugerem que a agricultura tomou uma direção mais orientada para atender o mercado interno do que para mercado externo.

Mas não foi somente a produtividade da terra que aumentou na agricultura brasileira. A produtividade do trabalho também cresceu. De acordo com Gasques e Conceição (2000, p.29), no período de 1970-95 a produtividade da terra e do trabalho têm crescido a taxas próximas. Os autores desagregaram a produtividade em dois componentes: relação terra/homem – número de hectares que uma unidade de trabalho consegue operar e tem uma relação direta com o grau de mecanização num dado período de tempo - e produtividade da terra. Conforme mostrado na Tabela 4, nota-se não só o quão próximas têm crescido as produtividades da terra e do trabalho, mas também que

seu crescimento têm sido superior ao da produtividade total dos fatores (PTF). A PTF cresceu a 2,33%, a produtividade do trabalho a 3,35% e da produtividade da terra a 3,39%. Ainda nas palavras dos autores, o crescimento da produtividade do trabalho vem ocorrendo quase que exclusivamente pelo aumento da produtividade da terra (Y/A)

Tabela 4. Taxas anuais de crescimento da produtividade do trabalho e seus componentes (%)

Especificação	1970/1980	1985/1995	1970/1995
Produtividade do trabalho (Y/L)	5,37	1,91	3,35
Produtividade terra/homem (A/L)	0,36	0,29	-0,03
Produtividade da terra (Y/A)	4,95	1,61	3,39

Fonte: Gasques e Conceição (2000)

Há que se destacar que o crescimento elevado da produtividade da terra foi favorecido, de acordo com a visão de Dias e Amaral (2001), por dois fatores muito importantes: o papel desempenhado pelas instituições de pesquisa, públicas e privadas, e pelo aumento do capital humano.

No tocante à pesquisa agropecuária, há que se destacar o trabalho realizado pela Embrapa, criada em 1973. Conforme destacam Bonelli e Pessoa (1998), o aumento das despesas efetuadas por essa agência nos anos 70, tanto em termos reais quando em relação ao PIB agrícola, produziam importantes inovações nas áreas de tecnologias bioquímicas, técnicas de manejo de solo e adaptações no cultivo para as condições agroecológicas prevalentes no Brasil¹⁷.

Griliches (1957, 1960) tem também destacado a importância da tecnologia e do capital humano como fontes propulsoras do crescimento econômico. Desde seu

¹⁷ A bem sucedida adaptação das variedades de soja do cerrado se constitui num exemplo dessa visão.

estudo clássico sobre milho híbrido, Griliches (1957) tem dedicado especial atenção ao processo de difusão de uma inovação tecnológica e o seu relacionamento com o capital humano. Estudar com que velocidade uma nova tecnologia é dotada foi e tem sido objeto de interesse não só de Griliches (1960, 1994 e 1997) mas também de outros pesquisadores como por exemplo, Dixon (1980).

Para Griliches (1960, 1994, 1997), a aceitação da nova variedade depende não só dos ganhos de produtividade e, portanto, de rentabilidade que esta nova variedade permitia mas, também, do entendimento do agricultor de que esta nova tecnologia é melhor do que aquela que está posta. Nesse caso, comenta Griliches, o grau de aceitação vai depender do nível de educação do indivíduo. Para o autor, é o nível de escolaridade que faz com que as pessoas entendam, aceitem e difundam mais rapidamente uma nova tecnologia.

Há muito se percebeu a importância entre o desenvolvimento de uma nova tecnologia e sua correlação com a qualificação da mão-de-obra como fontes do crescimento de longo prazo. Stern (1991) listou seis fatores como sendo os principais determinantes do crescimento econômico: (1) acumulação de capital, (2) capital humano, (3) pesquisa, desenvolvimento e inovação, (4) infraestrutura, (5) capacidade administrativa e organizacional, e (6) alocação do produto diretamente entre os setores produtivos.

A partir dos determinantes do crescimento econômico, definidos por Stern (1991), Barros (1999) oferece uma discussão a respeito do relacionamento tecnologia/capital humano com o desempenho da agricultura brasileira a partir dos anos de 1980. Um dos pontos principais dessa discussão centra-se na importância das instituições como veículo de divulgação dos resultados obtidos com as pesquisas.

Do que foi exposto sobre o desempenho da agricultura brasileira a partir de 1960, pode-se afirmar que o aumento nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (tornando rentável uma mesma cultura em diferentes regiões), assim como na qualificação de sua mão-de-obra e a acumulação de capital físico objetivavam,

primordialmente, a modernização da agricultura, e que se traduziu em aumentos de produtividade. Contudo, é de se esperar que a aceitação e a adoção de uma nova técnica leve algum tempo para ser assimilada. Portanto, os frutos da modernização iniciada nos anos de 1970 só seriam "colhidos" após transcorrer um certo período de tempo. O avanço tecnológico verificado na agricultura nos anos de 1990 dão conta de confirmar o quão importante foram os investimentos em pesquisa e educação, não só nas décadas de 60 e 70, mas também nos anos que se seguiram.

Diante disso, acredita-se que todo o esforço empreendido em prol do aumento da produtividade agrícola tenha contribuído para reduzir as desigualdades estaduais e regionais no Brasil no que diz respeito à produtividade da terra. Esta é, portanto, a principal razão que nos incentivou a estudar e testar a hipótese da convergência da produtividade da terra na agricultura brasileira. No entanto, a convergência da produtividade pode ter tido comportamento diferente entre as culturas, pois o processo de pesquisa e desenvolvimento, assim como o capital humano aplicado em cada uma delas, é distinto. Assim, o próximo capítulo discute detalhadamente algumas características das onze culturas aqui analisadas, dando atenção à evolução de sua produtividade e de seu progresso tecnológico.

4 DINÂMICA DAS CULTURAS ESTUDADAS E CONDIÇÕES PARA A OCORRÊNCIA (OU NÃO) DE CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DA TERRA

Este capítulo destina-se a fazer uma análise preliminar das culturas analisadas neste estudo, particularmente a partir da década de 1970. O objetivo é verificar a dinâmica ocorrida com as mesmas, assim como as razões pelas quais acredita-se, ou não, porque determinada cultura deverá apresentar convergência de produtividade da terra.

Para tanto, o capítulo está estruturado da seguinte forma: para cada produto será apresentada a evolução da área e produtividade ocorrida durante o período de 1960-2001, observando as tendências dessas variáveis. Terão destaque também as mudanças ocorridas em termos de área adubada, plantio simples e área colhida com menos de 10 hectares, procurando-se observar semelhanças e diferenças entre as regiões produtoras. Esta última análise será feita a partir dos dados censitários de 1970, 1980 e 1995. Finalmente, serão apontadas as razões porque se acredita que deva ocorrer, ou não, convergência de produtividade da terra para as culturas analisadas. Supõe-se que a aproximação das regiões produtoras em termos de adubação, uso de plantio simples e similaridade de tamanho de lavouras são fatores que facilitam a convergência de produtividade, em especial para culturas que tenham um centro gerador e difusor de tecnologia e para culturas com o mesmo destino primordial (mercado interno, mercado externo ou consumo próprio do produtor).

4.1 Cultura do algodão herbáceo

O algodão herbáceo é uma planta originária da Índia e do Paquistão. No Brasil o primeiro estado produtor foi o Maranhão, que já no ano de 1760 exportou para a Europa 130 sacas do produto. Sua principal finalidade é a produção têxtil.

A Figura 6 permite visualizar o que ocorreu com esta cultura em termos de área e produtividade. Até 1970 houve aumento da área. No entanto, a partir de 1971 há nítida tendência de queda da área, ao mesmo tempo em que a produtividade começou a aumentar, principalmente a partir da segunda metade da década de 1990.

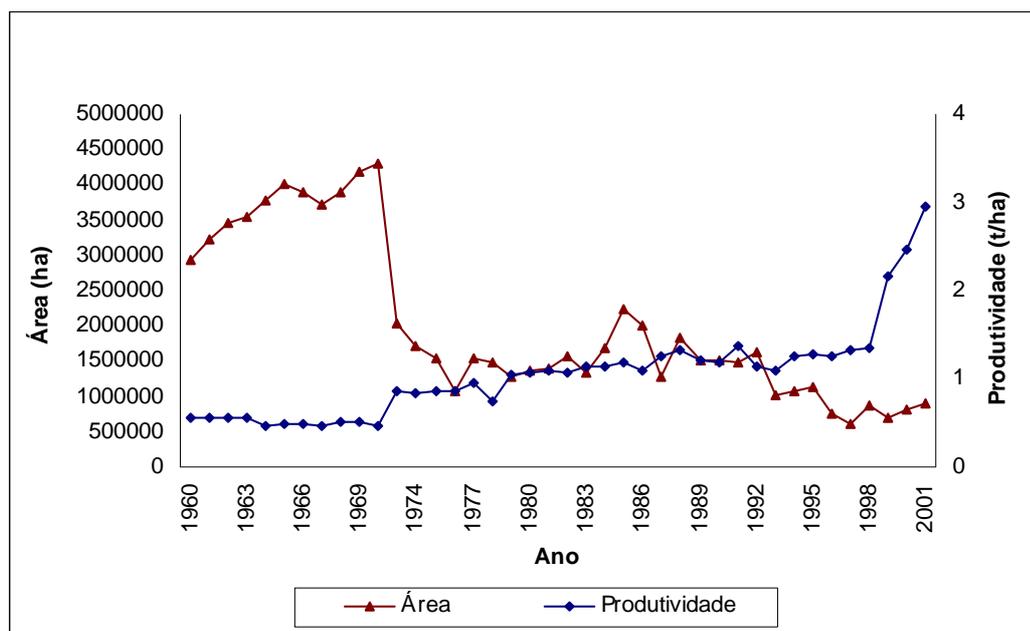


Figura 6 – Evolução da área e produtividade do algodão herbáceo: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

Para Ferreira Filho e De Zen (1999), a cultura do algodão no Brasil tem passado por transformações, que modificaram no passado o recente padrão de produção da cultura no país. O aparecimento de uma praga conhecida como o “bicudo do algodoeiro” nos anos 80 e a abertura comercial dos anos 90 foram responsáveis não só pelo desaparecimento do algodão arbóreo na região nordestina, como também pela mudança na estrutura produtiva da cultura do algodão herbáceo que de pequenas e médias propriedades passa a ser praticado em áreas maiores, originárias da cultura da soja. Dessa forma a produção de algodão no Brasil hoje, segundo Ferreira Filho e De Zen (1999):

"é praticado em áreas médias maiores, nos estados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, por produtores que são, em geral, originados da cultura da soja, trazendo para o algodão os hábitos comerciais e administrativos desta cultura e que diferem substancialmente dos produtores tradicionais do estado de São Paulo e Paraná. São produtores com atitudes empresariais e que praticam um tipo de agricultura com mais capital intensivo do que seus antecessores" (Ferreira Filho e De Zen, 1999, p.1).

Na safra 2001/02 é possível perceber a formação de dois grupos de estados em termos de produtividade: do primeiro fazem parte os estados com produtividade inferior a 80% da média nacional que é de 2.690 toneladas por hectare; e do segundo grupo os estados que registraram produtividade igual ou superior a 80% da média nacional. Fazem parte do primeiro grupo: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Fazem parte do segundo grupo: Rondônia, Maranhão, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Mato Grosso Sul, Mato Grosso e Goiás.

As mudanças ocorridas com a cultura do algodão também podem ser verificadas através do padrão tecnológico, do tipo de cultivo e da estrutura de produção, adotados, apresentados quadro 17 do Anexo C.

Conforme pode ser observado no quadro 17 parte (A), em 1970 as regiões sudeste e nordeste eram as principais regiões produtoras de algodão no Brasil, mas o percentual da área que era adubada diferia sensivelmente entre estas regiões. Enquanto a região sudeste adubava 50% de sua área plantada, o nordeste usava adubo em apenas 1%. Outro fato que se pode constatar é a migração da cultura das regiões tradicionais para a região centro-oeste, ocorrida nos anos 90. Nesta década, tanto as regiões sudeste e nordeste como a sul tiveram sua área plantada reduzida, enquanto que o centro-oeste teve sua área aumentada.

Na parte B do quadro 17 é possível verificar também que as regiões sudeste e sul utilizam, em quase a totalidade da área plantada, o sistema de plantio simples, já na região nordestina isto ocorre apenas na década de 1990.

Com relação à estrutura fundiária, parte C do quadro 17, nota-se que na região nordestina ainda predomina a pequena lavoura do algodoeiro. Contrariamente, na região sudeste as lavouras com menos de 10 hectares representam 21% do total da área plantada. Quando comparamos os censos agropecuários de 1970 e 1995, nota-se que houve redução gradativa da área plantada com menos de 10 hectares na região centro-oeste. Nessa nova fronteira do algodoeiro predominam médias e grandes lavouras.

Com base no que foi exposto acima e considerando o período como um todo (1960-2001) não se acredita que ocorrerá convergência da produtividade da terra para a cultura do algodoeiro. A partir dos anos 90, período em que ocorre a migração desta cultura para a região centro-oeste, configura-se uma nova dinâmica de produção, caracterizada pelo uso intensivo de capital. Assim, o que se espera é a formação, não de estados produtores convergindo para um mesmo nível de produtividade, mas de dois grupos distintos: um com alta e outro com baixa produtividade, cada qual convergindo entre si, individualmente.

4.2 Cultura do arroz

O arroz é um produto originário da China e no Brasil seu cultivo remonta ao início da colonização, em especial na capitania de São Vicente (1530-1540). Como lavoura empresarial, essa cultura foi plantada em Pelotas-RS em 1904. Sua principal finalidade é servir como alimento.

A Figura 7 permite visualizar o que ocorreu com a cultura do arroz em termos de área colhida e produtividade ao longo do período de 1960-2001. Até meados da década de 1970 a área cresceu e a produtividade esteve estagnada. A partir de 1977, a área colhida tende a diminuir e a produtividade a aumentar. Este aumento da produtividade ocorreu, principalmente, devido ao deslocamento da cultura do arroz para a região sul do país, que possui uma topografia que possibilita produtividades mais elevadas.

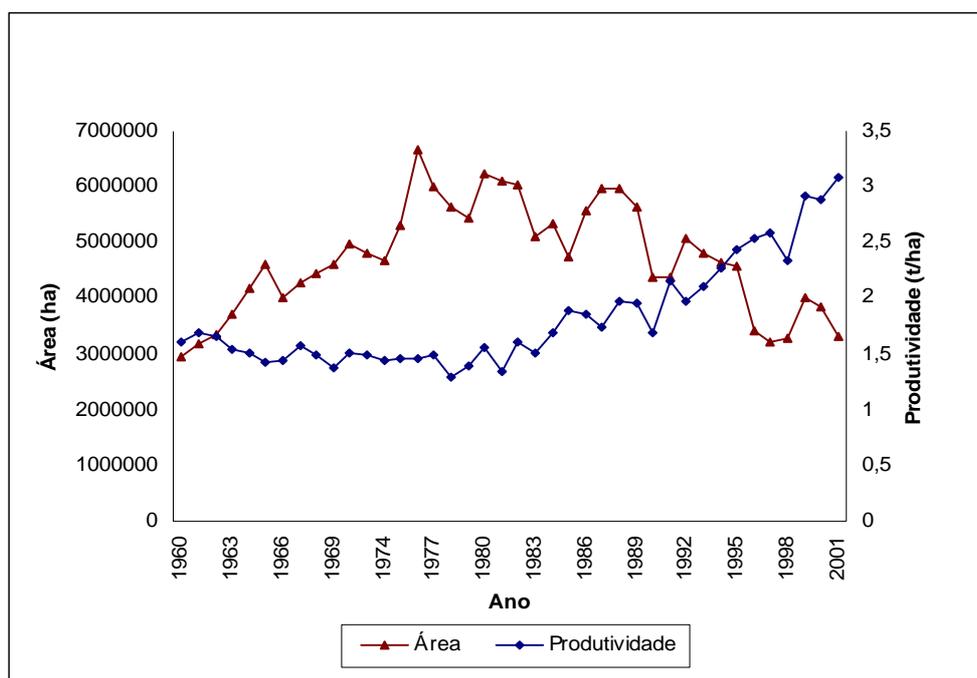


Figura 7 - Evolução da área e produtividade do arroz: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

Existe uma grande variação de produtividade entre os estados produtores de arroz no Brasil. Contudo há que se destacar que este fato está associado ao arroz de sequeiro, que tem produtividade relativamente mais baixa que o arroz irrigado. Em 2001, a produtividade dos maiores estados produtores dentro de cada região foi: Pará (38,46 ton/ha), Maranhão (35,46 ton/ha), Minas Gerais (43,87 ton/ha), Mato Grosso do Sul (46,97 ton/ha) e Rio Grande do Sul (130 ton/ha).

O Brasil ocupa hoje a 10ª posição no cenário mundial. Os líderes do ranking mundial na produção de arroz são a China, Índia, Indonésia, Bangladesh, Tailândia, Burma, Japão e Vietnã. Mesmo figurando entre os dez primeiros produtores mundiais, a produtividade brasileira ainda é muito baixa, 3.303 kg/ha, enquanto que no Japão e na China a produtividade é de 6.582 kg/ha e 6.265 kg/ha, respectivamente.

As mudanças ocorridas com a cultura do arroz também podem ser verificadas através do uso de adubação, do tipo de cultivo e da estrutura de produção, adotados, tal como se observa no quadro 18 do anexo C.

Ao analisar a parte (A) do quadro 18 pode-se observar que não há uma regularidade no uso de adubação na cultura do arroz por parte das regiões produtoras. Em 1970, nota-se que a cultura do arroz é muito pouco adubada em todas as regiões. Neste ano, quem mais utilizou adubo foram os produtores da região sul, adubando 39% de sua área total. Em 1980 e 1995, as regiões norte e nordeste continuam ainda a utilizar pouco adubo, mas a situação se inverte com relação às regiões sul, centro-oeste e sudeste, que de sua área total plantada passam a adubar 92%, 81% e 58%, respectivamente, em 1995.

Com relação ao tipo de cultivo, mostrado na parte B quadro 18, observa-se que as principais regiões produtoras – sul, centro-oeste e sudeste – optam pelo plantio simples. No censo de 1995, estas regiões adotaram este tipo de cultivo em 99%, 97% e 96% de sua área total plantada, respectivamente.

Conforme é mostrado na parte C quadro 18, as regiões norte, nordeste e sudeste caracterizam-se por pequenas lavouras de arroz, enquanto que nas regiões centro-oeste e sul a área de lavouras com menos de 10 hectares correspondiam a apenas 21% e 11% do total da área plantada, respectivamente, em 1995. Este fato deixa evidente a presença de pequenos produtores convivendo com produtores maiores que adotam tecnologia mais avançada.

Não se espera, com base na dinâmica ocorrida com esta cultura que ocorra convergência da produtividade da terra. Por tratar-se de uma cultura na qual a maioria dos estados produtores adota baixa tecnologia e possui característica de agricultura familiar, acredita-se que sua produtividade é ainda muito baixa.

4.3 Cultura da batata-inglesa

Procedente originalmente dos Andes, a batata-inglesa é produzida no Brasil em todas as regiões, exceto no Norte. Do total produzido, parte é comercializada in-natura e parte é destinada à agroindústria, principalmente para fabricantes de *snacks* e *fast-foods*.

Com exceção do norte, todas as regiões brasileiras cultivam a batata-inglesa. Mas as regiões sul e sudeste representam, desde os anos 70, mais de 85% da área colhida no Brasil. Nos últimos 30 anos não houve grande deslocamento geográfico dessa cultura no Brasil.

Na década de 70, o Brasil ocupava a 22^a posição na produção de batata-inglesa no mundo. De um total de 298 milhões de toneladas produzidas no mundo, 212 milhões de toneladas eram produzidas pela URSS, Polônia, Alemanha, China e Estados Unidos. O Brasil participava com 1.500 toneladas. No ano de 2002, a produção mundial se eleva para 307,5 milhões de toneladas em uma área de 19,2 milhões de hectares, com produtividade média de 16,13 ton/ha. Neste cenário, o Brasil ocupa a 19^a posição, produzindo 2,865 milhões de toneladas com uma produtividade de 18,7 t/ha. Os maiores

produtores mundiais são: China, Rússia, Índia, Estados Unidos, Ucrânia, Polônia e Alemanha.

A Figura 8 permite visualizar o que ocorreu com a cultura da batata-inglesa em termos de área e produtividade. A partir da década de 1970 há tendência de redução da área colhida e aumento acentuado da produtividade. Embora a produtividade brasileira tenha aumentado consideravelmente desde os anos 60, passando de 5.598 kg/ha em 1960 para 18.476 Kg/ha em 2001, ela ainda é muito baixa quando comparada com a Holanda que é de 45,8 t/ha.

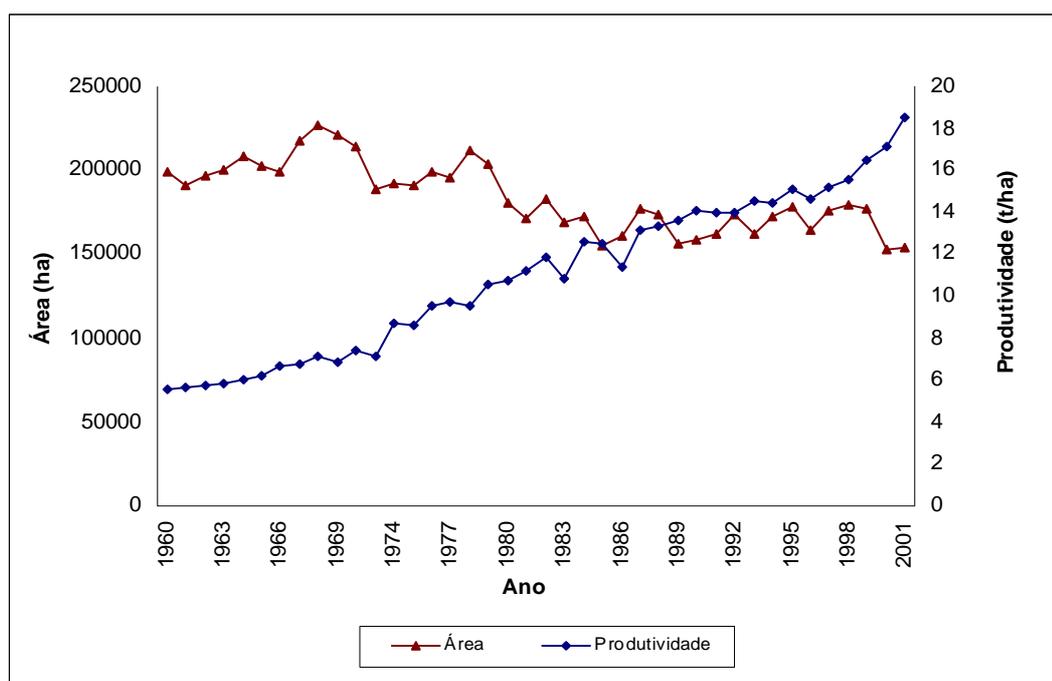


Figura 8 - Evolução da área e produtividade da batata-inglesa: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

As mudanças ocorridas com a cultura da batata-inglesa também podem ser verificadas através do uso de adubação, do tipo de cultivo e da estrutura de produção adotados, apresentados quadro 19, no anexo C.

Observa-se, na parte A do quadro 19, que as principais regiões produtoras de batata-inglesa - sul e sudeste – adubam quase a totalidade de sua área plantada.

Outro fato que se pode notar é o tipo de cultivo utilizado (parte B do quadro 19). Com exceção da região nordeste no ano de 1970, onde o cultivo simples ocupou 50% da área total plantada, nas demais regiões e períodos a opção pelo cultivo simples superou os 75% da área plantada.

Por último é possível constatar ,na parte C do quadro 19, que esta é uma cultura característica de pequenas lavouras, pois mais de 40% da área total plantada é composta por lavouras com menos de 10 hectares.

O fato da produtividade média da bataticultura estar crescendo desde 1960 e o padrão tecnológico das duas principais regiões produtoras (sudeste e sul) ser similar, são indicadores favoráveis à ocorrência de convergência entre os estados da produtividade da terra. No entanto, o fato de predominar pequenas lavouras na região sul e médias lavouras na região sudeste poderá contrapor os argumentos acima sobre tendência da convergência em nível de Brasil e permitir o surgimento de grupos de convergência.

4.4 Cultura do café

A cafeicultura no Brasil teve início em 1727, no Pará, com o plantio de sementes e mudas trazidas da América Central. Sua principal finalidade é a indústria de torrefação e moagem, a indústria de café solúvel e o mercado externo.

O café representa para o Brasil um importante produto na pauta de exportações. Em 2001, a receita de exportação do café (em grão e solúvel) totalizou US\$ 1,396 bilhão, representando 9% do total exportado de commodities no Brasil (Agrianual, 2002).

O Brasil é o maior país exportador de café, seguido do Vietnã, Colômbia, Indonésia e México. Em 2001, as exportações brasileiras totalizaram 1.255.973 toneladas, representando um crescimento de 26% em relação a 1998 (que foi de 995.712 toneladas). Neste mesmo ano as produções do Brasil e do mundo foram de 1.819.569 toneladas e 7.203.340 toneladas, respectivamente. O que representa uma participação brasileira de 25% na produção mundial.

A Figura 9 permite visualizar o que ocorreu com a cultura café em termos de área colhida e produtividade no período de 1960-2001. A área diminuiu de 1963 a 1976, aumentou de 1977 a 1989, reduzindo de 1990 a 1996 e voltando a aumentar a partir de 1997. No período como um todo, a área colhida em 2001 é inferior à de 1960. De outro lado, há tendência de aumento da produtividade, em especial a partir da segunda metade de 1970. A cultura do cafeeiro é bastante marcada pelo ciclo bianual de produção (um ano de produção alta é seguido de um ano de produção baixa), o que explica a grande flutuação da produtividade de um ano a outro.

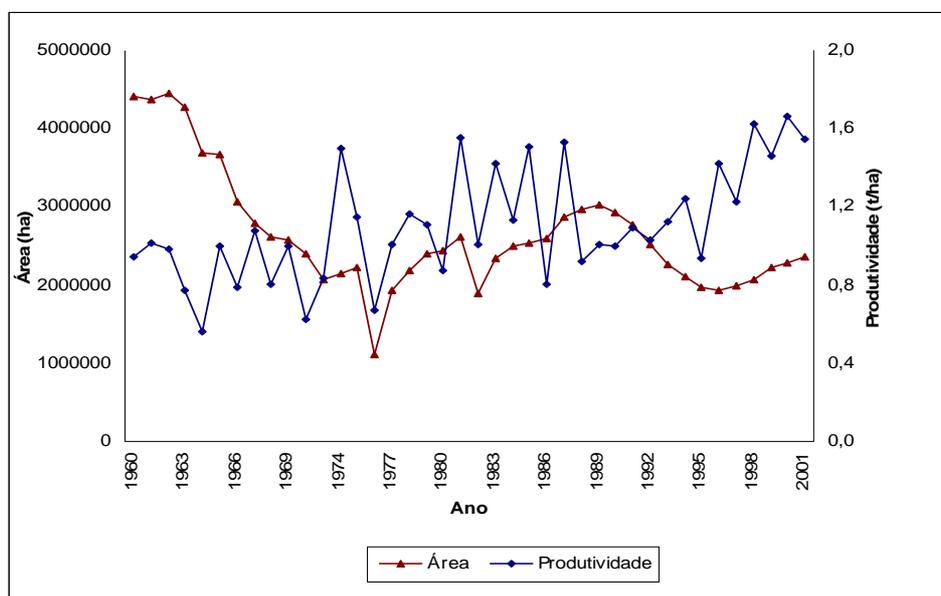


Figura 9 - Evolução da área e produtividade do café em côco: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

O padrão tecnológico (uso de adubação e sistema de plantio) é muito similar entre as regiões sudeste e sul até a década de 1980 (quadro 20, anexo C). Entretanto, na região sul há maior predominância de pequenas lavouras do que na região sudeste.

A cultura do cafeeiro sempre contou com várias instituições realizando pesquisas e órgãos para difundir essas pesquisas.

Entre os órgãos de pesquisa se destacam o Instituto Agrônomo de Campinas, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Em 1998, a pesquisa do café foi unificada. Foi instituído o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café), coordenado pela EMBRAPA, que passou a executar o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. No Estado de São Paulo, a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) é o órgão responsável pela extensão e assistência técnica. O Estado conta com vários pesquisadores trabalhando na área de café no Instituto

Agrônomo de Campinas (IAC) e em outros institutos como Universidade de São Paulo (USP), Universidade de Campinas (UNICAMP), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Instituto de Economia Agrícola (IEA), Instituições Privadas e outros.

Desde a década de 1970, diversas inovações tecnológicas têm surgido na cafeicultura brasileira, tais como: (i) o plantio adensado casado com a utilização de irrigação, nas regiões do Cerrado; (ii) uso de colheita mecânica, que reduz os custos de mão-de-obra, em terrenos de baixa declividade; (iii) descascador de cerejas (retira a polpa do café cereja e separa os grãos verdes e bóias); (iv) uso racional de defensivos (granulados de solo ou via foliar); (v) introdução de novos cultivares apropriados às regiões produtoras, como o Acaiá, uma variedade derivada do Mundo Novo, específica para o cerrado e o Oeiras, resistente à ferrugem; (vi) plantio de mudas em tubetes, método que apresenta maior resistência às pragas; (vii) o crescimento da utilização de métodos gerenciais modernos (inclusive com a informatização).

As inovações acima mencionadas têm se difundido entre os estados produtores e explicam, em grande parte, o crescimento da produtividade, evidenciado na Figura 9.

Com base no que foi exposto acredita-se que ocorrerá convergência de produtividade da terra, para a cultura do café, entre os estados produtores.

4.5 Cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta originária da Ilha da Madeira e as primeiras mudas chegaram ao Brasil no ano de 1502. A cana-de-açúcar é destinada a produção de açúcar e álcool, gerando sub-produtos de grande utilização, tais como: bagaço, vinhaça e torta de filtro.

A cana-de-açúcar é cultura que teve crescimento quase que contínuo da área colhida e da produtividade no período de 1960-2001 (ver Figura 10). Dois sub-períodos, em particular, se destacam nessa tendência: 1975 a 1989 (no qual existiram os incentivos do proálcool) e 1993 a 2001 (no qual com menos incentivos ocorreu grande crescimento da área). Nesse último período a expansão da lavoura canavieira foi mais generalizada no Brasil.

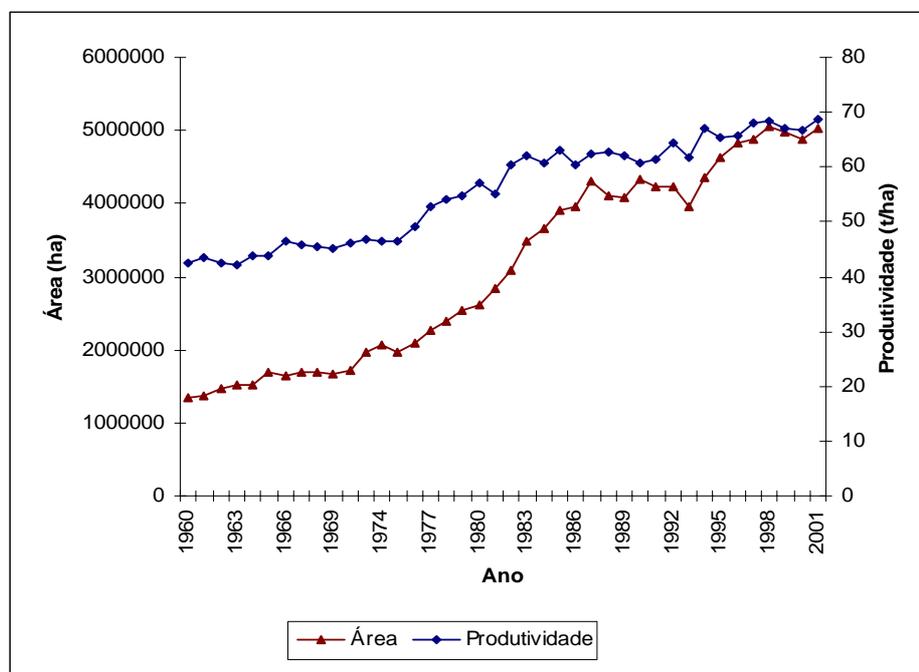


Figura 10 – Evolução da área e produtividade da cultura da cana-de-açúcar: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

Em relação às mudanças ocorridas com a lavoura da cana-de-açúcar observa-se, no quadro 21 do anexo C, que houve aumento significativo na área plantada em todas as regiões do Brasil, quando se compara o ano de 1970 com o de 1995. O padrão tecnológico se aproximou mais, na década de 1990, entre os principais estados produtores, situados no sudeste, nordeste e centro-oeste. Nota-se que os produtores das

principais regiões produtoras utilizavam adubo em mais de 90% da área plantada com cana-de-açúcar em 1995.

Outro fato que se pode notar é a predominância do cultivo simples. Em todas as regiões do Brasil, com exceção da região norte no ano de 1970, este tipo de cultivo representa mais de 90% do total da área plantada. Estes dados constam na parte B do quadro 21. O uso do plantio simples facilita a disseminação de tecnologia entre os estados produtores

Por último, é possível constatar na parte C do quadro 21 do anexo C que apenas nas regiões norte e sul (que não são as principais regiões produtoras) ainda existem um pouco mais de lavouras com menos de 10 hectares plantadas com cana-de-açúcar. Nas demais regiões, o percentual dessas lavouras em relação ao total da área plantada é bastante reduzido. Nas regiões nordeste, sudeste e centro-oeste, no ano de 1995, elas representaram apenas 6%, 6% e 1%, respectivamente, da área plantada com cana-de-açúcar. A predominância de grandes lavouras facilita a difusão da tecnologia gerada para a cultura da cana-de-açúcar.

O extinto Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) foi o principal fomentador e produtor de pesquisa do setor, tendo contribuído de forma significativa em muitas áreas do conhecimento da cana, e especialmente ao melhoramento genético. No âmbito estadual, podem ser destacados o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) e a ESALQ. O IAC vem contribuindo efetivamente na pesquisa e desenvolvimento de novas variedades, além das já conhecidas recomendações de adubação e outros tratamentos culturais.

O Quadro 1 sintetiza as principais inovações ocorridas na lavoura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e que foram difundidas a outros estados.

	Década de 1970	Atualidade
Principais Variedades	NA 56-79, CB41-76 CB49-260	RB72-454, SP81-3250, SP80-1842
Corte (% de mecanização)	Menos de 5%	30%
Sub-produtos	bagaço	Bagaço, fertirrigação com vinhaça, aplicação de torta de filtro
Uso de tratores	mínimo	Mais intensivo
Transporte	100% mecanizado	100% mecanizado
Informatização	inexistente	Utilizado no planejamento de colheita, gerenciamento da produção, automação na indústria, por exemplo.

Quadro 1 – Principais inovações tecnológicas ocorridas com a cultura da cana-de-açúcar
Fonte: CONAB (2004) e Cooperativa dos Produtores de Cana, açúcar e Álcool
(COPERSUCAR) (2003)

Com base no que foi exposto, acredita-se que haverá convergência de produtividade da terra para a cultura da cana-de-açúcar no Brasil.

4.6 Cultura do feijão

A importância do feijão no Brasil deve-se ao fato dele se constituir um dos alimentos básicos da população brasileira, além de ser um dos principais produtos fornecedores de proteína na dieta alimentar dos extratos sociais menos favorecidos (Embrapa - Arroz e Feijão).

O feijão é cultivado em praticamente todos os estados brasileiros, sendo que na década de 70 os maiores produtores foram: Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia, São Paulo, e Goiás. No ano de 2001 não houve mudança na distribuição

geográfica. Os maiores estados produtores na década de 70 permanecem sendo os mesmos em 2001.

A Figura 11 apresenta a evolução da área colhida e da produtividade na cultura do feijoeiro. A área colhida aumentou de 1960 a 1994, sendo que este crescimento foi mais intenso no período de 1960 a 1982. A partir de 1995, a área colhida com feijoeiro tem diminuído.

A produtividade da lavoura do feijoeiro diminuiu de 1960 a 1983, aumentando de 1984 a 2001.

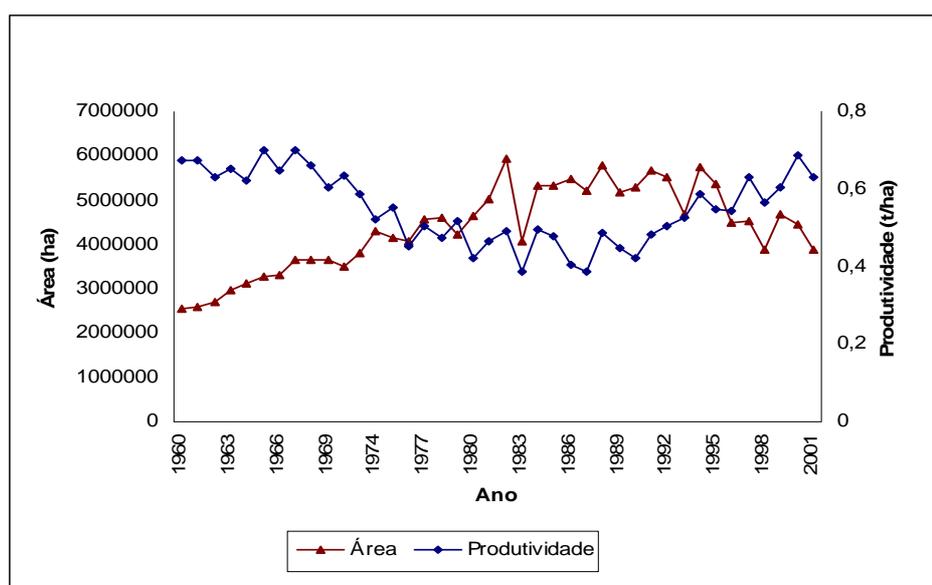


Figura 11 – Evolução da área e produtividade da cultura do feijão: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

A cultura o feijoeiro, além de sua quebra de tendência de área e produtividade, é marcada por distintas tecnologias e estruturas de produção que refletem diferentes níveis de produtividade entre os estados produtores.

Na década de 70, a produtividade dos principais estados produtores foi: Bahia 0,81 t/ha, Minas 0,56 t/ha, São Paulo 0,64 t/ha, Paraná 0,92 t/ha, Rio Grande do Sul 0,94 t/ha e Goiás 0,68 t/ha. No ano de 2001, as produtividades registradas foram: Bahia 0,36 t/ha, Minas Gerais 0,93 t/ha, São Paulo 1,46 t/ha, Paraná 1,07 t/ha, Rio Grande do Sul 0,97 t/ha e Goiás 1,70 t/ha.

Em relação ao uso de adubos, ao tipo de cultivo e à estrutura de produção, adotados na cultura do feijoeiro, observa-se, na parte A do quadro 22 do anexo C, que houve redução significativa na área plantada com esta cultura nas regiões sudeste, centro-oeste e sul, particularmente quando se compara os anos de 1980 e 1995. Mas o inverso ocorreu com as regiões norte e nordeste. Nota-se, também, que as regiões sudeste, centro-oeste e sul são as que adubam um percentual maior de sua área total, quando comparadas às regiões nordeste e norte.

Outro fato que se pode notar na parte B do quadro 22, é que até 1980 pouco ocorria o plantio simples, no entanto, ele passa a predominar na década de 1990. No ano de 1995 as regiões norte, centro-oeste e sul adotaram o plantio simples em 60%, 82% e 80% de sua área total com feijoeiro, respectivamente.

Por último é possível constatar na parte C do quadro 22 que há a predominância de propriedades onde o cultivo do feijão é realizado em menos de 10 hectares. Com exceção do ano de 1970 na região sudeste e do ano de 1995 na região centro-oeste, onde a representatividade das lavouras com menos de 10 hectares, em relação à área total plantada representou 47% e 29%, respectivamente, nos demais anos e regiões as pequenas lavouras têm representado mais de 50% do total da área plantada com a cultura do feijão.

De acordo com Pessoa (2004):

"a cultura do feijão no Brasil vem passando por profundas mudanças nos últimos anos. Até bem pouco tempo caracterizava-se por cultivos em áreas pequenas,

com pouca utilização de tecnologia, voltada para a subsistência ou apostando na verdadeira "loteria" que era o mercado de feijão. O baixo uso de tecnologia e a fragilidade agrônômica da lavoura, que não resiste bem à seca, ao excesso de chuvas e ainda é facilmente acometida por pragas e doenças, provocavam frustrações freqüentes de safra, que resultavam em disparadas de preços seguidas de superofertas na safra seguinte. Esse excesso deprimia os preços e desestimulava novamente os produtores. Esse comportamento e a possibilidade de produção de feijão em todos os estados, em várias épocas do ano, começaram a despertar o interesse de um outro perfil de produtores, que entraram na atividade com um sistema produtivo mais tecnificado.

Atualmente, os produtores de feijão podem ser classificados em dois grupos: os pequenos, que ainda usam baixa tecnologia e têm sua renda associada às condições climáticas, concentrados na produção das águas (primeira safra); e um segundo grupo, que usa produção mais tecnificada, com alta produtividade, plantio irrigado por pivô-central, concentrado nas safras da seca e do inverno (segunda e terceira safra)" Pessoa, (2004, p. 1).

Com base no que foi exposto acredita-se que não haverá convergência de produtividade da terra para a cultura do feijão no período de 1960-2001, por tratar-se de cultura, conforme já citado, onde convivem dois grupos de produtores: os pequenos, que ainda usam baixa tecnologia e têm sua renda associada às condições climáticas,

concentrados na produção das águas (primeira safra); e um segundo grupo, que usa produção mais tecnificada, com alta produtividade, plantio irrigado por pivô-central, concentrado nas safras da seca e do inverno (segunda e terceira safra). No entanto, considerando os estados produtores com tecnologia e estrutura de produção similar poderá ocorrer grupos de convergência.

4.7 Cultura do fumo

De 1993 a 2002, o Brasil ocupou a primeira posição no cenário mundial como exportador do fumo em folha. Somente em 2003 é que o Brasil perde esta posição e é ultrapassado pela China. Em 2001, o Brasil exportou 435.395 toneladas de fumo, que geraram uma receita de US\$ 921,1 milhões. Como produtor, o Brasil ocupa a 3ª posição, perdendo apenas para a China e a Índia. Em 2003, a produção mundial foi de 6.607,8 mil toneladas e do Brasil foi de 635,8 mil toneladas, isto é, 9,6% do total mundial.

Apesar dessa boa performance no setor externo, a área colhida com fumo no Brasil sofreu grandes oscilações ao longo do tempo, com tendência ascendente (ver Figura 12). A produtividade também teve tendência ascendente com menor flutuação do que a ocorrida na área. A produtividade da fumicultura passou de 757 kg/ha em 1960 para 1.860 kg/ha em 2001.

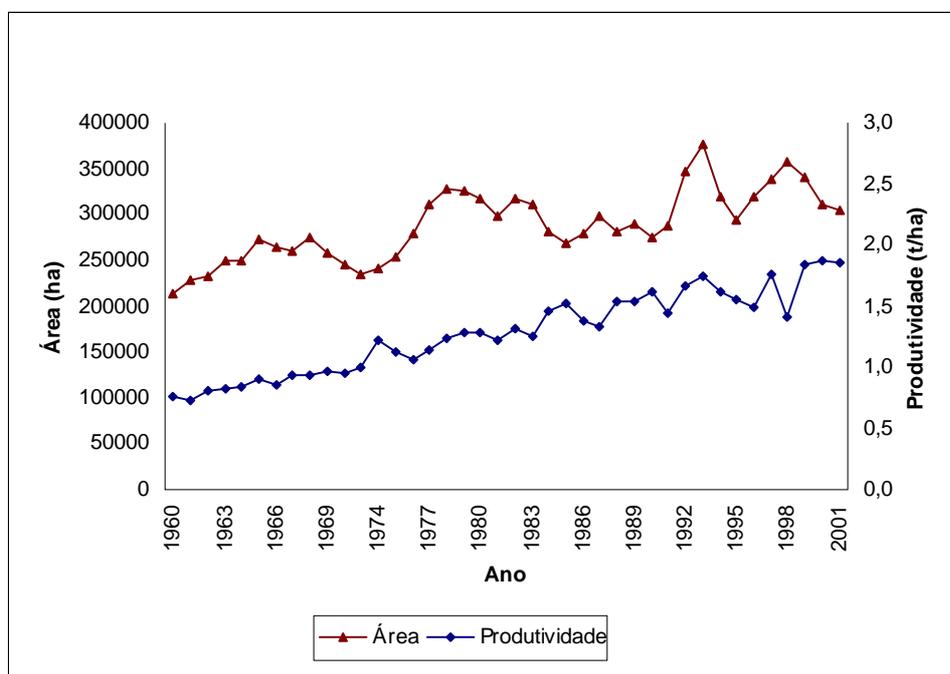


Figura 12 - Evolução da área e produtividade da cultura do fumo: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

Observa-se, na parte A do quadro 23, do anexo C que as principais regiões produtoras de fumo – nordeste e sul – adubam mais de 80% de sua área total. Nota-se também que nestas regiões a opção dos produtores é pelo cultivo simples. A região sul adotou este tipo de cultivo em 98% de sua área total plantada nos anos de 1980 e 1995 e o nordeste em 63% em 1995.

Apesar do nível de adubação e da ocorrência de plantio simples ser menor nos estados do nordeste do que no sul do Brasil, essas práticas têm aumentado nos estados nordestinos e reduzido a diferença em relação aos estados sulinos.

Por último, é possível constatar na parte C do quadro 23 do anexo C a predominância de propriedades onde o cultivo do fumo é realizado em áreas com menos de 10 hectares. Essa predominância de pequenas lavouras associada ao predomínio do plantio simples facilitou a difusão de tecnologia entre os estados produtores.

Assim, com base no que foi exposto, acredita-se que haverá convergência de produtividade da terra para a cultura do fumo. Embora a predominância seja de pequenos produtores, trata-se de uma cultura voltada para o mercado externo com produtores adotando a mesma tecnologia, recomendada e acompanhada pelas indústrias de cigarro.

4.8 Cultura da laranja

De acordo com Food and Agriculture Organization (FAO, 1998), o Brasil vem mantendo a liderança no mercado mundial de laranja deste 1990, sendo o estado de São Paulo responsável por 35% da produção mundial. Na safra de 2002/2003, o Brasil produziu 16.524.000 toneladas. O 2º maior produtor – os Estados Unidos – produziu 9.565.000 toneladas, o que representou 21,0% do mercado mundial, em seguida tem-se a China com 7,9% da produção, México com 7,8% e a Espanha com 6,3%.

A produção brasileira de laranja é voltada para o mercado externo, gerando para o Brasil receitas da ordem de US\$ 1,5 bilhão ao ano, empregando diretamente 400 mil pessoas e respondendo por 1,6 milhão de empregos indiretos em todo o país (Abecitrus, 2004).

Conforme pode ser observado na Figura 13, a área colhida com laranja aumentou significativamente de 1960 até 1992, passando de 112.241 ha. em 1960 para 997.403 ha em 1992. Em 1993 houve forte redução da área colhida com laranja, com recuperação da mesma até 1999. Em 2000 e 2001, a área colhida com laranja voltou a cair.

A produtividade da citricultura estava estagnada na década de 1960, apresentando tendência ascendente a partir da 2ª metade da década de 1970.

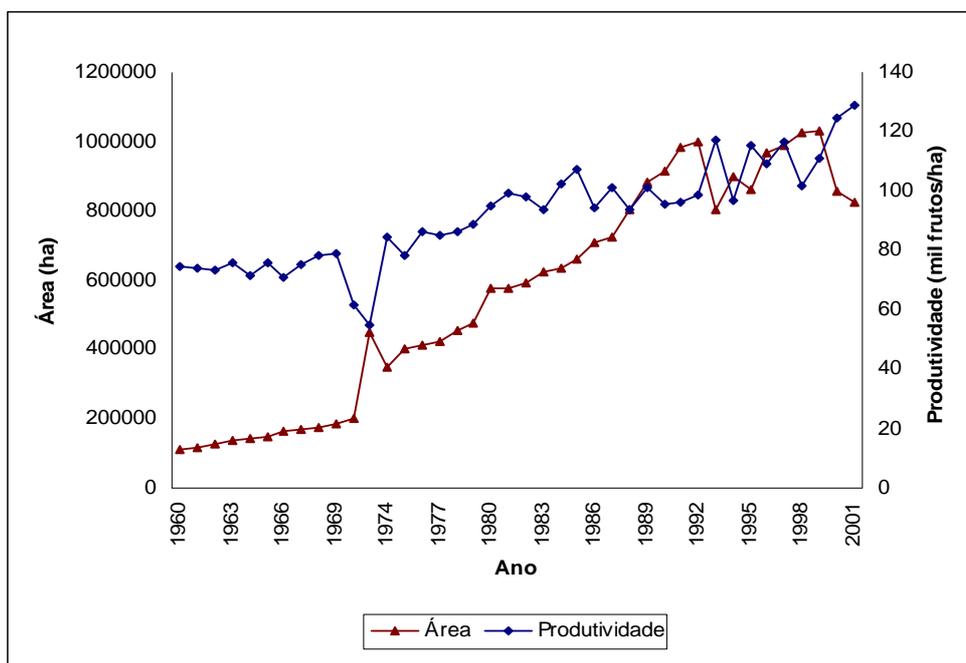


Figura 13 - Evolução da área e produtividade da cultura da laranja: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

A principal região produtora de laranja no Brasil é o sudeste, onde se destaca o Estado de São Paulo. Na parte A do quadro 24 do anexo C constata-se que o nível de adubação das lavouras de laranja ampliou nas regiões brasileiras na década de 1970, sendo que esta prática se homogeniza em intensidade nas regiões nordeste, sudeste, centro-oeste e sul em 1995.

A citricultura tem sido praticada em plantio simples em todas as regiões do Brasil, o que favorece a difusão tecnológica.

A dimensão das lavouras distingue-se entre as regiões. Em 1995, as lavouras com menos de 10 hectares representavam 39% da área plantada no sudeste, 36% no centro-oeste, 59% no nordeste e 82% no sul. Isto, no entanto, não impede a divulgação da tecnologia, a qual é elaborada, principalmente, no Estado de São Paulo pela Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EEBC), Fundo de Defesa da Citricultura

(FUNDECITRUS), Centro de Citricultura Silvio Moreira /IAC e o grupo de Consultores em Citrus (GCONCI).

Com base no que foi exposto acredita-se que haverá convergência de produtividade da terra para a cultura da laranja. Embora exista a predominância de pequenos produtores em algumas regiões, trata-se de uma cultura voltada para o mercado externo com produtores adotando alta tecnologia.

4.9 Cultura da mandioca

A cultura da mandioca é originária do Brasil. Sua principal finalidade é a alimentação humana e animal além do seu uso industrial, particularmente de fécula. A mandioca é considerada a mais importante fonte de carboidrato para as populações pobres, principalmente do Brasil e da África.

Nigéria, Brasil e Tailândia são os países que dominam a produção mundial, sendo que o Brasil ocupa a segunda posição. A produção africana tem caráter apenas de subsistência, contrariamente, na Tailândia a produção tem caráter apenas comercial. No Brasil, a produção de mandioca é destinada à subsistência e ao comércio. No triênio 1999-2001 a produtividade mundial foi de 10,3 t/ha, enquanto que a produtividade do Brasil, Nigéria e Tailândia foram de 13,6 t/ha, 10,7 t/ha e 16,1 t/ha, respectivamente.

Como se observa na Figura 14, a área colhida com mandioca aumentou até 1982, sendo que este crescimento foi mais intenso até 1973. Essa área diminuiu de 1983 a 1996, voltando a aumentar a partir de 1997. A produtividade aumentou de 1960 a 1969, diminuiu de 1970 a 1983, voltando a aumentar a partir de 1984.

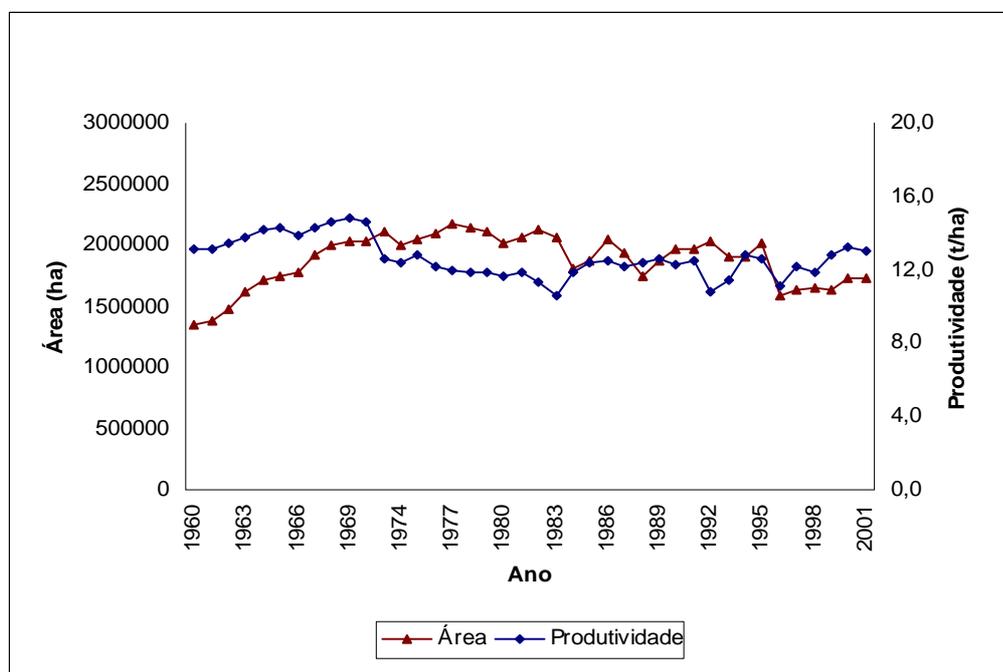


Figura 14 - Evolução da área e produtividade da cultura da mandioca: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

A cultura da mandioca não tem sido dinâmica no Brasil. O nível de adubação dessa cultura é baixo. Apesar de adaptada a solos de baixa fertilidade, a mandioca somente atinge seu potencial máximo de produção com adubação adequada. Dentre os macronutrientes, o fósforo é o que permite resposta mais acentuada em termos de produtividade.

A variedade é um dos componentes do sistema de produção que contribui para o aumento da produtividade sem elevar os custos de produção. O grande número de variedades existentes no Brasil permite a escolha de variedades de acordo com a região e a finalidade de exploração da cultura. (EMBRAPA, 2004).

Observa-se, na parte A do quadro 25 no anexo C, que as regiões sudeste e sul foram as que mais utilizaram adubo, principalmente nos anos de 1980 e 1995. No

ano de 1995 o percentual da área adubada em relação à área total foi de 27% e 28%, respectivamente, nessas regiões, o que é considerado um nível baixo.

Quando ao tipo de cultivo, parte B do quadro 25, observa-se que no ano de 1995 houve aumento de área com opção pelo plantio simples, tanto na região norte, como nas regiões sudeste, centro-oeste e sul. Isto tem facilitado a difusão de tecnologia entre os estados.

Com relação à dimensão das lavouras, nota-se, na parte C do quadro 25, que existe predominância de áreas plantadas com menos de 10 hectares. No entanto, nos últimos anos há redução da importância dessas lavouras, conseqüentemente, aumento das lavouras médias e grandes que utilizam melhor tecnologia.

Com base no que foi exposto acredita-se que haverá convergência de produtividade da terra para a cultura da mandioca. Embora tenha se verificado uma mudança com esta cultura em termos de tecnologia, o padrão que ainda se verifica é a mandioca sendo cultivada principalmente por produtores de pequeno porte com pouco ou nenhum uso de tecnologia moderna, especialmente de adubos. Nesse sentido, espera-se que todos os estados converjam em termos de produtividade, em função de todos estarem usando baixa tecnologia.

4.10 Cultura do milho

Provavelmente, o milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas, e através de medições por desintegração radioativa, de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. Logo depois do descobrimento da América, o milho foi levado para a Europa, onde era cultivado em

jardins, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Passou, então, a ser plantado em escala comercial e espalhou-se pelo mundo (Embrapa, 2004).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. No entanto, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% da produção de milho é destinada a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano. Apesar de não ter uma participação muito grande no uso de milho em grão, a alimentação humana, com derivados de milho, constitui fator importante de uso desse cereal em regiões com baixa renda. Em algumas situações, o milho constitui a ração diária de alimentação, por exemplo: no Nordeste do Brasil, o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no semi-árido.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, responsável por 6% da produção mundial (35 milhões de toneladas de milho na safra 2001/02) atrás apenas dos Estados Unidos, com 41% (241,5 milhões de toneladas) e da China (114 milhões de toneladas), com 19%, sendo estes os principais países na produção mundial do cereal (593 milhões de toneladas) US Department of Agriculture, (USDA) (data).

Quanto à produtividade brasileira na cultura do milho, apesar do acréscimo ao longo dos últimos 30 anos (2,82 t/ha em 2001), ela é pequena se comparada à norte-americana (8,60 t/ha em 2001) que se beneficia de zonas edafoclimáticas mais adequadas à produção do cereal, ou a Argentina (5,69 t/ha em 2001) que possui solos extremamente férteis.

Em relação à área colhida com milho constata-se, conforme Figura 15, que esta aumentou até 1994, diminuiu de 1995 a 1998 e voltou a aumentar a partir de 1999. A produtividade permaneceu praticamente estagnada até a década de 1960 aumentando a partir de 1970, em especial na década de 1990.

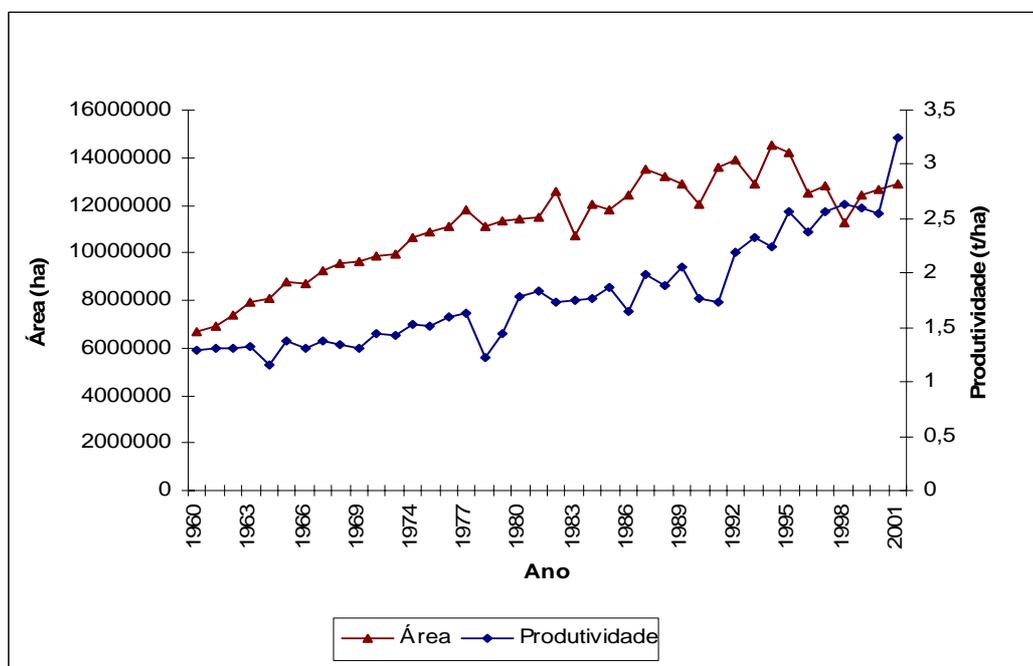


Figura 15 - Evolução da área e produtividade da cultura do milho: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

Apesar da expansão da cultura do milho e de seu plantio em todos os estados do Brasil, a produtividade e tecnologia são diferentes entre os estados.

No ano de 2001 nota-se que as diferenças de produtividades entre as regiões produtoras foram bastante acentuadas. Na região norte a produtividade média foi de 1,53 ton/ha. Na região nordeste a produtividade média foi de 0,42 ton/ha. Nas regiões sudeste, sul e centro oeste, as produtividades médias foram 2,27 ton/ha, 4,21 ton/ha e 3,88 ton/ha, respectivamente.

Quanto às mudanças ocorridas com a cultura do milho em relação ao uso de adubo, ao tipo de cultivo e à estrutura de produção, observa-se na parte (A) do quadro 26, anexo C, que a prática de adubação das lavouras de milho vem ampliando, mas ainda é bem distinta entre as regiões produtoras. Em 1995, 84% da área plantada com milho no

sudeste era adubada. No centro-oeste e Sul eram 88% e 85%, mas no norte e nordeste o percentual da área adubada em relação à área total foi de 8% e 12%, respectivamente.

A prática do plantio simples também vem aumentando, mas é mais intensa no centro-oeste, sudeste e sul. Em 1995, 97% dos plantios de milho no centro-oeste eram com plantio simples. No sudeste, sul, norte e nordeste essa percentagem era, respectivamente, 84%, 89%, 57% e 26%.

No centro-oeste, sudeste e sul predominam médias e grandes lavouras de milho, enquanto que no norte e nordeste são pequenas lavouras as predominantes. Essa diferença do tamanho das lavouras dificulta a homogeneidade de tecnologia, pois parte expressiva das produções de milho no norte e nordeste é para consumo próprio dos produtores.

Com base no que foi exposto acredita-se que não haverá convergência de produtividade da terra para a cultura do milho. Embora tenha se verificado uma mudança com esta cultura em termos de tecnologia, ainda se observa a convivência de pequenos produtores, cultivando com baixa tecnologia e consumo próprio, com grandes produtores cultivando em áreas maiores, com uma tecnologia mais avançada e produção voltada ao mercado. Assim, o que espera é, não a convergência de todos os estados produtores para um nível comum de produtividade, mas a formação de grupos de estados - com baixa e alta tecnologia - convergindo entre si.

4.11 Cultura da soja

Originária da China, a soja chegou no Brasil em 1882, trazido dos Estados Unidos. Contudo foi somente no ano de 1900 e 1901 que o IAC distribuiu aos produtores as primeiras sementes para serem plantadas.

O soja é um grão muito versátil que dá origem a produtos e subprodutos muito usados pela agroindústria, indústria química e de alimentos. Na alimentação

humana, o soja entra na composição de vários produtos e seu uso mais conhecido, no entanto, é como óleo refinado, obtido a partir do óleo bruto. Nesse processo, também é produzida a lecitina, um agente emulsificante (substância que faz a ligação entre a fase aquosa e oleosa dos produtos), muito usada na fabricação de salsichas, maioneses, achocolatados, entre outros produtos. Recentemente, o soja vem crescendo também como fonte alternativa de combustível.

No ano de 2003 a produção mundial de soja foi de 195,82 milhões de toneladas, numa área plantada de 81,221 milhões de hectares. Esta produção atende um Complexo Agroindustrial que movimenta aproximadamente US\$ 215 bilhões/ano. Os Estados Unidos é o maior produtor mundial do grão. Sua produção é de 74,29 milhões de toneladas numa área plantada de 29,27 milhões de hectares. A produtividade norte-americana é de 2,25 mil kg/ha. O Brasil é o segundo maior produtor do mundo. No ano de 2001 sua produção foi de 37,9 milhões de toneladas numa área colhida de 13,99 milhões de hectares, com produtividade de 2,71 mil kg/ha. A produção brasileira atendeu, neste mesmo ano, um Complexo Agroindustrial que movimentou US\$ 30 bilhões. Sua produtividade média foi de 2.340 kg/ha. Figuram também como maiores produtores, a Argentina e a China e Índia (Embrapa Soja).

Conforme pode ser observado na Figura 16, a área colhida com soja tem crescido quase que continuamente, em especial a partir da década de 1970. Em 1960 a área colhida com soja foi de 171.440 hectares, no ano de 1970 foi de 1.318.809 hectares e nos anos de 1990 e 2001 foram de 11.584.734 e 13.988.351 hectares, respectivamente. Esse grande crescimento da área também veio acompanhado de grande crescimento de produtividade.

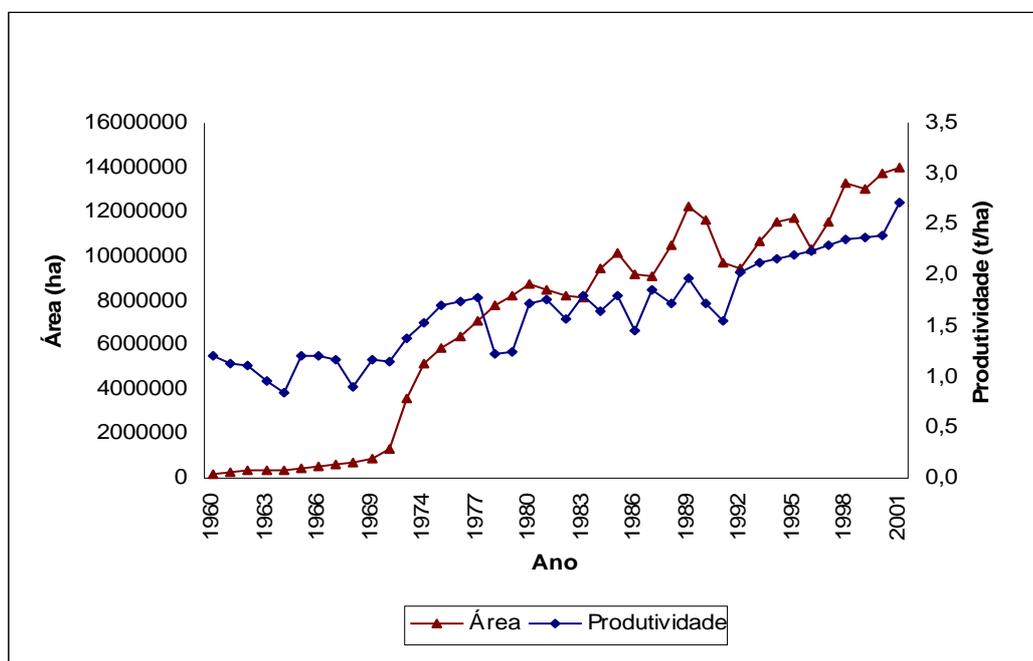


Figura 16 - Evolução da área e produtividade da cultura da soja: 1960-2001

Fonte: IBGE (1960, 2001)

Os principais estados produtores em 1970, com suas respectivas produção e área, foram: Paraná (368.006 ton. em 304.211 ha), São Paulo (90.086 ton. em 62.152 ha), Rio Grande do Sul (976.807 ton. em 871.202 ha) e Santa Catarina (52.998 ton. em 65.956 ha).

No ano de 2001, além dos estados já citados, passaram também a figurar no cenário nacional, como maiores produtores, os estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, Bahia e Maranhão. A produção e a área dos principais estados em 2001 foram: Paraná (8.615.187 ton. em 2.818.080 ha), São Paulo (1.355.680 ton. em 530.000 ha), Minas Gerais (1.390.635 ton. em 632.418 ha), Rio Grande do Sul (6.951.830 ton. em 2.976.498 ha) e Santa Catarina (534.321 ton. em 198.853 ha), Mato Grosso + Mato Grosso do Sul (12.648.316 ton. em 4.186.434 ha), Goiás + Tocantins (4.240.395 ton. em 1.621.086 ha), Bahia (1.407.600 ton. em 690.000 ha) e Maranhão (491.083 ton. em 213.436 ha).

Não há uma diferença tão grande em termos de produtividade entre os principais estados produtores de soja tal como surge no milho. De acordo com a Embrapa Soja, isto é devido à constante preocupação deste órgão em desenvolver cultivares adaptados às diferentes realidades estaduais e/ou regionais. A produtividade observada no ano de 2001, nos principais estados produtores, foi: Paraná 4,49 ton/ha, São Paulo 3,74 ton/ha, Minas Gerais 3,31 ton/ha, Santa Catarina 4,40 ton/ha, Rio Grande do Sul 3,66 ton/ha, Mato Grosso 3,61 ton/ha e Goiás 4,38 ton/ha.

A frequência de adubação nas lavouras do soja cresceram e são, atualmente, muito próximas nas principais regiões produtoras. Observa-se, na parte A do quadro 27 (anexo C), que as principais regiões produtoras - sudeste, centro-oeste e sul – utilizam adubo em mais de 95% de sua área total.

Nota-se também que, independente da ordem de classificação das regiões em relação à produção nacional, todas elas adotam o tipo de cultivo simples na maior parte da área total plantada (parte B, do quadro 27)

A cultura do soja tem sido realizada em médias e grandes lavouras, sendo que as pequenas lavouras (até 10 hectares) têm diminuído. Apenas na região sul elas existem, mas passaram de 19% da área plantada em 1970 para 11% em 1995 (parte C do quadro 27). Essa homogeneização no tamanho das lavouras entre os estados produtores facilita a difusão de tecnologia.

Com base no que foi exposto acredita-se que haverá convergência de produtividade da terra para a cultura do soja.

5 MODELO TEÓRICO SOBRE CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DA TERRA

Este capítulo desenvolve um modelo teórico, tomando como base o modelo de Barro e Sala-i-Martin (1990) e a apresentação de Valdéz (1999), para explicar o processo de convergência da produtividade da terra. Para tanto, define-se um modelo composto de três equações, para uma economia na qual apenas o setor agropecuário é considerado, ou seja: uma função de produção, uma função de acumulação de capital e uma função para a taxa de crescimento da população. A economia produz e consome uma única mercadoria. Assim, da produção, designada por $Y(t)$, uma parte é consumida e o restante é poupado e investido.

Se designarmos a fração poupada do produto por uma constante s , então, a taxa de poupança pode ser representada por $sY(t)$ e o estoque de capital, na forma de acumulação do capital, por $K(t)$. O investimento líquido será, então, o aumento neste estoque de capital dado por ΔK . Logo, a equação para o crescimento do capital é o investimento total (sY) menos a depreciação, que corresponde a uma fração constante do capital a cada período de tempo, designada por δK . Tem-se:¹⁸:

$$\Delta K = sY - \delta K \quad (29)$$

¹⁸ A hipótese de igual taxas de depreciação para todos os tipos de capital decorre do fato de ser este um parâmetro não observável que varia com o uso e a idade do bem. Ball et al. (1993) tentaram contornar o problema introduzindo um método que assume diferentes taxas de depreciação para diferentes tipos de capital, porém, não resolveram o problema. Assim, este estudo assumirá taxas iguais de depreciação para todos os tipos de capital.

O produto (Y) é produzido com a ajuda de apenas três insumos: capital (K_t), terra (S_t) e trabalho (L_t).

Definindo a função de produção como sendo:

$$Y = F(K, L, S) \quad (30)$$

Trata-se de uma função de produção que apresenta retornos constantes à escala¹⁹, implicando que $F(\alpha K, \alpha L, \alpha S) = \alpha Y$, ou seja, duplicando os insumos, o produto dobrará. Os produtos marginais do capital, da terra e do trabalho são positivos, mas decrescentes, significando que $F'_K = \frac{\partial Y}{\partial K} > 0$, $F'_L = \frac{\partial Y}{\partial L} > 0$ e $F'_S = \frac{\partial Y}{\partial S} > 0$ assim como, $F''_K = \frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} < 0$, $F''_L = \frac{\partial^2 Y}{\partial L^2} < 0$ e $F''_S = \frac{\partial^2 Y}{\partial S^2} < 0$. Além dessas características, é uma função homogênea de grau um. Não há recursos não aproveitáveis, não há comércio internacional e nem progresso técnico.

A quantidade de terra produtiva no tempo é dada pela equação que consta da 1ª lei de Mitscherlich (ver Mahl et. al, 2000), ou seja:

$$S_t = S^{\max} [1 - e^{-b(t+\theta)}] \quad (31)$$

Na equação (31) S_t representa a terra produtiva no tempo t, S^{max} corresponde à quantidade total de área apta para a agricultura, θ descreve o valor de S₀ ou o valor de terra produtiva inicial, e b é o parâmetro da curva.

A representação gráfica da equação de Mitscherlich é dada pela Figura 17, abaixo:

¹⁹ A suposição de uma função de produção com retornos constantes à escala tem, recentemente, recebido suporte empírico de Mundlak et.al. (1997). Eles mostraram que a soma da elasticidade dos inputs numa regressão sem restrição entre países, é praticamente 1. Bernard e Jones (1996) estimaram o coeficiente de convergência para 6 setores dos Estados Unidos incluindo a agricultura e consideraram competição perfeita e retornos constantes à escala.

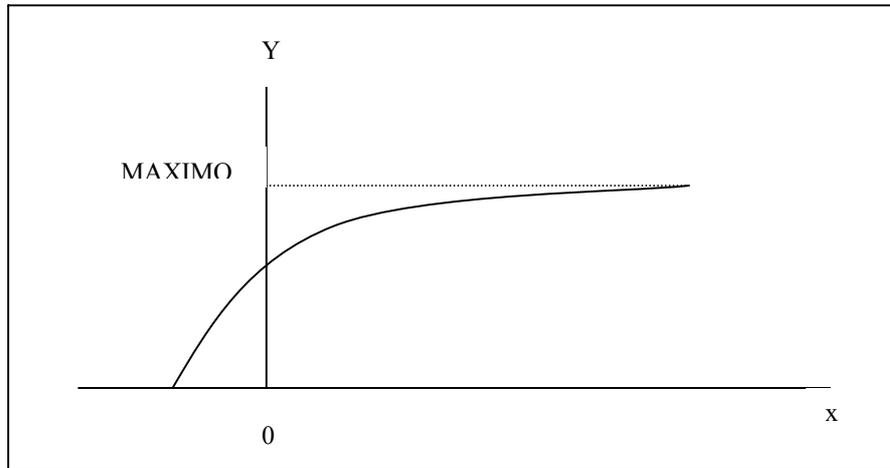


Figura 17 – Ilustração gráfica representativa da equação de Mitscherlich

A escolha dessa expressão decorre do fato de que a evolução de ocupação de terras no Brasil seguiu um comportamento similar ao gráfico que representa esta equação. Por esta razão, acredita-se ser apropriada considerá-la como representativa da quantidade de terra produtiva no tempo.

Derivando a equação (31) em relação ao tempo (t), tem-se:

$$\frac{dS_t}{dt} = S^{\max} \left[-e^{-b(t+\theta)} (-b) \right]$$

$$\frac{dS_t}{dt} = b \cdot S^{\max} \left[e^{-b(t+\theta)} \right]$$

$$\frac{dS_t}{dt} = \frac{b \cdot S^{\max}}{e^{b(t+\theta)}} \quad (32)$$

Considerando que o crescimento da população é exógeno e que a força de trabalho agrícola aumenta a uma taxa constante relativa n , tem-se:

$$L(t) = L_0 e^{nt} \quad (33)$$

Ao definir esta função levou-se em consideração o fato de que ela é válida para certos períodos de tempo, onde n é fixo em um dos períodos, mas ele pode diferir de um período a outro.

Substituindo a equação (31) e (33) na equação (29), obtém-se:

$$\Delta K = sF[K, L_0 e^{nt}, S^{\max}(1 - e^{-b(t+\theta)})] - \delta K \quad (34)$$

Reescrevendo a função de produção definida pela equação (30) em termos da terra, tem-se que:

$$\frac{Y}{S} = F\left(\frac{K}{S}, \frac{L}{S}, \frac{S}{S}\right) = F\left(\frac{K}{S}, \frac{L}{S}, 1\right) \quad (35)$$

Chamando, $k = K/S$, $y = Y/S$ e $l = L/S$ que representam, respectivamente, o capital por hectare, o produto por hectare ou produtividade da terra e o trabalho por hectare, a equação (35) pode ser reescrita como:

$$y = f(k, l) \quad (36)$$

Esta expressão informa que a produtividade da terra está em função do capital por hectare e do número de trabalhadores por hectare. Logo, para que y aumente, é preciso aumentar tanto o estoque de capital quanto de trabalho por hectare.

De (29) tínhamos $\Delta K = s(Y) - \delta K$, que dividindo pela terra nos dá a acumulação de capital por hectare, assim:

$$\frac{\Delta K}{S} = s \frac{Y}{S} - \delta \frac{K}{S} \quad (37)$$

$$\frac{\Delta K}{S} = s \cdot y - \delta k \quad (38)$$

Por definição $\frac{K}{S} = k$. Extraíndo o logaritmo dessa expressão e derivando

com relação ao tempo obtém-se a taxa de crescimento do capital por hectare, dada por:

$$\ln K - \ln S = \ln k$$

$$\frac{\partial \ln K}{\partial t} - \frac{\partial \ln S}{\partial t} = \frac{\partial \ln k}{\partial t} \quad \text{ou,}$$

$$\frac{1}{k} \cdot \frac{dk}{dt} = \frac{1}{K} \cdot \frac{dK}{dt} - \frac{1}{S} \cdot \frac{dS}{dt}$$

$$\frac{\Delta k}{k} = \frac{\Delta K}{K} - \frac{\Delta S}{S} \quad (39)$$

ou seja, a taxa de crescimento do capital por hectare é igual a taxa de crescimento do capital menos a taxa de crescimento da terra.

Mas, a taxa de crescimento da quantidade produtiva de terra (S) no tempo é dada por:

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{b \cdot S^{\max}}{e^{b(t+\theta)}} \cdot \frac{1}{S^{\max} [1 - e^{-b(t+\theta)}]}$$

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{b}{e^{b(t+\theta)} [1 - e^{-b(t+\theta)}]}$$

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \quad (40)$$

Substituindo a equação (40) na equação (39), temos que:

$$\frac{\Delta k}{k} = \frac{\Delta K}{K} - \frac{b}{(e^{b(t+\theta)} - 1)} \quad (41)$$

Multiplicando ambos lados da expressão (41) por $\frac{K}{S}$, ficamos com:

$$\frac{\Delta k}{k} \cdot \frac{K}{S} = \frac{\Delta K}{K} \cdot \frac{K}{S} - \frac{b}{(e^{b(t+\theta)} - 1)} \cdot \frac{K}{S} \quad \text{que após eliminar os termos comuns,}$$

gera:

$$\Delta k = \frac{\Delta K}{S} - \frac{b}{(e^{b(t+\theta)} - 1)} \cdot k \quad (42)$$

mas, da equação (37), tem-se que: $\frac{\Delta K}{S} = s\left(\frac{Y}{S}\right) - \delta\left(\frac{K}{S}\right) = s(y) - \delta k$.

Substituindo esta informação na equação (42), obtém-se:

$$\Delta k = sy - \delta k - \frac{b}{(e^{b(t+\theta)} - 1)} \cdot k$$

Rearranjando os termos, obtém-se:

$$\Delta k = sy - \left(\frac{b}{(e^{b(t+\theta)} - 1)} + \delta \right) k \quad (43)$$

A expressão (43) nos dá o aumento da relação K/S.

Assumindo agora uma função de produção Cobb-Douglas ampliada para considerar a tecnologia tem-se que:

$$Y = A.(K^\alpha L^\beta S^{1-\alpha-\beta}) \quad (44)$$

onde,

$$A = A_0 e^{gt} \quad (45)$$

Derivando a equação (45) em relação ao tempo, tem-se que:

$$\Delta A = g \cdot A_0 e^{gt} = g \cdot A \quad \text{então,}$$

$$\frac{\Delta A}{A} = g \quad (46)$$

onde g é o parâmetro que representa a taxa de crescimento tecnológico exógena.

Dividindo a equação (44) por S para expressá-la em termos de hectare, tem-se que:

$$\frac{Y}{S} = \frac{A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \cdot S^{1-\alpha-\beta}}{S}$$

Multiplicando e dividindo o segundo membro da expressão imediatamente acima por S^α e S^β , tem-se:

$$\frac{Y}{S} = A \cdot \frac{K^\alpha}{S^\alpha} \cdot \frac{L^\beta}{S^\beta} \cdot \frac{S^{1-\alpha-\beta}}{S} \cdot S^\alpha \cdot S^\beta \quad (47)$$

como, $y = Y/S$, $k = K/S$ e $l = L/S$ então, a equação (47) pode ser reescrita como:

$$y = A k^\alpha l^\beta, \text{ pois } \frac{S^{1-\alpha-\beta} \cdot S^\alpha \cdot S^\beta}{S} = 1 \quad (48)$$

Tirando o logaritmo natural da expressão (48) e derivando em relação ao tempo, obtém-se:

$$\ln y = \ln A + \ln k^\alpha + \ln l^\beta$$

$$\frac{\partial \ln y}{\partial t} = \frac{\partial \ln A}{\partial t} + \frac{\partial \ln k^\alpha}{\partial t} + \frac{\partial \ln l^\beta}{\partial t}$$

$$\frac{1}{y} \cdot \Delta y = \frac{1}{A} \cdot \Delta A + \frac{1}{k^\alpha} \cdot \alpha \cdot k^{\alpha-1} \cdot \Delta k + \frac{1}{l^\beta} \cdot \beta \cdot l^{\beta-1} \cdot \Delta l$$

como $\frac{\Delta A}{A} = g$ então:

$$\frac{\Delta y}{y} = g + \alpha \frac{\Delta k}{k} + \beta \frac{\Delta l}{l} \quad (49)$$

chamando: $\frac{\Delta y}{y} = g_y$, $\frac{\Delta l}{l} = g_l$ e $\frac{\Delta k}{k} = g_k$ e substituindo na equação (49) temos que:

$$g_y = g + \alpha g_k + \beta g_l \quad (50)$$

Da equação (50) conclui-se que a taxa de crescimento do produto por hectare (g_y) é igual à soma da taxa de crescimento da tecnologia (g), da taxa de crescimento do capital por hectare (g_k) e da taxa de crescimento do trabalho por hectare (g_l), esses dois últimos ponderados por sua participação na função de produção.

Definindo o capital por hectare em termos de tecnologia como sendo,

$\tilde{k}_t = \frac{k_t}{A_t}$, o produto por hectare em termos de tecnologia como sendo, $\tilde{y}_t = \frac{y_t}{A_t}$ e o

trabalho por hectare em termos de tecnologia como sendo, $\tilde{l}_t = \frac{l_t}{A_t}$. Neste caso, temos

que: $k_t = \tilde{k}_t A_t$ assim como, $y_t = \tilde{y}_t A_t$ e $l_t = \tilde{l}_t A_t$.

A taxa de crescimento da produtividade da terra em termos tecnológico, definida por $\hat{\tilde{y}}$, é dada por:

$$\hat{\tilde{y}} = \frac{\Delta \tilde{y}}{\tilde{y}} \quad (51)$$

mas, $\tilde{y} = \frac{y}{A} = \frac{A k^\alpha l^\beta}{A}$ portanto,

$$\tilde{y} = k^\alpha l^\beta \quad (52)$$

Derivando a equação (52) em relação ao tempo, tem-se que:

$$\begin{aligned} \frac{d\tilde{y}}{dt} &= \frac{d(k^\alpha l^\beta)}{dt} = \frac{dk^\alpha}{dt} l^\beta + k^\alpha \frac{dl^\beta}{dt} \\ \frac{d\tilde{y}}{dt} &= \alpha \cdot k^{\alpha-1} \cdot \Delta k \cdot l^\beta + k^\alpha \cdot \beta \cdot l^{\beta-1} \cdot \Delta l \\ \frac{d\tilde{y}}{dt} &= k^\alpha l^\beta [\alpha \cdot k^{-1} \cdot \Delta k + \beta \cdot l^{-1} \cdot \Delta l] \end{aligned} \quad (53)$$

A partir da equação (53) obtém-se a taxa de crescimento do produto por hectare em termos de tecnologia ($\hat{\tilde{y}}$), que é dado por:

$$\begin{aligned} \hat{\tilde{y}} &= \frac{\frac{d\tilde{y}}{dt}}{\tilde{y}} = \frac{k^\alpha l^\beta [\alpha \cdot k^{-1} \cdot \Delta k + \beta \cdot l^{-1} \cdot \Delta l]}{k^\alpha l^\beta}, \text{ então,} \\ \hat{\tilde{y}} &= \frac{d\tilde{y}}{dt} = \alpha \cdot \frac{\Delta k}{k} + \beta \cdot \frac{\Delta l}{l} \end{aligned} \quad (54)$$

Esta expressão informa que a taxa de crescimento da produtividade agrícola, medida em termos tecnológicos, depende da taxa de crescimento do capital/hectare e da taxa de crescimento do trabalho/hectare, ambos ponderados por sua participação na função de produção.

Substituindo a equação (54) na equação (49) obtém-se:

$$\frac{\Delta y}{y} = \hat{y} = g + \hat{\tilde{y}} \quad (55)$$

De modo análogo, obtém-se:

$$\hat{k} = g + \hat{\tilde{k}} \quad (56)$$

$$\hat{l} = g + \hat{\tilde{l}} \quad (57)$$

Da equação (36) tínhamos que $y = f(k, l)$. Dividindo esta expressão pela tecnologia (A), tem-se que, $\frac{y}{A} = f\left(\frac{k}{A}, \frac{l}{A}\right)$ a partir da qual se obtém:

$$\tilde{y} = f(\tilde{k}, \tilde{l}) \quad (58)$$

então:

$$\begin{aligned} \hat{\tilde{y}} &= \frac{d\tilde{y}/dt}{\tilde{y}} = \frac{\left(\frac{df}{d\tilde{k}}\right)\left(\frac{d\tilde{k}}{dt}\right) + \left(\frac{df}{d\tilde{l}}\right)\left(\frac{d\tilde{l}}{dt}\right)}{f(\tilde{k}, \tilde{l})} \\ \hat{\tilde{y}} &= \frac{d\tilde{y}/dt}{\tilde{y}} = \frac{f'(\tilde{k})\left(\frac{d\tilde{k}}{dt}\right) + f'(\tilde{l})\left(\frac{d\tilde{l}}{dt}\right)}{f(\tilde{k}, \tilde{l})} \end{aligned} \quad (59)$$

mas, $f'(\tilde{k}) = PM_g K$, que é o produto marginal do capital e $f'(\tilde{l}) = PM_g L$, o produto marginal do trabalho. Substituindo estas informações na expressão (59), tem-se que:

$$\hat{\tilde{y}} = \frac{d\tilde{y}/dt}{\tilde{y}} = \frac{PM_g K \left(\frac{d\tilde{k}}{dt}\right)}{f(\tilde{k}, \tilde{l})} + \frac{PM_g L \left(\frac{d\tilde{l}}{dt}\right)}{f(\tilde{k}, \tilde{l})} \quad (60)$$

Multiplicando o numerador e o denominador da 1ª parcela do 2º membro da equação (60) por \tilde{k} e a 2ª parcela do 2º membro por \tilde{l} , obtemos:

$$\hat{y} = \frac{\tilde{k}.PM_g K \left(\frac{d\tilde{k}}{dt} \right)}{f(\tilde{k}\tilde{l}).\tilde{k}} + \frac{\tilde{l}.PM_g L \left(\frac{d\tilde{l}}{dt} \right)}{f(\tilde{k}\tilde{l}).\tilde{l}} \quad (61)$$

e utilizando a informação de que, $\frac{d\tilde{k}}{dt} = \hat{k}$, $\frac{d\tilde{l}}{dt} = \hat{l}$ além de que: $f(\tilde{k}\tilde{l}) = \frac{Y}{AS}$,

$\tilde{k} = \frac{K}{AS}$ e $\tilde{l} = \frac{L}{AS}$, a expressão (61) pode ser reescrita como:

$$\hat{y} = \frac{\left(\frac{K}{AS} \right) PM_g K \cdot \hat{k}}{\frac{Y}{AS}} + \frac{\left(\frac{L}{AS} \right) PM_g L \cdot \hat{l}}{\frac{Y}{AS}} \quad (62)$$

Após eliminar os termos comuns e usando o fato de que $K.PM_g K = \pi =$ montante de remuneração do capital e $L.PM_g L = W =$ montante de remuneração do trabalho, pode-se reescrever (62) como sendo:

$$\hat{y} = \frac{\pi}{Y} \hat{k} + \frac{W}{Y} \hat{l}$$

ou,

$$\hat{y} = s_K \cdot \hat{k} + s_L \cdot \hat{l} \quad (63)$$

onde S_K é a participação da remuneração do capital no produto agropecuário e S_L é a participação da remuneração do trabalho no produto agropecuário.

Da equação (55) tínhamos que $\hat{y} = g + \hat{y}$. Substituindo a equação (63) nesta expressão, obtém-se:

$$\hat{y} = g + s_K \cdot \hat{k} + s_L \cdot \hat{l} \quad (64)$$

Pela equação (43) tínhamos que $\Delta k = s\tilde{y} - \left(\frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} + \delta \right) k$. Expressando esta equação em termos tecnológicos obtém-se:

$$\frac{\Delta k}{A} = s\tilde{y} - \left(\frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} + \delta \right) \tilde{k} \quad (65)$$

como, $\tilde{k} = \frac{k}{A}$ então,

$$\Delta \tilde{k} = \frac{\Delta k \cdot A - k \cdot \Delta A}{A^2}$$

Substituindo a equação (46) na equação acima, tem-se:

$$\Delta \tilde{k} = \frac{\Delta k \cdot A}{A \cdot A} - \frac{k \cdot g \cdot A}{A \cdot A}, \text{ eliminando os termos comuns dessa expressão, obtém-se:}$$

se:

$$\frac{\Delta k}{A} = \Delta \tilde{k} + \tilde{k} \cdot g \quad (66)$$

Substituindo a equação (66) na equação (65) tem-se que,

$$\Delta \tilde{k} + \tilde{k} \cdot g = s\tilde{y} - \left(\frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} + \delta \right) \tilde{k}. \text{ Rearranjando esta expressão obtém-se a}$$

expressão da acumulação de capital por hectare, medida em termos tecnológicos, definida por:

$$\Delta \tilde{k} = s\tilde{y} - \left(\frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} + \delta + g \right) \cdot \tilde{k} \quad (67)$$

Dividindo a equação (67) por \tilde{k} , obtém-se a equação para a taxa de crescimento do capital tecnológico $\left(\hat{\tilde{k}} \right)$, dada por:

$$\frac{\Delta \tilde{k}}{\tilde{k}} = \hat{\tilde{k}} = \frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}} - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g \quad (68)$$

A partir da informação de que $\tilde{l} = \frac{l}{A}$, sabe-se que a taxa de crescimento do trabalho, medido em termos tecnológicos, é definido como sendo, $\hat{\tilde{l}} = \frac{\Delta \tilde{l}}{\tilde{l}}$, então:

$$\begin{aligned} \Delta \tilde{l} &= \Delta \left(\frac{l}{A} \right) = \frac{\Delta l \cdot A - l \cdot \Delta A}{A^2} = \frac{\Delta l \cdot A}{A \cdot A} - \frac{l \cdot g \cdot A}{A \cdot A} \\ \Delta \tilde{l} &= \frac{\Delta l}{A} - \tilde{l} \cdot g \end{aligned} \quad (69)$$

sabe-se que:

$$\Delta l = \frac{dl}{dt} = \frac{d \left(\frac{L}{S} \right)}{dt} = \frac{\Delta L \cdot S - L \cdot \Delta S}{S^2}$$

Sabendo que $\Delta L = n \cdot L$, tomando a equação (31) para S^{MAX} e a equação (32) para ΔS , tem-se:

$$\Delta l = \frac{n \cdot L \cdot S}{S \cdot S} - \frac{L \cdot b \cdot S^{\text{max}}}{e^{b(t+\theta)} (S^{\text{max}})^2 \cdot [1 - e^{-b(t+\theta)}]^2}$$

Após simplificações de variáveis que aparecem no numerador e denominador, tem-se:

$$\Delta l = n \cdot l - \frac{b \cdot L}{e^{b(t+\theta)} \cdot S^{\text{max}} [1 - e^{-b(t+\theta)}] \cdot [1 - e^{-b(t+\theta)}]}$$

Da equação (31) tem-se que $S_t = S^{\text{max}} [1 - e^{-b(t+\theta)}]$. Além disso, $e^{b(t+\theta)} \cdot [1 - e^{-b(t+\theta)}] = e^{b(t+\theta)} - 1$. Logo:

$$\Delta l = n.l - \frac{b.l}{e^{b(t+\theta)} - 1}$$

$$\Delta l = l \left[n - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right] \quad (70)$$

Dividindo a expressão (70) pela tecnologia (A), obtém-se:

$$\frac{\Delta l}{A} = \tilde{l} \left[n - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right] \quad (71)$$

Da expressão (69) sabe-se que:

$$\Delta \tilde{l} = \frac{\Delta l}{A} - \tilde{l} \cdot g. \text{ Rearranjando esta equação obtém-se:}$$

$$\frac{\Delta l}{A} = \Delta \tilde{l} + \tilde{l} \cdot g \quad (72)$$

Substituindo a equação (72) na equação (71), tem-se:

$$\Delta \tilde{l} + \tilde{l} \cdot g = \tilde{l} \left[n - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right] \quad \text{ou,}$$

$$\Delta \tilde{l} = \tilde{l} \left[n - g - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right] \quad (73)$$

Finalmente, dividindo a equação (73) por \tilde{l} , obtém a taxa de crescimento da força de trabalho por hectare, em termos tecnológicos, dada por:

$$\frac{\Delta \tilde{l}}{\tilde{l}} = \hat{\tilde{l}} = \left[n - g - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right] \quad (74)$$

Nesta expressão a taxa de crescimento da força de trabalho agrícola depende positivamente do crescimento da população e negativamente do crescimento da tecnologia e do crescimento da quantidade de terra medida em termos tecnológicos.

Substituindo as equações (74) e (68) na expressão (63) obtém-se a taxa de crescimento da produtividade da terra, especificada em termos tecnológicos ($\hat{\tilde{y}}$), ou seja:

$$\hat{\tilde{y}} = s_K \left[\frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}} - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g \right] + s_L \left[n - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - g \right] \quad (75)$$

Substituindo a expressão (75) na expressão (55), obtém-se a taxa de crescimento da produtividade da terra (\hat{y}).

$$\hat{y} = g + s_K \left[\frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}} - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g \right] + s_L \left[n - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - g \right] \quad (76)$$

Sabe-se que $S_K = \alpha$ e $S_L = \beta$, onde α e β são parâmetros da função de produção (equação 44). Veja o anexo D para esta demonstração.

Então, a equação (76) pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\hat{y} = g + \alpha \left[\frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}} - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g \right] + \beta \left[n - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - g \right] \quad (77)$$

A partir da informação de que $\frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} = \frac{y/A}{k/A}$ implicando que $\frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} = \frac{y}{k} = \frac{Y/S}{K/S} = \frac{Y}{K}$,

então: $\frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} = \frac{Y}{K}$.

Mas, da equação (105) do anexo D sabe-se que $\frac{Y}{K} = (Ay^{\alpha-1}l^\beta)^{1/\alpha}$, portanto:

$$\frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} = (Ay^{\alpha-1}l^\beta)^{1/\alpha} \quad (78)$$

Substituindo a expressão (78) na equação (77)

$$\hat{y} = g + \alpha \left[s \left(A y^{\alpha-1} l^\beta \right)^{\frac{1}{\alpha}} - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g \right] + \beta \left[n - g - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right] \quad (79)$$

Considerando o fato de que $y^{\left(\frac{\alpha-1}{\alpha}\right)} = e^{\ln y \left(\frac{\alpha-1}{\alpha}\right)}$ então a equação (79) pode ser

reescrita da forma:

$$\hat{y} = g + \alpha \left[s \left(A^{\frac{1}{\alpha}} e^{\ln y \left(\frac{\alpha-1}{\alpha}\right)} l^{\frac{\beta}{\alpha}} \right) - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g \right] + \beta \left[n - g - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right] \quad (80)$$

Não se conhece a forma funcional dessa expressão. Contudo, pode-se supor que, no longo prazo, se os estados forem semelhantes em termos de nível tecnológico, taxa de poupança (ou investimento) e depreciação, existe um estado estacionário para o qual a produtividade agrícola dos estados convergirá. Este estado estacionário ocorre quando na equação (67) $s\tilde{y} = \left(\frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} + \delta + g \right) \cdot \tilde{k}$, neste ponto \tilde{y} é constante,

implicando que $\frac{d\tilde{y}}{dt} = 0$. Como $\frac{d\tilde{y}}{dt} = 0$, então a taxa de crescimento da produtividade

tecnológica, definida como sendo $\hat{\tilde{y}} = \frac{d\tilde{y}/dt}{\tilde{y}}$, será igual a zero. Mas, pela equação (55),

$\hat{y} = g + \hat{\tilde{y}}$, como $\hat{\tilde{y}} = 0$ no estado estacionário, então $\hat{y} = g$, ou seja, a produtividade crescerá à taxa do progresso tecnológico.

Supondo que o ponto estacionário exista, então, na equação (81) será feito a expansão de Taylor²⁰ de primeira ordem para descrever a trajetória de y ao redor de seu estado estacionário definido por y^* da forma:

²⁰ A idéia do polinômio de Taylor é de que, dada uma função que possua uma forma funcional “desconhecida”, é possível estimar o valor desta função expandindo a função em torno de um ponto qualquer, conhecido. A ordem do polinômio vai depender do objetivo do estudo.

$$\hat{y} = [\hat{y}]_{y=y^*} + \left(\frac{d\hat{y}}{d \log y} \right)_{\log y = \log y^*} \cdot (\log y - \log y^*) \quad (81)$$

$$\frac{d\hat{y}}{d \log y} = \alpha \cdot s \cdot A^{\frac{1}{\alpha}} \cdot e^{\log y \cdot \left(\frac{\alpha-1}{\alpha}\right)} \cdot \frac{\alpha-1}{\alpha} \cdot l^{\frac{\beta}{\alpha}}$$

$$\frac{d\hat{y}}{d \log y} = s \cdot A^{\frac{1}{\alpha}} \cdot y^{\left(\frac{\alpha-1}{\alpha}\right)} (\alpha-1) \cdot l^{\frac{\beta}{\alpha}} \quad (82)$$

Substituindo a equação (82) na equação (81), obtém-se que:

$$\hat{y} = g + (\alpha-1) \left(s A^{\frac{1}{\alpha}} y^{\left(\frac{\alpha-1}{\alpha}\right)} l^{\frac{\beta}{\alpha}} \right) (\log y - \log y^*) \quad (83)$$

Da equação (63) tem-se que $\hat{y} = s_K \cdot \tilde{k} + s_L \cdot \tilde{l}$. Mas no estado estacionário $\hat{y} = 0$, logo:

$$s_K \tilde{k} = -s_L \tilde{l} \quad (84)$$

mas, pelas equações (68) e (74) sabe-se que $\frac{\Delta \tilde{k}}{\tilde{k}} = \tilde{k} = \frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}} - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g$, e que

$\frac{\Delta \tilde{l}}{\tilde{l}} = \tilde{l} = \left[n - g - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right]$ além do que $s_K = \alpha$ e $s_L = \beta$ conforme provado no anexo

D. Então, substituindo estas informações na expressão (84), tem-se que:

$$\alpha \left[\frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}} - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g \right] = -\beta \left[n - g - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} \right] \quad (85)$$

Isolando o termo $\frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}}$ da equação (85), chega-se a:

$$\frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}} = \frac{\beta}{\alpha} \left[g + \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - n \right] + \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} + \delta + g \quad (86)$$

Mas, pela equação (78) sabe-se que $s \frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} = s(Ay^{\alpha-1}l^\beta)^{1/\alpha}$, então, comparando esta última com a expressão (86), concluí-se que:

$$s(Ay^{\alpha-1}l^\beta)^{1/\alpha} = \frac{\beta}{\alpha} \left[g + \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - n \right] + \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} + \delta + g \quad (87)$$

A equação (87) pode ser substituída na equação (83) para se obter:

$$\hat{y} = g + (\alpha - 1) \left(\frac{\beta}{\alpha} \left[g + \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - n \right] + \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} + \delta + g \right) (\log y - \log y^*) \quad (88)$$

No longo prazo (isto é, quando $t \rightarrow \infty$), $\frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} = \frac{\Delta S}{S}$ tenderá para zero.

Significa dizer que $\Delta S = 0$, portanto, $S \rightarrow S^{\max}$. Sendo assim a equação (88) pode ser reescrita da forma:

$$\hat{y} = g + (\alpha - 1) \left(\frac{\beta}{\alpha} (g - n) + \delta + g \right) (\log y - \log y^*) \quad (89)$$

A equação (89) mostra que a taxa de crescimento da produtividade da terra (\hat{y}) é afetada:

- positivamente pela relação K/S. Se essa relação aumenta, há aumento de α ou redução de β . Aumentando α , \hat{y} aumenta. Esse resultado é consistente com o observado na agricultura brasileira, pois o índice de mecanização tem aumentado e a quantidade de mão-de-obra utilizada tem diminuído;

- o aumento de n implica diminuição de \hat{y} , isto porque o aumento de n leva a uma redução na relação K/L;

- o aumento da taxa de inovação tecnológica (g) implica aumentar a taxa de crescimento do produto médio da terra \hat{y} .

É importante, no entanto, ressaltar que a equação (89) surge a partir de várias hipóteses, tais como:

- considera-se uma função de produção com rendimentos constantes à escala e produtos marginais decrescentes dos fatores de produção (ver equação 44). Esta hipótese é também considerada em modelos clássicos de crescimento econômico, como os de Solow (1956, 1957);

- as equações de comportamento do fator terra e trabalho, assumem os formatos definidos pelas equações (31) e (33), os quais são amplamente usados na literatura de crescimento econômico;

- considera-se que há um estado estacionário para o qual convergirão as produtividades agrícolas dos estados.

Chamando $(\alpha-1)\left(\frac{\beta}{\alpha}(g-n)+\delta+g\right)=\lambda$ a equação (89) pode ser expressa da forma:

$$\hat{y} = g + \lambda(\log y - \log y^*) \quad (90)$$

Observe que $\log y - \log y^*$ mede a distância (em termos de produtividade) que separa uma região de seu estado estacionário, assim:

i) se $(\log y - \log y^*) = 0$, a região já se encontra em seu estado estacionário e portanto, a produtividade y desta região crescerá à taxa do progresso tecnológico ou seja, $\hat{y} = g$;

ii) se $(\log y - \log y^*) < 0$, a produtividade está abaixo do seu nível de estado estacionário de longo prazo. Portanto, a produtividade da região crescerá a uma taxa maior que a taxa g , ou seja, $\hat{y} > g$;

iii) se $(\log y - \log y^*) > 0$, a produtividade está acima do seu nível de estado estacionário de longo prazo e, portanto, crescerá a uma taxa menor que a taxa g ou seja, $\hat{y} < g$.

6 METODOLOGIA

Vários métodos têm sido utilizados pelos pesquisadores para medir convergência, quer entre países quer entre regiões ou estados dentro de um mesmo país. Entre estes métodos cita-se, por exemplo, o método de Barro e Sala-i-Martin (1990, 1991), o método de Bairam e McRae (1999), o método de Ben-David (1993), o método de Bernard e Jones (1996), dentre outros.

Este estudo seguirá a metodologia sugerida por Barro e Sala-i-Martin (1990,1991) testando as hipóteses de *Convergência- β* , *Convergência- β condicional* e *Convergência- σ* .

6.1 Convergência- β

O teste de convergência- β parte da equação (90), desenvolvida no capítulo 5, definida como: $\hat{y} = g + \lambda(\log y - \log y^*)$

Para passar esta expressão de tempo contínuo para o tempo discreto aproximamos o $\hat{y} = \frac{d \log y}{dt} = \log y_{t+1} - \log y_t$ assim,

$$\log y_{t+1} - \log y_t = g + \lambda(\log y_t - \log y^*)$$

$$\log y_{t+1} = g + \lambda(\log y_t - \log y^*) + \log y_t$$

$$\log y_{t+1} = g - \lambda \log y_t^* + (1 + \lambda) \log y_t \quad (91)$$

A equação (91) é uma equação de diferenças de 1ª ordem no $\log y_t$. Entretanto, sua natureza é de difícil resolução, pois o termo independente não é constante. Assim, torna-se necessário transformá-lo em constante.

$$\text{Como: } y_t = A_t \tilde{y}_t \text{ para todo } t, \quad y_{t+1} = A_{t+1} \tilde{y}_{t+1} \text{ assim como, } y_t^* = A_t \tilde{y}_t^*.$$

Tomando a expressão $y_{t+1} = A_{t+1} \tilde{y}_{t+1}$ e tomando o logaritmo neperiano, tem-se

$$\log y_{t+1} = \log A_{t+1} + \log \tilde{y}_{t+1} \quad (92)$$

Substituindo a equação (91) na equação (92), tem-se:

$$\log A_{t+1} + \log \tilde{y}_{t+1} = g - \lambda \log(A_t \tilde{y}_t^*) + (1 + \lambda) \log(A_t \tilde{y}_t)$$

$$\log \tilde{y}_{t+1} = g - \lambda \log \tilde{y}_t^* - \lambda \log A_t + (1 + \lambda) \log \tilde{y}_t + (1 + \lambda) \log A_t - \log A_{t+1}$$

$$\log \tilde{y}_{t+1} = g - \lambda \log \tilde{y}_t^* + \log A_t + (1 + \lambda) \log \tilde{y}_t - \log A_{t+1} \quad (93)$$

Na equação (93) o termo $\log A_{t+1} = \log(A_t \cdot e^g) = \log e^g + \log A_t = g + \log A_t$

Substituindo esta informação na equação (93), tem-se que:

$$\log \tilde{y}_{t+1} = g - \lambda \log \tilde{y}_t^* + \log A_t + (1 + \lambda) \log \tilde{y}_t - g - \log A_t \quad (94)$$

Eliminando os termos comuns na equação (94) obtém-se:

$$\log \tilde{y}_{t+1} = -\lambda \log \tilde{y}_t^* + (1 + \lambda) \log \tilde{y}_t \quad (95)$$

A expressão (95) é uma equação de diferença de 1ª ordem com um termo constante igual a $(-\lambda \log \tilde{y}^*)$. A partir da equação (95), obtém-se²¹:

$$\log \tilde{y}_T = e^{\lambda T} \log \tilde{y}_0 + (1 - e^{\lambda T}) \log \tilde{y}_0^* \quad (96)$$

Onde T é o número de anos definido pela série (por exemplo, se a série corresponde ao período de 1960 a 2001 tem-se, T = 42 anos) e 0 corresponde à 1ª observação da série de tempo (as observações correspondentes ao ano de 1960).

Não há dados sobre a produtividade da terra em termos tecnológicos (\tilde{y}^*), mas sabemos que $\tilde{y}_T = \left(\frac{y_T}{A_T} \right)$, $\tilde{y}_0 = \left(\frac{y_0}{A_0} \right)$ e $\tilde{y}_0^* = \left(\frac{y_0^*}{A_0} \right)$. Substituindo ficamos com:

$$\log \frac{y_T}{A_T} = e^{\lambda T} \log \frac{y_0}{A_0} + (1 - e^{\lambda T}) \log \frac{y_0^*}{A_0}$$

$$\log y_T - \log A_T = e^{\lambda T} (\log y_0 - \log A_0) + (1 - e^{\lambda T}) (\log y_0^* - \log A_0)$$

$$\log y_T - \log A_T = e^{\lambda T} \log y_0 - e^{\lambda T} \log A_0 + (1 - e^{\lambda T}) \log y_0^* - \log A_0 + e^{\lambda T} \log A_0$$

$$\log y_T = e^{\lambda T} \log y_0 - e^{\lambda T} \log A_0 + (1 - e^{\lambda T}) \log y_0^* + \underline{\log A_T - \log A_0} + e^{\lambda T} \log A_0$$

As parcelas em destaque da equação imediatamente acima podem ser reescritas como: $\log A_T - \log A_0 = \log \frac{A_T}{A_0} = \log \frac{A_0 e^{gT}}{A_0} = gT$. Substituindo esta informação, tem-se que:

$$\log y_T = gT + (1 - e^{\lambda T}) \log y_0^* + e^{\lambda T} \log y_0 \quad (97)$$

Na expressão (97) pode-se subtrair o $\log y_0$ de ambos os membros, obtendo:

²¹ A passagem da equação (95) para a equação (96) encontra-se no anexo E.

$$\log y_T - \log y_0 = gT + (1 - e^{-\lambda T}) \cdot \log y_0^* + e^{-\lambda T} \cdot \log y_0 - \log y_0$$

$$\log \left(\frac{y_T}{y_0} \right) = gT + (1 - e^{-\lambda T}) \cdot \log y_0^* + (e^{-\lambda T} - 1) \cdot \log y_0 \quad (98)$$

Dividindo a equação (98) em ambos os lados pelo tempo T, chegamos à expressão para a taxa média anual de crescimento da produtividade da terra, dada por:

$$\frac{1}{T} \log \left(\frac{y_T}{y_0} \right) = g + \frac{(1 - e^{-\lambda T})}{T} \log y_0^* + \frac{(e^{-\lambda T} - 1)}{T} \log y_0 + \varepsilon_{0,T} \quad (99)$$

Na equação (99):

$$g + \frac{(1 - e^{-\lambda T})}{T} \log y_0^* = a \text{ que é uma constante e,}$$

$$\frac{(e^{-\lambda T} - 1)}{T} = \beta, \text{ onde } \beta \text{ é parâmetro de convergência a ser estimado e } \lambda$$

corresponde ao percentual de redução do tempo que levará para que a produtividade de um estado se aproxime de seu de estado-estacionário ou, conforme este estudo, do nível de produtividade comum a todos os estados produtores de determinada cultura. Na literatura sobre Crescimento Econômico e Convergência, o coeficiente λ é chamado de “velocidade de convergência”.

Assim a equação (100) pode ser reescrita da forma:

$$\frac{1}{T} \log \left(\frac{y_T}{y_0} \right) = a + \beta \log y_0 + \varepsilon_{0,T} \quad (100)$$

A equação (100) é uma equação linear denominada de “Barro Regressão”. Se o coeficiente β a ser estimado for menor que zero, ou seja, $\beta < 0$, existe indicação de convergência ou que está ocorrendo convergência da produtividade entre os estados produtores de determinada cultura. Dito de outra forma, se para uma determinada cultura a taxa de crescimento da produtividade da terra entre o período $[0, T]$ relacionar-se

negativamente com o ln da produtividade no período inicial [0], então diz-se que está ocorrendo convergência de produtividade entre os estados analisados para esta cultura específica. Contrariamente, se $\beta > 0$, não existe convergência da produtividade de uma determinada cultura entre estados.

A partir da estimativa do parâmetro β pode-se computar o valor de λ . O valor de λ é negativo se β é negativo. Por exemplo, se $\lambda = -0,05$ por ano, então 5% da diferença entre y_t (produtividade inicial) e y_t^* (nível de produtividade máxima ou de estado-estacionário) desaparecerá a cada ano. Portanto, 14 anos são necessários para que 50% da diferença entre y_t e y_t^* seja eliminada, e 28 anos são necessários para eliminar 75% dessa diferença (Valdés, 1999).

A taxa de crescimento entre o período [0,T] designada por $\frac{1}{T} \log\left(\frac{y_T}{y_0}\right)$ é a variável dependente e o logaritmo da produtividade da terra no período inicial (t), ou seja, $\log y_0$ é a variável independente.

Neste método supõe-se que a taxa de progresso tecnológico é a mesma para cada estado e que há um estado estacionário da produtividade da terra, que é comum às regiões produtoras. A restrição desse método centra-se no fato de se considerar que as regiões, no longo prazo, atingirão um nível de produtividade que se repetirá tornando-se estacionário e que este nível de produtividade será comum a uma determinada cultura em todos os estados que a produzem. Ou seja, é um método que não leva em consideração as diferenças existentes entre as regiões.

$$\text{Assim: } i = 1, 2, \dots, N \text{ (estados) } \quad \text{e,} \quad \varepsilon_{i[0,T]} \sim N(0, \sigma^2_\varepsilon)$$

$$t = 0, 1, \dots, T$$

6.2 Convergência- β Condicional

O argumento chave na análise da convergência- β é de que os estados diferem apenas em relação ao seu nível inicial de produtividade. Na verdade, esta pode não ser uma suposição muito realista para o caso brasileiro, no qual os estados podem diferir por vários motivos, tais como: seu nível tecnológico, sua propensão marginal a poupar, sua taxa de crescimento populacional, clima, solo, por exemplo. Barro (1991) comenta que mais de 50 variáveis têm sido escolhidas pelos pesquisadores para captar os seus efeitos nos estudos de convergência. A escolha das variáveis explicativas vai depender de qual é a variável dependente a ser explicada.

Sendo assim, este estudo ampliou a equação (100) para incluir variáveis que se acredita, a princípio, possam afetar o processo de convergência da produtividade da terra entre os estados brasileiros. Entre essas variáveis estão a taxa de déficit hídrico e os anos médio de estudo do trabalhador na agropecuária, aqui denominado, simplesmente, de capital humano.

Nesse sentido, a equação (100) passa a ser descrita da seguinte forma:

$$\frac{1}{T} \log \left(\frac{y_T}{y_0} \right) = \alpha + \beta \log y_0 + \psi DH_i + \omega CH + \varepsilon_{0,T} \quad (101)$$

Nesta equação, além das variáveis já definidas anteriormente, tem-se:

DH_i é a variável que representa a deficiência hídrica média, por estado.

CH , é a variável que representa os anos médios de escolaridade no trabalhador na agropecuária.

α , β , ψ e ω são parâmetros a serem estimados.

$\varepsilon_{i[0,T]} \sim N(0, \sigma^2_\varepsilon)$ é o termo erro.

Como antes, espera-se que o relacionamento entre a taxa de crescimento da produtividade entre o tempo 0 e T e o logaritmo neperiano da produtividade no período 0 seja negativo, ou seja, que o coeficiente estimado β seja negativo.

Quanto ao coeficiente ψ , que se refere à deficiência hídrica (*DH*), espera-se um sinal negativo, pois se a quantidade de água no solo não for suficiente para atender às necessidades das culturas, menor será o crescimento da produtividade destas.

Quanto ao coeficiente da variável anos de estudos dos trabalhadores (*CH*), definido pelo coeficiente ω , espera-se que este seja positivo, indicando que quanto mais estudado for o trabalhador na agropecuária melhor será sua capacidade para assimilar novas técnicas e quanto mais rápido uma nova técnica seja instalada, maiores serão os ganhos obtidos com esta, principalmente em termos de produtividade.

6.3 Convergência- σ

Define-se *convergência- σ* como sendo uma queda da dispersão, mensurada em termos de desvio-padrão do logaritmo da produtividade agrícola, através de um grupo de estados, ou seja, $\sigma_{t+T} < \sigma_t$, em que, σ_t é o desvio padrão do log da produtividade de um estado qualquer, no tempo t.

Embora haja uma relação entre os conceitos de *convergência- β* e *convergência- σ* , eles respondem a questões diferentes: *convergência- β* mostra se os países ou regiões que estão abaixo de seu estado estacionário crescem mais rápido, enquanto que *convergência- σ* analisa a tendência da dispersão da variável produtividade, através do tempo. Significa dizer que *convergência- β* é condição necessária, mas não suficiente para a ocorrência de *convergência- σ* .

Para testar a hipótese de *convergência- σ* será adotado o procedimento descrito por McCunn e Huffman (2000), ou seja,

$$Var(\ln \text{Produtividade}) = \psi_1 + \psi_2 t + \varepsilon_t \quad (102)$$

onde, Var é variância, ψ_1 é a constante e ψ_2 é o parâmetro de convergência. Se $\psi_2 < 0$, então a variância do logaritmo da produtividade entre os estados produtores de determinada cultura está se reduzindo ao longo do tempo. ε_t é o termo distúrbio com média zero.

As equações (100) e (102) foram estimadas usando o Excel e para a estimação da equação (101) foi utilizado o programa SAS system.

6.4 Abrangência e fonte de dados

O período de abrangência deste estudo é de 1960-2001.

i) Obtenção dos dados referentes à produtividade da terra.

Os dados referentes à produtividade das culturas por estado brasileiro foram obtidos junto ao IBGE, através do Anuário Estatístico do Brasil. As culturas selecionadas para a pesquisa são: algodão herbáceo, arroz, batata-inglesa, café, cana-de-açúcar, feijão, fumo, laranja, mandioca, milho e soja. Essas informações constam nos apêndices A.1 a A.11.

ii) Obtenção dos dados referentes aos anos médios de escolaridade dos trabalhadores na agropecuária – Capital Humano.

Para captar o efeito da escolaridade dos trabalhadores na agropecuária, considerou-se os anos médios de estudo dos trabalhadores com 10 anos ou mais de idade, nos anos de 1970, 1980, 1991, 1999, dos quais obteve-se a taxa de crescimento. Estes dados foram compilados com base em Freitas et al (2004). Estes dados estão no apêndice A.12.

iii) Obtenção dos dados referentes a variável Deficiência Hídrica

A deficiência hídrica corresponde à diferença entre a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real do solo e se constitui em uma variável importante da determinação da produtividade da terra.

A evapotranspiração potencial corresponde à água que seria necessária devido as condições de evaporação do solo e transpiração das plantas. A evapotranspiração real corresponde à quantidade de água que efetivamente se evapora.

Quando se confrontam os dados sobre a precipitação, que corresponde o abastecimento de água e a evapotranspiração, que representa a perda de água, tem-se a disponibilidade de água no solo. O resultado desse exercício é denominado de balanço hídrico.

Os balanços hídricos de todas as estações meteorológicas do Brasil foram calculados pelo Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP no Programa de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola, a partir dos dados das Normais Climatológicas, média de 30 anos (1961-1990), de responsabilidade do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação e Departamento Nacional de Meteorologia.

Para agregar as deficiências hídricas dos diversos postos meteorológicos dentro de cada unidade da federação²², optou-se pela média aritmética simples das observações existentes dentro de cada estado. Estes dados estão no apêndice A.13.

²² Inicialmente pensou-se em calcular o balanço hídrico para cada cultura e por unidade da federação, mas o Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP, informou que não haveria possibilidade de realizar tal tarefa em função de que este exercício resultaria num balanço hídrico pra cada posto meteorológico e para as 11 culturas. Dito de outra forma, teria que ser calculado 501 (total de balanços hídricos no Brasil) balanços hídricos x 11 culturas. Silva (1982) agregou as deficiências locais a partir da média ponderada, com base nas áreas cultivadas das regiões representadas por cada posto meteorológico.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No item 7.1 são apresentados os testes de convergência- β absoluta e no item 7.2 os testes da convergência- σ . Para as culturas que não apresentaram convergência- β absoluta foram feitos testes para verificar a ocorrência de formação de grupos de convergência - os resultados desse teste são apresentados no item 7.3 - assim como de convergência- β condicional (item 7.4).

O quadro 2 apresenta, para cada cultura, os estados considerados em cada sub-período. Os valores correspondentes à área e produção do Estado de Tocantins foram somados aos estados de Goiás, o mesmo ocorrendo com o Estado do Mato Grosso do Sul, (somados ao Mato Grosso) exceto para o período de 1980 a 2001. Assim, a produtividade de Goiás inclui a de Tocantins e a do Mato Grosso inclui a do Mato Grosso do Sul.

Constata-se que diferentes grupos de estados são considerados para análise de uma mesma cultura em diferentes períodos. A não homogeneização dos grupos em diferentes períodos deve-se ao fato de que alguns estados que eram importantes produtores deixaram de ser, enquanto que outros que não eram considerados importantes produtores de determinado produto, passaram a ser.

Estados Produtores	Algodão Herbáceo				Arroz				Batata-Inglesa				Café			
	Períodos				Períodos				Períodos				Períodos			
	1960 a 2001	1970 a 2001	1975 a 2001	1980 a 2001												
Rondônia			X	X	X	X	X	X						X	X	X
Acre					X	X	X	X					X	X	X	X
Amazonas					X	X	X	X					X	X	X	X
Roraima					X	X	X	X								
Pará	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X
Amapá					X	X	X	X						X	X	
Maranhão	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X
Piauí	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	
Ceará	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Rio Grande do Norte	X	X	X	X	X	X	X	X		X						
Paraíba	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pernambuco	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Alagoas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	
Sergipe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Bahia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Minas Gerais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Espírito Santo	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rio de Janeiro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
São Paulo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paraná	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Santa Catarina					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rio Grande do Sul					X	X	X	X	X	X	X	X				
* Mato Grosso do Sul				X				X								X
Mato Grosso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Goiás	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Distrito Federal						X	X	X		X	X	X		X	X	X

Quadro 2 - Estados produtores considerados na análise de convergência- β absoluta por culturas e por períodos

* o Estado do Mato Grosso do Sul foi considerado somente no período de 1980 a 2001

Estados Produtores	cana-de-açúcar				Feijão				Fumo				Laranja			
	Períodos				Períodos											
	1960 a 2001	1970 a 2001	1975 a 2001	1980 a 2001												
Rondônia	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X
Acre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Amazonas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Roraima	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Pará	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Amapá	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Maranhão	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Piauí	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ceará	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rio Grande do Norte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paraíba	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pernambuco	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alagoas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sergipe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bahia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Minas Gerais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Espírito Santo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rio de Janeiro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
São Paulo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paraná	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Santa Catarina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rio Grande do Sul	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* Mato Grosso do Sul				X				X								X
Mato Grosso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Goiás	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Distrito Federal		X	X	X		X	X	X					X	X		X

Quadro 2 - Estados produtores considerados na análise de convergência- β absoluta por culturas e por períodos

* o Estado do Mato Grosso do Sul foi considerado somente no período de 1980 a 2001

Estados Produtores	Mandioca				Milho				Soja			
	Períodos				Períodos							
	1960 a 2001	1970 a 2001	1975 a 2001	1980 a 2001	1960 a 2001	1970 a 2001	1975 a 2001	1980 a 2001	1960 a 2001	1970 a 2001	1975 a 2001	1980 a 2001
Rondônia	X	X	X	X	X	X	X	X				
Acre	X	X	X	X	X	X	X	X				
Amazonas	X	X	X	X	X	X	X	X				
Roraima	X	X	X	X	X	X	X	X				
Pará	X	X	X	X	X	X	X	X				
Amapá	X	X	X		X	X	X	X				
Maranhão	X	X	X		X	X	X	X				
Piauí	X	X	X	X	X	X	X	X				
Ceará	X	X	X		X	X	X	X				
Rio Grande do Norte	X	X	X		X	X	X	X				
Paraíba	X	X	X		X	X	X	X				
Pernambuco	X	X	X		X	X	X	X				
Alagoas	X	X	X	X	X	X	X	X				
Sergipe	X	X	X	X	X	X	X	X				
Bahia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Minas Gerais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Espírito Santo	X	X	X	X	X	X	X	X				
Rio de Janeiro	X	X	X	X	X	X	X	X				
São Paulo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paraná	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Santa Catarina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rio Grande do Sul	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* Mato Grosso do Sul				X				X				X
Mato Grosso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Goiás	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Distrito Federal		X	X	X		X	X	X				X

Quadro 2 - Estados produtores considerados na análise de convergência- β absoluta por culturas e por períodos

* o Estado do Mato Grosso do Sul foi considerado somente no período de 1980 a 2001

7.1 Convergência- β

A Tabela 5 apresenta os resultados da convergência- β absoluta, ou seja, estimativa do parâmetro β da equação (100), bem como a velocidade de convergência, definida por λ , para os períodos de 1960 a 2001, 1970-2001, 1975-2001 e 1980-2001 e para as onze culturas consideradas no estudo.

Tabela 5. Convergência- β Absoluta

Períodos		Algodão Herbáceo	Arroz	Batata Inglesa	Cafê	Cana-de- Açúcar	Feijão	Fumo	Laranja	Mandioca	Milho	Soja
1960 a 2001	$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T-1}}{T}$	0,0034	0,0070	0,0079	-0,0107	-0,0189	0,0137	-0,0141	-0,0236	-0,0164	0,0321	-0,0197
	t	0,3643 ^{ns}	0,8303 ^{ns}	0,7732 ^{ns}	-1,3380 ^c	-1,8618 ^b	1,1883 ^{ns}	-2,8085 ^a	-4,5118 ^a	-3,8923 ^a	2,3180 ^b	-5,3914 ^a
	R ²	0,0088	0,0304	0,0440	0,1006	0,1361	0,0603	0,2639	0,4806	0,4078	0,1963	0,8532
	λ	0,0032	0,0061	0,0069	-0,0136	-0,0364	0,0109	-0,0210	-0,0840	-0,0272	0,0205	-0,0401
1970 a 2001	$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T-1}}{T}$	-0,0012	-0,0047	0,0075	-0,0279	-0,0273	0,0009	-0,0240	-0,0289	-0,0175	0,0186	-0,0297
	t	-0,2152 ^{ns}	-0,5834 ^{ns}	0,7127 ^{ns}	-4,0637 ^a	-2,2653 ^a	0,1234 ^{ns}	-4,9151 ^a	-4,4090 ^a	-3,5212 ^a	2,5957 ^a	-3,3774 ^a
	R ²	0,0031	0,0146	0,0328	0,4785	0,1824	0,0007	0,5350	0,4580	0,3503	0,2266	0,6553
	λ	-0,0013	-0,0051	0,0067	-0,0644	-0,0605	0,0009	-0,0440	-0,0725	-0,0253	0,0147	-0,0823
1975 a 2001	$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T-1}}{T}$	-0,0033	-0,0047	-0,0106	-0,0336	-0,0190	-0,0045	-0,0178	-0,0315	-0,0164	0,0486	-0,0229
	t	-0,3027 ^{ns}	-0,3015 ^{ns}	-0,6594 ^{ns}	-3,3791 ^a	-1,5713 ^c	-0,3499 ^{ns}	-2,0266 ^b	-3,0396 ^a	-2,5577 ^a	3,7551 ^a	-3,8743 ^a
	R ²	0,0057	0,0040	0,0324	0,3634	0,0969	0,0053	0,1777	0,2866	0,2214	0,3801	0,7144
	λ	-0,0035	-0,0050	-0,0124	-0,0792	-0,0261	-0,0048	-0,0238	-0,0660	-0,0214	0,0314	-0,0349
1980 a 2001	$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T-1}}{T}$	-0,0046	-0,0151	0,0186	-0,0340	-0,0241	-0,0044	-0,0257	-0,0442	-0,0199	0,0070	-0,0339
	t	-0,6590 ^{ns}	-1,5704 ^c	0,5935 ^{ns}	-2,8813 ^a	-3,6686 ^a	-0,4903 ^{ns}	-2,2220 ^b	-3,2056 ^a	-1,8418 ^b	1,5369 ^b	-2,7019 ^a
	R ²	0,0264	0,0932	0,0310	0,3281	0,3691	0,0099	0,1904	0,2998	0,1585	0,0896	0,4771
	λ	-0,0049	-0,0182	0,0157	-0,0593	-0,0336	-0,0046	-0,0369	-0,1251	-0,0258	0,0065	-0,0593

Nota: (a) indica que o coeficiente é significativo a 1%, (b) a 5% , (c) a 10% e (ns) não significativo

Pode-se constatar que as culturas de café, cana-de-açúcar, fumo, laranja, mandioca e soja apresentaram, para todos os períodos em análise, o sinal esperado do coeficiente estimado β e seus testes estatísticos foram todos significativos até 10%. Pode-se, portanto, concluir que essas culturas apresentam um processo de convergência- β absoluta da produtividade, o que está coerente com a exposição do capítulo 4 sobre o comportamento dessas culturas no Brasil.

Observando a Tabela 5, pode-se também constatar que as velocidades de convergência são distintas entre as seis culturas que apresentaram a convergência- β absoluta. Essas velocidades de convergência são maiores no período de 1970 a 2001 do que no período de 1960 a 2001, exceto para a laranja, refletindo o fato da modernização da agropecuária brasileira ter se acelerado a partir da década de 1970. No entanto, no período de 1980 a 2001, observa-se a redução na velocidade de convergência para cinco das seis culturas citadas (café, cana-de-açúcar, fumo, mandioca e soja), e aumentando para a laranja.

A cultura do algodoeiro apresentou sinal positivo mas não estatisticamente significativo para o coeficiente - β no período de 1960 a 2001 e sinal negativo, mas não estatisticamente significativo, nos períodos de 1970 a 2001, 1975-2001 e 1980-2001. O mesmo processo ocorreu com a cultura do arroz, com a diferença do coeficiente β , estimado ter sido estatisticamente a 10% no período de 1980 a 2001. Pode-se acreditar que um processo de convergência absoluta de produtividade esteja em andamento para essas culturas, mas ainda não se consolidou.

A cultura da batata-inglesa apresenta um quadro oscilante para o sinal do coeficiente estimado β . Ele só foi positivo nos períodos de 1960-2001, 1970-2001 e 1980-2001 e foi negativo no período de 1975 a 2001. Não obstante, nenhum dos coeficientes estimados foi estatisticamente significativo. Trata-se de uma cultura que nada se pode aferir sobre a convergência- β absoluta da produtividade.

A cultura o feijoeiro apresentou sinal positivo para o coeficiente β nos períodos de 1960 a 2001, 1970 a 2001 e 1975 a 2001 e sinal negativo no período de 1980 a 2001. No entanto, em nenhum desses períodos os coeficientes foram estatisticamente significativos.

A cultura do milho apresentou, para todos os períodos analisados, sinal positivo para o coeficiente estimado β e estatisticamente significativa a 1%. Há, para essa cultura, um evidente processo de divergência da produtividade.

7.2 Convergência- σ

Outra forma de testar a hipótese da convergência da produtividade é através da análise da dispersão, denominada de convergência- σ . A condição suficiente para a convergência é a de que o coeficiente ψ_2 da equação (102) seja negativo, ou seja, que $\psi_2 < 0$, e significativamente diferente de zero. Todavia, há que se salientar que pode-se ter $\hat{\beta} < 0$ na equação de regressão (100) sem no entanto a dispersão estar diminuindo. Em outras palavras, convergência- σ implica convergência- β , mas não o inverso (Valdéz, 1999).

A Tabela 6 mostra as estimativas obtidas a partir da equação (102).

Tabela 6. Evolução das estimativas da convergência- σ por cultura e por período.

		1960-2001	1970-2001	1975-2001	1980-2001
Algodão Herbáceo	ψ_2	0,0190	0,0150	0,0143	0,0071
	t	4,8020 ^a	2,04545 ^c	1,5761 ^c	0,5277 ^{ns}
	R ²	0,3776	0,1310	0,0904	0,0137
Arroz	ψ_2	0,0077	0,0078	0,00081	0,0050
	t	5,1469 ^a	2,9320 ^a	2,4799 ^a	1,0719 ^{ns}
	R ²	0,4107	0,2349	0,1974	0,0543
Batata-Inglesa	ψ_2	0,0196	0,0256	0,00109	0,0088
	t	6,5864 ^a	5,1478 ^a	0,1328 ^{ns}	0,8644 ^{ns}
	R ²	0,5330	0,4862	0,0007	0,0360
Cafê	ψ_2	0,0041	0,0041	0,0067	0,0089
	t	3,4284 ^a	2,2262 ^b	4,1467 ^a	3,0499 ^a
	R ²	0,2362	0,1504	0,4075	0,3137
Cana-de-açúcar	ψ_2	0,0111	0,0203	0,0218	0,0255
	t	4,1283 ^a	4,3430 ^a	3,8054 ^a	3,0278 ^a
	R ²	0,3096	0,4025	0,3668	0,3143
Feijão	ψ_2	0,0076	0,0098	0,0116	0,0126
	t	3,5899 ^a	2,4634 ^a	2,3832 ^b	1,8197 ^b
	R ²	0,2533	0,1781	0,1851	0,1421
Fumo	ψ_2	0,0014	0,0013	0,0027	0,0030
	t	2,3050 ^b	1,1851 ^{ns}	1,9998 ^b	2,0429 ^b
	R ²	0,1227	0,0478	0,1379	0,1726
Laranja	ψ_2	-0,0006	0,0065	0,0078	0,0066
	t	-1,3239 ^c	2,3865 ^b	2,3252 ^b	1,3327 ^c
	R ²	0,0441	0,1690	0,1778	0,0816

Tabela 6. Evolução das estimativas da convergência- σ por cultura e por período.

		1960-2001	1970-2001	1975-2001	1980-2001
Mandioca	ψ_2	-0,0010	0,0020	0,0034	0,0038
	t	-0,8974 ^{ns}	1,2732 ^{ns}	1,7696 ^b	1,3362 ^c
	R ²	0,0207	0,0547	0,1113	0,0820
Milho	ψ_2	0,0254	0,0273	0,0277	0,0130
	t	4,8526 ^a	2,8512 ^a	2,2629 ^b	0,7574 ^{ns}
	R ²	0,3826	0,2250	0,1700	0,0279
Soja	ψ_2	-0,0037	-0,0024	-0,0043	-0,0075
	t	-2,8603 ^a	-1,2276 ^{ns}	-1,8584 ^b	-2,9435 ^a
	R ²	0,0771	0,0511	0,1214	0,3022

Nota: (a) significativo a 1%, (b) significativo a 5%, (c) significativo a 10% e (ns) não significativo

Como esperado, as culturas do algodão herbáceo, arroz, batata-inglesa, feijão e milho não apresentaram o sinal esperado do coeficiente ψ_2 , indicando que a dispersão da produtividade entre os estados produtores dessas culturas não está diminuindo. Contudo, constata-se que no período de 1980 a 2001, exceto na cultura do feijão, os testes estatísticos das culturas do algodão herbáceo, do arroz, da batata-inglesa e do milho não foram estatisticamente significantes. No caso da batata-inglesa observa-se que o teste estatístico também não foi significativo no período de 1975 a 2001.

Em relação às culturas de café, cana-de-açúcar e fumo, constata-se que em todos os períodos analisados na Tabela 6, o coeficiente de convergência ψ_2 foi positivo, indicando que não está ocorrendo redução da dispersão da produtividade e, com exceção da cultura do fumo no período de 1970 a 2001 que não apresentou significância, todos os demais períodos mostraram significância estatística.

Para as culturas da laranja e da mandioca, nota-se no período de 1960 a 2001 havia indicação de queda da dispersão da produtividade da terra entre os estados produtores dessas culturas. O teste estatístico foi significativo para a cultura da laranja, mas não para a cultura da mandioca. Nos períodos de 1970-2001, 1975-2001 e 1980-2001, ocorre inversão da tendência verificada no período de 1960-2001 com as culturas da laranja e da mandioca, ou seja, o coeficiente ψ_2 passa a apresentar sinal positivo, sendo inclusive estatisticamente significante. No caso da cultura da mandioca o teste estatístico t foi significativo nos períodos de 1975 a 2001 e 1980 a 2001, já para a cultura da laranja, o teste estatístico foi significativo nos três períodos citados.

Finalmente, para a cultura da soja constata-se que o coeficiente estimado ψ_2 foi negativo em todos os períodos analisados e somente no período de 1970 a 2001 ele não foi significativo.

7.3 Convergência- β absoluta para a formação de grupos de convergência

Para as culturas em que se observou um padrão divergente de produtividade ou nas quais o teste estatístico não foi estatisticamente significante (algodão herbáceo, arroz, batata-inglesa, feijão e milho), são efetuados novos testes, levando-se em consideração apenas os principais estados produtores. A realização deste teste tem como objetivo verificar a existência, ou não, de grupos de convergência. Nesse sentido pode-se constatar a existência de um grupo de estados, todos apresentando baixa produtividade, assim como a existência de um grupo de estados, apresentando alta produtividade, cada qual convergindo para seu nível, baixo ou alto de produtividade. Porém entre ambos grupos não há convergência.

Para classificar os estados entre os mais e os menos produtivos, comparou-se a produtividade de cada estado com relação à média da produtividade nacional para cada cultura. Assim, o estado só foi incluído no rol dos “mais produtivos” quando sua

produtividade média era igual ou superior a 70% da média nacional²³. No Quadro 3 constam os estados selecionados como “mais produtivos” para cada cultura.

A Tabela 7 apresenta os resultados deste exercício. Para detectar grupos de convergência estima-se o coeficiente de convergência β da equação (100), obtendo-se, na seqüência, a velocidade de convergência definida por λ , para os períodos de 1960 a 2001, 1970-2001, 1975-2001 e 1980-2001, respectivamente.

²³ A análise de grupo de convergência só foi feita para grupos de estados mais produtivos. O objetivo foi verificar se os estados que possuem alta produtividade da terra formavam um clube de convergência.

Estados Produtores	Algodão Herbáceo				Arroz				Batata-Inglesa				Feijão				Milho			
	Períodos				Períodos				Períodos				Períodos				Períodos			
	1960	1970	1975	1980	1960	1970	1975	1980	1960	1970	1975	1980	1960	1970	1975	1980	1960	1970	1975	1980
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	
Rondônia			X	X									X	X	X	X	X	X	X	X
Acre													X	X	X	X	X		X	X
Amazonas							X	X					X	X	X	X	X	X	X	X
Roraima					X	X							X		X	X				
Pará		X	X	X									X		X	X				
Amapá															X	X				
Maranhão	X	X	X	X											X	X				
Piauí																				
Ceará					X	X	X	X												
Rio Grande do Norte																				
Paraíba											X									
Pernambuco					X	X	X	X	X		X									
Alagoas					X	X	X	X	X											
Sergipe					X	X	X	X	X		X				X	X				
Bahia	X	X	X	X					X	X	X	X			X	X				
Minas Gerais	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Espírito Santo					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rio de Janeiro					X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
São Paulo	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paraná	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Santa Catarina					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rio Grande do Sul					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*Mato Grosso do Sul				X				X								X				X
Mato Grosso	X	X	X						X				X	X	X	X	X	X	X	X
Goiás	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Distrito Federal										X	X	X		X	X	X		X	X	X

Quadro 3 - Estados produtores considerados na análise de grupos de convergência

*O Estado do Mato Grosso do Sul foi considerado somente no período de 1980 a 2001

Tabela 7. Convergência- β absoluta e a formação de grupos de convergência

		1960-2001	1970-2001	1975-2001	1980-2001
Algodão Herbáceo	$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T - 1}}{T}$	-0,0214	-0,0231	-0,0351	-0,0289
	t	-4,5849 ^a	-3,2706 ^a	-3,0645 ^a	-1,7342 ^c
	R ²	0,8079	0,6406	0,5729	0,2732
	λ = velocidade de convergência	-0,0514	-0,0405	-0,0934	-0,0444
Arroz	$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T - 1}}{T}$	-0,0023	-0,0089	-0,0117	-
	t	-0,1267 ^{ns}	-1,1531 ^{ns}	-0,5630 ^{ns}	-
	R ²	0,0023	0,1596	0,0433	-
	λ = velocidade de convergência	-0,0024	-0,0104	-0,0139	-
Batata-Inglesa	$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T - 1}}{T}$	-0,0219	-0,0303	-0,0328	-0,0266
	t	-2,9411 ^a	-2,9692 ^a	-2,2247 ^b	-1,9756 ^b
	R ²	0,4901	0,5243	0,3103	0,3279
	λ = velocidade de convergência	-0,0553	-0,0905	-0,0739	-0,0389
Feijão	$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T - 1}}{T}$	-0,0228	-0,0270	-0,0360	-0,0409
	t	-2,9963 ^a	-1,9883 ^b	-2,7796 ^a	-3,0506 ^a
	R ²	0,4280	0,2478	0,3124	0,3538
	λ = velocidade de convergência	-0,0666	-0,0588	-0,1051	-0,0935

Tabela 7. Convergência- β absoluta e a formação de grupos de convergência

		1960-2001	1970-2001	1975-2001	1980-2001
$\beta = \frac{e^{\lambda \cdot T - 1}}{T}$		-0,0057	0,0047	-0,0108	0,0053
Milho	t	-0,4714 ^{ns}	0,3847 ^{ns}	-0,5802 ^{ns}	0,4130 ^{ns}
	R ²	0,0217	0,0146	0,0297	0,0130
	λ = velocidade de convergência	-0,0065	0,0044	-0,0126	0,0050

Nota: (a) significativo a 1%, (b) significativo a 5%, (c) significativo a 10% e (ns) não significativo

Constata-se que nas culturas do algodão herbáceo, da batata inglesa e do feijão existe a formação de grupos de convergência. Os estados que formaram os grupos de convergência destas culturas foram de alta produtividade, ou seja, os que apresentaram produtividade média de 70% ou acima da produtividade média nacional.

A cultura do arroz apresentou o sinal correto para o β (indicando convergência de produtividade) nos períodos de 1960-2001, 1970-2001 e 1975-2001, porém, seu teste estatístico não foi significativo. Portanto, conclui-se que não há a formação de grupos de convergência para a cultura do arroz. No período de 1980 a 2001, conforme pode ser observado na tabela 6, o coeficiente estimado de convergência- β absoluta foi negativo e estatisticamente significativo, indicando que os estados produtores de arroz começam a eliminar os diferenciais de produtividade que marcaram os períodos anteriores. Por isso, não foi estimado grupo de convergência para o arroz no período de 1980 a 2001.

A cultura do milho apresentou alternância no sinal do coeficiente estimado β , mas, os testes estatísticos não foram significantes. Os resultados indicam que não há formação de grupos de convergência para esta cultura.

7.4 Convergência β -condicional

Em função de se acreditar que as culturas nas quais a convergência- β absoluta de produtividade não se verificou (algodão herbáceo, arroz, batata-inglesa, feijão e milho) podem estar sendo afetadas por condições edafo-climáticas distintas entre os estados, por diferentes pacotes tecnológicos utilizados, assim como por diferenças regionais na estrutura produtiva, são realizados novos testes considerando a convergência- β condicional. As variáveis independentes consideradas são o nível inicial de produtividade (y_0), a deficiência hídrica (DH) e os anos médios de escolaridade dos trabalhadores alocados na agropecuária, para o qual utilizou-se a denominação capital humano (CH).

Inicialmente, estimou-se uma versão estendida da equação (101) onde são consideradas as variáveis: nível inicial de produtividade, deficiência hídrica, capital humano e o uso de fertilizantes. Como somente as variáveis deficiência hídrica e capital humano mostraram-se significativas na maioria das culturas, optou-se pela exclusão da variável uso de fertilizantes na especificação da equação (101).

Na Tabela 8 são apresentados os resultados das estimativas dos parâmetros β , ψ e π da equação (101).

Tabela 8. Estimativas da convergência- β condicional

Parâmetro de convergência (β), deficiência hídrica (ψ) e capital humano (ω)				
Parâmetros	Sinal	1975-2001	1980-2001	
	esperado			
Algodão-herbáceo	β	-	-0,02392 ^{ns} (-1,17)	-0,01270 ^{ns} (-1,03)
	ψ	-	-0,00007 ^b (-2,00)	-0,00003 ^{ns} (-0,98)
	ω	+	0,07421 ^{ns} (0,11)	0,02812 ^{ns} (0,06)
	Parâmetros	Sinal	1975-2001	1980-2001
		esperado		
Arroz	β	-	0,00981 ^{ns} (0,54)	-
	ψ	-	0,00001 ^{ns} (0,63)	-
	ω	+	0,68219 ^b (1,86)	-
	Parâmetros	Sinal	1975-2001	1980-2001
		esperado		
Batata-inglesa	β	-	-0,01727 ^{ns} (-0,93)	-0,05879 ^b (-1,95)
	ψ	-	-0,00001 ^{ns} (-0,22)	-0,00019 ^a (-3,00)
	ω	+	0,59963 ^{ns} (1,09)	1,79588 ^b (2,60)
	Parâmetros	Sinal	1975-2001	1980-2001
		esperado		
Feijão	β	-	-0,03291 ^a (-3,85)	-0,02781 ^a (-3,82)
	ψ	-	-0,00006 ^a (-4,52)	-0,00007 ^a (-3,90)
	ω	+	0,77899 ^a (3,79)	0,98066 ^a (4,47)

Tabela 8. Estimativas da convergência- β condicional

Parâmetro de convergência (β), deficiência hídrica (ψ) e capital humano (ω)				
Parâmetros	Sinal	1975-2001	1980-2001	
	esperado			
Algodão-herbáceo	β	-	0,01303 ^{ns} (0,69)	0,00598 ^{ns} (1,01)
	ψ	-	-0,00006 ^b (-2,13)	-0,00001 ^{ns} (-0,42)
	ω	+	0,51783 ^c (1,35)	0,36353 ^{ns} (1,26)

Nota: o valor entre parênteses refere-se à estatística t

(a) indica nível de significância a 1%, (b) a 5%, (c) a 10% e (ns) não significante

Para a cultura do algodão herbáceo constata-se que os coeficientes estimados apresentam os sinais esperados nas três variáveis, no entanto, o teste estatístico só foi significativo para a variável deficiência hídrica e no período de 1975 a 2001.

Para a cultura do arroz constata-se que no período de 1975 a 2001 o coeficiente estimado β e ψ não apresentaram o sinal esperado. Quanto à contribuição do capital humano para o processo de convergência da produtividade, observa-se que este apresentou o sinal esperado e seu teste estatístico foi também estatisticamente significativo.

A cultura da batata-inglesa apresentou o sinal esperado para todas as variáveis nos dois períodos. Contudo, seu teste estatístico só foi significativo no período de 1980 a 2001.

A cultura do feijoeiro apresentou o sinal esperado e significância estatística para todas as variáveis e nos dois períodos analisados.

Na cultura do milho observa-se que, com exceção do coeficiente estimado β , as variáveis deficiência hídrica e capital humano apresentaram os sinais esperados e

teste estatístico significativo no período de 1975 a 2001. No período de 1980 a 2001, somente a variável capital humano apresentou o sinal esperado, contudo nenhum teste estatístico desse período foi significativo.

8 CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo testar e analisar a hipótese da convergência sob a perspectiva da produtividade da terra. O aumento nos investimentos em pesquisa e educação, que teve início a partir da década de 60 e prosseguiu nos anos que se seguiram, conduziram à modernização da agricultura e se traduziu em aumentos de produtividade.

Contudo, é de se esperar que a aceitação e a adoção de uma nova técnica leve algum tempo para ser assimilada. Portanto, os frutos da modernização iniciada nos anos de 60 só seriam "colhidos" após transcorrer um certo período de tempo.

Diante disso, acredita-se que todo o esforço empreendido em prol da agricultura tenha contribuído para reduzir as desigualdades estaduais e regionais no Brasil, no que diz respeito à produtividade da terra. Esta é, portanto, a principal razão que nos incentivou a estudar e testar a hipótese da presença de convergência da produtividade da terra na agricultura brasileira.

Desde 1990, uma grande quantidade de pesquisas sobre crescimento econômico tem analisado a hipótese da convergência com o intuito de encontrar evidências para a *convergência- β* , *convergência- σ* e *convergência- β condicional*. Contudo, a grande maioria desses estudos tem focalizado a renda per capita como variável de análise ou variável dependente. Sendo assim, acredita-se que ao optar pela análise do processo de convergência da produtividade da terra, este estudo destaca seu caráter inovador e contribui com a literatura sobre crescimento econômico ao oferecer uma análise empírica original sobre o tema convergência.

Além desta contribuição, destaca-se também a construção do modelo teórico do capítulo 5 para analisar o processo de convergência da produtividade da terra.

Para realizar este estudo optou-se por trabalhar com as 11 principais culturas brasileiras no período de 1960 a 2001. Elas são: algodão herbáceo, arroz, batata-inglesa, café, cana-de-açúcar, feijão, fumo, laranja, mandioca, milho e soja. Para captar as mudanças ocorridas na agricultura brasileira, ao longo deste período, optou-se também pela análise de mais três sub-períodos: 1970 a 2001, 1975 a 2001 e 1980 a 2001.

Para isso, quatro etapas foram seguidas. A primeira foi estimar a equação de convergência- β absoluta, na qual apenas os dados sobre a produtividade das culturas são levados em consideração na análise. Se o coeficiente estimado β apresentar sinal negativo, então, confirma-se a presença de convergência da produtividade da terra. Considera-se também, no caso da convergência- β absoluta, que existe um estado-estacionário comum em termos de produtividade para o qual os estados produtores, de determinada cultura, convergirão. Em seguida estimou-se uma equação para o teste de convergência- σ . A base deste teste é verificar se está ocorrendo uma queda na dispersão, medida em termos do logaritmo neperiano da produtividade de determinada cultura, através do tempo e entre os principais estados produtores. Para as culturas onde não se obteve a convergência- β absoluta foram testados a presença de grupos de convergência (3^a etapa) e a convergência- β condicional (4^a etapa). Neste último caso, a equação de convergência- β absoluta é expandida para acrescentar variáveis que possam explicar uma mudança de direção, se houver, na taxa de crescimento da produtividade (variável dependente). Neste estudo, a equação β condicional considerou como variáveis explicativas o valor inicial da produtividade da terra, a deficiência hídrica e os anos médios de estudos dos trabalhadores alocados na agropecuária. Optou-se por considerar dois períodos – 1975 a 2001 e 1980 a 2001 – em função de se perceber que as séries de dados tornam-se mais consistentes a partir de 1970.

As principais conclusões que este estudo chegou a partir dos resultados obtidos nos testes de convergência- β absoluta, convergência- β condicional, convergência- σ e grupos de convergência, foram:

1 - As culturas do cafeeiro, da cana-de-açúcar, do fumo, da laranja, da mandioca e do soja, apresentaram para todos os períodos analisados (1960 a 2001, 1970 a 2001, 1975 a 2001 e 1980 a 2001) convergência- β absoluta. No entanto, a convergência- σ só ocorreu para a cultura do soja em todos esses períodos e para as culturas da laranja e mandioca no período de 1960 a 2001. As seis culturas supracitadas vem apresentando efeito *catch-up* na tecnologia, em especial o soja.

2 - Os testes de convergência- β em grupos de convergência foram ótimos para o algodão herbáceo, a batata-inglesa e o feijão, provando que os principais estados produtores que detém uma produtividade média superior a 70% da produtividade média nacional convergem entre si, todavia, não há convergência entre estes estados e os demais.

3 - Os resultados obtidos no teste de convergência- β condicional para as culturas da batata-inglesa e o feijoeiro foram excelentes, porém, razoáveis para o algodão herbáceo. Estes resultados mostram que de fato há convergência de produtividade entre os estados produtores dessas culturas quando se controlam os efeitos da deficiência hídrica e do capital humano sobre a produtividade. No entanto, para as culturas do arroz e do milho os resultados no teste de convergência- β condicional, não foram favoráveis.

É importante lembrar que além das medidas de convergência aqui consideradas (convergência- β absoluta, convergência- β condicional e convergência- σ) outras também têm sido referidas na literatura, tais como: índice de Theil, índice de Wilianson, além das metodologias sugeridas por Ben David (1993), Bernard e Jones (1996), Danny Quah (1993), Drenan e Lobo (1999). Assim sendo, futuros trabalhos

poderão usar essas metodologias para compararem seus resultados com os aqui apresentados.

Na obstante, os resultados supracitados evidenciaram que maiores esforços de pesquisa e difusão de tecnologia devem ser feitos para as culturas do algodão herbáceo, batata-inglesa, feijão, arroz e milho, em especial para as duas últimas. Isto permitirá uma maior homogeneidade da modernidade dessas culturas, reduzindo a dualidade técnica que existe entre os estados produtores.

ANEXOS

ANEXO A – Revisão da literatura sobre convergência no mundo

Autores	País Considerado	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo Analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Barros e Garoupa (1995)	Portugal	Avaliar o padrão de convergência da Renda per capita portuguesa em relação à União Européia, antes e depois de Portugal tornar-se membro da EU.	Renda Per Capita	1950 a 1993, divididos em três sub-períodos: 1951 a 1973, 1974 a 1985 e 1986 a 1993.	Ben-David (1993)	$\Delta Z_{j,t+1} = -kZ_{j,t}$ <p>em que: $k = 1 - \Phi$ e $Z_{j,t}$ é descrita como sendo:</p> $Z_{j,t} = Y_{j,t} - Y_t *$ <p>em que: Δ é o operador de diferenças e k é a taxa de convergência e Y é a renda per capita</p> <p>Se o país j tem uma renda per capita nacional abaixo da média, então $Z_{j,t}$ será negativo. Se a convergência existe, então, $Z_{j,t}$ mostrará um padrão crescente no tempo. Isto implica que $\Delta Z_{j,t+1} > 0$.</p> <p>Dito de outra forma, se k for positivo, então está havendo convergência; se k for negativo, está ocorrendo divergência.</p>
Principais Conclusões	<p>No período de 1951-1973, o coeficiente de convergência k é positivo e estatisticamente significativo, implicando que a renda nacional portuguesa convergiu para a média Européia.</p> <p>No período de 1974-1985, o coeficiente k não foi significativo, revelando a ausência de convergência.</p> <p>No período de 1986-1993, verificou-se convergência que, de acordo com os autores, foi devido à entrada de Portugal na União Européia.</p>					

Quadro 4 – Análise de convergência no mundo: Barros e Garoupa (1995)

Autores	País Considerado	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo Analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Persson (1997)	24 estados da Suécia	Testar a hipótese da Convergência da Renda per Capita, ajustando a renda para considerar diferenças no custo de vida de cada estado além de discutir os efeitos da migração inter regional sobre a convergência	Renda Per Capita	1911 a 1993	Barro e Sala-i-Martin (1991, 1992)	$\left(\frac{1}{T}\right) \cdot \log\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-T}}\right) = \alpha - \left[\frac{1-e^{-\beta T}}{T}\right] \cdot \log y_{i,t-T} + u_{it}$ em que, y_{it} e y_{it-T} corresponde à renda per capita dos estados no tempo t e tempo t-T, respectivamente. α é o intercepto e β é a taxa de convergência. Um valor positivo de β indica convergência e quanto mais alto este valor mais rápido será a convergência.
Principais Conclusões	A conclusão do autor foi de que o ajustamento da renda, em oposição aos trabalhos que não ajustam, não mudou qualitativamente os resultados sobre a convergência. O resultado obtido pelo autor foi similar aos resultados obtidos por outros pesquisadores que não fizeram o ajustamento da renda, ou seja, o coeficiente de convergência- β estimado foi de 0,04. Quando o autor considerou a migração, nenhuma evidência foi verificada indicando que de que ela tenha contribuído com o processo de convergência.					

Quadro 5 – Análise de convergência no mundo: Persson (1997)

Autores	País Considerado	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo Analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
<p>Michelis, Papadopoulos e Papanikis (1992)</p>	<p>Grécia</p>	<p>Analisar a convergência da renda regional na Grécia</p>	<p>Renda per Capita</p>	<p>1981-1991- período de participação da Grécia na Comunidade Européia</p>	<p>Barro e Sala-i-Martin (1991, 1992)</p> <p>e</p> <p>Levine e Renelt (1992)</p> <p>O trabalho de Levine e Renelt (1992) adiciona uma equação para capturar possíveis diferenças entre as regiões da taxa de crescimento da renda per capita</p>	<p>Para estimar o coeficiente de convergência-β, os autores utilizaram a equação:</p> $\left(\frac{1}{T}\right) \cdot \log\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-T}}\right) = \alpha - \left[\frac{1 - e^{-\beta T}}{T}\right] \cdot \log y_{i,t-T} + u_{it}$ <p>Para capturar as possíveis diferenças entre as regiões, foi estimada a equação</p> $y_{i,0T} = \gamma_0 + \gamma_{1,0} + \gamma_2 I_i + \gamma_3 Z_i + u_i \quad \text{com}$ <p>$i = 1 \dots 51$, em que: $y_{i,0T}$ = taxa média de crescimento na região i; $\gamma_{1,0}$ é o log do nível inicial de y da região i no ano de 1981; I_i = vetor de variáveis que capturam as características do capital físico e humano da região i; Z_i = vetor que capturam características peculiares de cada região, além do capital físico e humano; $\gamma_0 =$ constante. $\gamma_1 = -(1 - e^{-\beta T})/T$</p> <p>$\gamma_2$ e γ_3 = coeficientes dos regressores I e Z</p> <p>Para cada variável dependente, três especificações de modelo foram usadas: um modelo simples, um modelo que usa como variável independente o capital físico e humano, chamado de Modelo-I e um terceiro modelo, designado por Modelo-Z, que reuniu os dois modelos acima mais as variáveis dummy.</p>
<p>Principais Conclusões</p>	<p>A conclusão dos autores foi a de que todos os resultados suportam a hipótese da convergência. O coeficiente estimado de convergência-β foi similar em todos os modelos, mas a velocidade de convergência é mais baixo do que os 2% reportado por Sala-i-Martin(1996).</p> <p>Verificou-se também a ocorrência de convergência-σ, entre as 51 regiões da Grécia.</p>					

Quadro 6 – Análise de convergência no mundo: Michelis, Papadopoulos e Papanikis (1992)

Autores	País Considerado	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo Analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Gezici e Hewings (2003)	Turquia	Verificar a ocorrência de uma transformação das disparidades inter-regionais, em termos de convergência da renda per capita	Renda Per Capita	1980 a 1997	Barro e Sala-i-Martin (1996)	$\ln \left(\frac{y_{i,t+T}}{Y_{i,t}} \right) = \alpha + \beta \ln(y_{i,t}) + \varepsilon_{i,t}$ <p>em que: $y_{i,t}$ é a renda per capita da província i, no tempo t; α é uma constante e β o coeficiente a ser estimado. Se o valor de β for menor que zero, está havendo convergência. Nesta equação a taxa de crescimento entre t e T é a variável dependente e o log da renda per capita no período inicial é a variável independente.</p>
Principais Conclusões	Nenhuma evidência de convergência para a Turquia, seja ela β ou σ , foi verificada no período analisado.					

Quadro 7 – Análise de convergência no mundo: Gezici e Hewings (2003)

Autores	País Considerado	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo Analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Gutierrez (2000)	Estados Unidos e União Européia	Avalia a hipótese da convergência sob a perspectiva da produtividade do trabalho agrícola.	Renda per capita na agricultura	1970-1992	Barro e Sala-i-Martin (1990, 1992)	<p>A equação utilizada para estimar o coeficiente de convergência β foi:</p> $\frac{1}{T} \log \left(\frac{y_T}{y_0} \right) = c' \left[\left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \right) \right] \log(y_0)$ <p>em que, $c' = c + \chi$</p> <p>sendo:</p> $c = \left[\left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \right) \right] \log(\hat{y}^*) e^{-\chi}$ <p>mudança tecnológica que provoca um aumento em c. A equação estimada para analisar o efeito da migração sobre a velocidade de convergência-β, foi:</p> $m_{it} = c_1 + c_2 \log \left(\frac{y_{Ai,t} - T}{y_{NAi,t} - T} \right) + c_3 Z_i + v_{it}$ <p>onde: Z_i corresponde ao um vetor que representa uma variável introduzida no modelo para remover a taxa de migração m das diferenças entre do crescimento da força de trabalho do setor agrícola e não agrícola.</p>
Principais Conclusões	<p>O resultado encontrado pelo autor foi de convergência absoluta para os estados dos Estados Unidos mas não para os países da União Européia.</p> <p>Quanto a convergência condicional, o resultado foi conforme o esperado, ou seja, o efeito de migração sobre a velocidade de convergência entre os setores agrícola e não agrícola nos Estados Unidos foi de 0,5% ao ano e na União Européia o efeito exercido pela migração é alto, aumentando a velocidade de convergência por 1.0 percentual ao ano.</p>					

Quadro 8 – Análise de convergência no mundo: Gutierrez (2000)

Autores	País Considerado	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo Analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Lusigi e Thirtle (1998)	32 países do continente Africano	Testar a hipótese de convergência da renda per capita e da Produtividade Total dos Fatores (PTF) na agricultura.	Renda per capita e Produtividade Total dos Fatores (PTF)	1970 a 1991	Barro e Sala-i-Martin (1995) e Bernard e Jones (1996).	Usando a metodologia de Barro e Sala-i-Martin (1995) Os autores testaram a hipótese de convergência da renda per capita, estimando a equação: $GNP = \beta_0 + \beta_1 GNPO + \beta_2 AGSHR + \beta_3 \ln(EDUC) + \beta_4 EXC + \beta_5 INV + \beta_6 OPEN + \beta_7 AGEMP + \varepsilon,$ Em que: GNP = Produto per capita; GNPO = nível inicial do produto per capita; AGSHR = share da agricultura; ln(EDUC) = gastos com educação per capita; EXC = taxa de câmbio, INV = investimento; OPEN = grau de abertura da economia e AGEMP = participação da agricultura no total do emprego. Para testar a hipótese de convergência da PTF na agricultura foi usado a metodologia de Bernard e Jones (1996) considerou-se que Existe um país 1, entendido como "país de referência", de modo que: $\ln D_i(t) = \ln A_i(t) - \ln A_1(t)$, em que: $A_i(t)$ é a renda per capita ou a PTF no ano t no país i, com $i = 2, 3, \dots, N$ e $A_1(t)$ mensura a produtividade no "país de referência". Então $D_i(t)$ é o log do desvio do país i em relação ao país de referência, 1. O país i convergirá para 1 se o \ln de $D_i(t)$ é estacionário. Para testar a hipótese de convergência estima-se a equação: $\ln D_{it} = (\delta_i - \delta_1) + (1 - \lambda) \ln D_{i,t-1} + \varepsilon$ se: $\lambda = 0$ e $\delta_i \neq \delta_1$, não há convergência, ou, que o desvio entre o nível da produtividade do país i, em relação à r, não é estacionário; -se $\lambda > 0$, implica em "catching-up", ou seja, o país que tem menor produtividade cresce relativamente mais que o país que tem uma produtividade maior; -se λ é significativamente diferente de zero, então a diferença entre as produtividades mensuradas nos dois países é estacionária, -se $\lambda > 0$ e $\delta_i = \delta_1$, os países convergem para o mesmo nível, finalmente, -se $\lambda = 0$ e $\delta_i = \delta_1$, não há tendência de convergência.
Principais Conclusões	Pelo método de Barro e Sala-i-Martin os resultados mostraram que as economias que tinham um nível de renda inicial mais baixo cresceram mais do que as economias mais ricas. Portanto, em termos de renda per capita houve convergência. Quando à PTF na agricultura, os autores afirmaram que não houve convergência. Pelo método de Bernard and Jones (1996) tanto a hipótese de convergência da renda per capita como da convergência da Produtividade Total dos Fatores foram confirmadas pelos autores. Contudo, no caso da PTF na agricultura a convergência é condicional. Observa-se que a convergência é condicional, desde que o crescimento seja explicado pelas variáveis: investimento, educação, participação da agricultura e emprego.					

Quadro 9 – Análise de convergência no mundo: Lusigi e Thirtle (1998)

Autores	País Considerado	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo Analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Suhariyanto e Thirtle (2001)	Ásia	Mensurar a produtividade e total dos Fatores (PTF), utilizando-se um produto e cinco inputs: terra, trabalho, fertilizantes, maquinaria e animais.	Produtividade Total na Agricultura	1965 a 1996.	Barro e Sala-i-Martin (1991)	<p>Para analisar as diferenças na PTF da agricultura entre países, constrói-se o index com respeito a uma fronteira para obter a “melhor fronteira” e assim mensurar a distância de cada país em relação à sua fronteira. Uma vez mensurado a PTF para os grupos de países asiáticos, os autores estimaram o coeficiente de convergência-β e σ de acordo com as predições do Modelo de Barro e Sala-i-Martin (1995), a PTF desenvolve-se com:</p> $\ln A_{it} = \gamma_i + \lambda \ln \left(\frac{A_{it-1}}{A_{f,t-1}} \right) + \ln A_{f,t-1} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$ <p>em que, γ_i é a taxa de crescimento, assintótica, do país i; o parâmetro λ caracteriza o <i>speed catch up</i>, ou seja, o diferencial de produtividade entre os países i e f e, ε_{it} é o termo erro.</p> <p>A equação (1) informa que PTF em cada país i pode potencialmente crescer como resultado do crescimento do setor específico ou como resultado da transferência de tecnologia do país fronteira.</p> <p>Se o país i é mais produtivo, então não há transferência de tecnologia e a equação (1) torna-se $\ln A_{it} = \gamma_f + \ln A_{f,t-1} + \varepsilon_{f,t}$ (equação 2).</p> <p>Combinando as equações (1) e (2), obtém-se a expressão do crescimento da PTF na qual o teste é baseado:</p> $\ln \left(\frac{A_{it}}{A_{ft}} \right) = (\gamma_i - \gamma_f) + (1 - \lambda) \ln \left(\frac{A_{i,t-1}}{A_{f,t-1}} \right) + \varepsilon_{it} \quad (3)$ <p>Se $\lambda = 0$ não haverá evidências de convergência. Se $\lambda > 0$, a diferença nos países i e f será estacionária, indicando evidências de convergência.</p>
Principais Conclusões	A conclusão dos autores é de que, tanto no teste de convergência- β da PTF quanto no teste baseado em séries temporais, "não há evidência de convergência da produtividade agrícola na Ásia". Da mesma forma que não se verificou uma tendência de dispersão decrescente entre os países. Portanto, também não há evidência de convergência- σ .					

Quadro 10 – Análise de convergência no mundo: Suhariyanto e Thirtle (2001)

ANEXO B – Revisão da literatura sobre convergência no Brasil

Autores	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Ferreira e Ellery Junior (1996)	Verificar a existência ou não de convergência entre os 23 estados brasileiros	Renda per capita	1970 a 1990	Barro e Sala-i-Martin (1992)	<p>Para estimar o coeficiente de convergência-β, os autores utilizaram a equação:</p> $\frac{1}{T} \cdot \log \left[\frac{y_{i,0+T}}{y_{i,0}} \right] = a - (1 - e^{-\beta T}) \cdot \left(\frac{1}{T} \right) \log(y_{i,T-1}) + u_{it}$ <p>Um valor positivo de β indica convergência.</p> <p>Primeiro estimou-se a equação acima. Em seguida, uma variável dummy foi acrescentada para cada uma das 4 regiões brasileiras (norte, sul, sudeste, nordeste). Como apenas a dummy da região norte foi significativa, o autor rodou uma terceira regressão considerando apenas esta dummy.</p> <p>Para estimar o coeficiente de convergência-σ o autor utilizou a equação:</p> $\sigma^2_t = \frac{\sigma^2_u}{1 - e^{-2\beta}} + \left(\sigma^2_0 - \frac{\sigma^2_u}{1 - e^{-2\beta}} \right) e^{-2\beta t}$ <p>no estado-estacionário tem-se: $\sigma^2 = \frac{\sigma^2_u}{1 - e^{-\beta}}$ se $\beta > 0$, a hipótese de convergência-σ só será garantida se $\sigma^2_0 > \sigma^2_{0+1}$. Convergência-$\beta$ é condição necessária mas não suficiente para a ocorrência de convergência-σ.</p>
Principais conclusões	Existe um processo de convergência nas três regressões, com $\beta > 0$ e altamente significativo. O coeficiente estimado de β foi igual a 0,013, implicando que levará 56,4 anos para que a metade do <i>gap</i> da renda per capita entre regiões brasileiras consideradas seja eliminado. Os autores também estimaram os coeficientes após dividir o período em 2 sub-períodos, bem como impondo algumas restrições ao coeficiente β . A conclusão é de que não se verificou mudanças sensíveis nos resultados. Qualitativamente, os resultados foram mantidos. Quando à hipótese de convergência- σ , os autores observaram que há um processo de declínio da dispersão, indicando uma proximidade da renda per capita entre os estados brasileiros.				

Quadro 11 – Análise de convergência no Brasil: Ferreira e Ellery Junior (1996)

Autores	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada																
Souza e Porto Junior (2003)	Testar a hipótese de convergência da renda para os municípios da região nordestina e estados do Brasil	Renda per capita	1970 a 1991/98	Danny Quah (2003, 1993) e Drennan e Lobo (1999)	<p>Para estimar o coeficiente de convergência-β, os autores utilizaram duas metodologias:</p> <p>1) Metodologia de Drennan e Lobo (1999): Para estimar o coeficiente de convergência-β primeiro defini-se uma matriz 2 x 2 relativa aos dados da renda per capita dos municípios da região nordeste. As linhas dessa matriz indicam os valores possíveis do evento A e as colunas, do evento B. A partir desses dados estimou-se a probabilidade condicional dada por $p = P(B/A)$, necessária para testar a hipótese de convergência-β. Definindo a matriz de entradas dos eventos A e B da forma abaixo e considerando a hipótese de B_1A_1:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">B₁</td> <td style="text-align: center;">B₂</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A₁</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">835</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">529</td> <td style="text-align: right;">1364</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A₂</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">8</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">3</td> <td style="text-align: right;">11</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">843</td> <td style="text-align: center;">532</td> <td style="text-align: right;">1375</td> </tr> </table> <p>A probabilidade condicional é estimada através da fórmula:</p> $= P \left\{ \frac{G_{M,70-91} < 1 \cap \frac{RPC_{M,70}}{RPC_{NE,70}} > 1}{P \left(\frac{RPC_{M,70}}{RPC_{NE,70}} > 1 \right)} \right\}, \text{ que resulta em } p = 0,75,$ <p>portanto, o desvio padrão será igual a 0,0116. A partir desses dados os autores calculam a estatística Z e concluem que dado que Z-calculado é maior que Z-crítico, então, aceita-se a hipótese de convergência, ou que os municípios com renda inicial acima da média cresceram a taxas menores. O mesmo procedimento é repetido pelos autores para as hipóteses de A_1B_2, e A_2B_2 e A_1B_1.</p> <p>2) Metodologia de Quah(1993): A proposta do método é de que se analise o comportamento de longo prazo da distribuição estimada e se detecte o padrão de mudança interna de posição das regiões de um extrato para outro, no tempo. Neste caso o período de transição considerado foi de 1970 para 1991.</p> <p>A matriz de Markov definida pelos autores é:</p> $p_{i,j} = \begin{vmatrix} 6,9 & 93,1 & 0,00 \\ 0,75 & 99,25 & 0,00 \\ 0,00 & 36,36 & 63,64 \end{vmatrix}$ <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Os municípios foram agrupados em 3 faixas de renda: [-4, -2] = pobres, [-2, 0) = renda média e [0,2)=ricos.</p> </div>		B ₁	B ₂		A ₁	835	529	1364	A ₂	8	3	11		843	532	1375
	B ₁	B ₂																			
A ₁	835	529	1364																		
A ₂	8	3	11																		
	843	532	1375																		
Principais Conclusões	<p>Utilizando-se a metodologia de Drennan e Lobo (1999) não é possível aceitar a hipótese de convergência para a renda per capita dos municípios da região Nordeste do Brasil em todos os quatro casos, ao nível de significância de 0,01. Portanto, este teste não permite que se afirme que os municípios pobres no começo da amostra cresceram a taxas maiores do que os municípios relativamente ricos. Pode-se afirmar isto, inclusive, sem incorrer na Falácia de Galton.</p> <p>Os resultados, baseados na metodologia de Quah (1993), indicaram uma tendência de concentração dos municípios nos extratos de renda média no longo prazo (99,5) sendo que 0,075% permanecerão no grupo dos muito pobres. A análise da evolução do tempo mostrou que, em 1970, o número de municípios relativamente mais pobres era bastante reduzido, contudo, manteve-se estável no período analisado. O que se pode extrair de tudo isto é que há um processo de convergência com a formação de dois grupos: um clube de municípios cuja renda alcança a renda média da região Nordeste e outro grupo dos municípios pobres com relação à renda per capita relativa da região.</p>																				

Quadro 12 – Análise de convergência no Brasil: Souza e Porto Junior (2003)

Autores	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Ribeiro e Pôrto Junior (2000)	Analisar a hipótese da convergência de renda per capita através de uma análise da dinâmica da distribuição de renda per capita entre os Estados e entre os Municípios da Região Sul do Brasil	Renda per capita	1985 a 1998	<p>Coefficiente de variação, Índice de Theil (I_T) e Índice de Willianson (I_w).</p> <p>Teste de Boyke e McCarthy (1997).</p> <p>Barro e Sala-i-Martin (1992)</p> <p>Danny Quah (1993)</p>	<p>Para estimar os Índices de Theil e de Willianson foram utilizadas as equações:</p> <p>Índice de Theil (I_T) $I_T = \sum P_i \ln \left(\frac{P_i}{y_i} \right)$</p> <p>Índice de Willianson (I_w), $I_w = \sqrt{\sum \left[\left(\frac{Y_i - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right)^2 \cdot \frac{f_i}{n} \right]}$, em que Y_i é o produto per capita do estado i; \bar{Y} é o produto per capita do país, f_i = população do estado i; n = população do país; p_i = participação do estado i na população total e y_i = participação do estado i no produto total.</p> <p>Teste de Boyke e McCarthy (1997): trata-se de um teste que analisa o grau de persistência do processo de convergência ao longo de todo o período, em outras palavras, observa-se o rank do PIB per capita dos estados ano a ano com o objetivo de detectar que padrão de dispersão, quando comparado à posição relativa dos vários estados ao longo do período. Nesse sentido, a hipótese que se testa é: "Quanto mais mudanças de posição ocorrem, no sentido de que as microregiões que apresentam baixa posição num determinado período deslocam-se para uma posição mais acima no período seguinte, mais há indícios de que a convergência está ocorrendo"</p> <p>A equação estimada no Modelo proposto por Barro e Sala-i-Martin (1992) foi:</p> $\frac{1}{T} \log \left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-T}} \right) = \alpha_i + \left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \right) \cdot \log Y_{it-T} + \delta X$ <p>α = constante, $\left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \right)_{it-T}$ = parâmetro de convergência e X=nível de escolaridade</p> <p>Teste de Danny Quah (1993) – Este teste permite a verificação da formação de grupos de convergência através de uma análise do comportamento de longo prazo da distribuição estimada para se detectar o padrão de mudança interna de posição dos estados/municípios de um extrato para outro, no tempo.</p>
Principais Conclusões	<p>As estimativas dos índices de coeficiente de variação e de Theil mostraram uma tendência de queda na dispersão entre os três estados da região Sul, já o índice de Willianson mostra uma tendência de aumento entre 1990 e 1992, depois uma queda até o final da série considerada.</p> <p>A conclusão para o teste de Boyke e McCarthy (1997) é a de que os estados brasileiros têm se mantido na mesma posição no rank, negando a hipótese de convergência.</p> <p>O teste de convergência-β indicou evidências de convergência-β, tanto entre os 27 estados brasileiros quanto para os municípios, confirmando que os estados com menor renda per capita no início do período cresceram a taxas maiores.</p> <p>O teste de Danny Quah (1993) mostrou uma tendência de formação de um processo de polarização com a formação de dois grupos de convergência: um incluindo os municípios cuja renda alcança a renda média de região Sul e outro formado pelos municípios pobres com relação à renda per capita relativa da região.</p> <p>Observando apenas a região sul, os autores concluem que ao contrário dos resultados obtidos por outros estudos, não se confirmou a hipótese de convergência-β absoluta.</p>				

Quadro 13 – Análise de convergência no Brasil: Ribeiro e Pôrto Junior (2000)

Autores	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Azzoni (1994)	Analisar o problema da convergência de renda entre as regiões brasileiras	Renda per capita	1939 a 1990	Barro e Sala-i-Martin (1995)	<p>1) Período de 1939-1990 O primeiro indicador a ser testado foi o coeficiente de convergência-σ dado pela fórmula: $V_W = \left(\frac{1}{y_{BR}} \right) \sqrt{(y_e - y_{BR})^2 \cdot \left(\frac{P_e}{P_{BR}} \right)}$ onde, e = estado; BR = dado nacional; y = renda per capita e P = população.</p> <p>As equações estimadas para testar as hipóteses de convergência β-absoluta e convergência β-condicional foram: $\frac{1}{T} \log \left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-T}} \right) = \alpha_i + \left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \right) \cdot \log Y_{it-T} + \varepsilon_{it}$ $\frac{1}{T} \log \left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-T}} \right) = \alpha_i + \left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \right) \cdot \log Y_{it-T} + \delta X$</p> <p>2) Período de 1939-1995 Para este período o autor utilizou o Índice de Theil para estimar a convergência-σ, dado pela equação: $J = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_{br}} \right) \ln \left[\frac{P_i / P_{br}}{Y_i / Y_{br}} \right] = \sum_{i=1}^n p_i \ln j_i$</p> <p>Para os testes de convergência β-absoluta e convergência β-condicional a equação é a mesma especificada acima.</p>
Principais Conclusões	<p>Período de 1939-1990: Quando se realizou o teste do coeficiente de convergência-σ observou-se oscilações entre os estados ao longo do período analisado, com máximos e mínimos praticamente idênticos, com exceção da tendência recente, caracterizada pelo período após 1970. Observou-se também que as regiões Sul, Sudeste e Centro- Oeste apresentaram decréscimos nos respectivos graus de desigualdade, enquanto que o Norte e Nordeste registram aumentos persistentes. Quanto ao coeficiente de convergência-β-absoluta, o autor observou que no período como um todo (1939-1990) os sinais da existência de convergência absoluta são muito fracos, já para o sub-período de 1970-1990, os sinais são mais fortes. Incluindo <i>dummies</i> para captar possíveis diferenças entre as regiões do país, o autor comenta que não se observou grandes avanços em relação aos resultados obtidos sem as <i>dummies</i>.</p> <p>Período de 1939-1995: Percebe-se uma acentuada oscilação em termos de dispersão. Até meados da década de 1950 a dispersão aumenta e depois decresce até metade da década 1960. Depois de 1960 volta a aumentar até aproximadamente 1968 quando então se estabiliza. Os resultados para convergência β-absoluta indicaram evidências de convergência entre os estados brasileiros neste período. A velocidade de convergência pelo método de Barro e Sala-i-Martin foi de 0,685 para o teste de convergência-β, e de 1,29% no teste para convergência condicional. Isto significa que levará aproximadamente 102 e 54 anos, respectivamente, para que se possa eliminar 50% da desigualdade regional. Pelo coeficiente de variação, o autor se surpreende comentando que, embora a metodologia seja diferente, esperava-se que os resultados fossem semelhantes. No entanto, o <i>speed</i> de convergência, estimado pelo CV, foi de 0,24% . Mesmo dividindo o período em sub-períodos, não se observa um processo de convergência. Na verdade, o período é marcado por oscilações na dispersão.</p>				

Quadro 14 – Análise de convergência no Brasil: Azzoni (1994)

Autores	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Cançado (1999)	Testar a hipótese de convergência da renda per capita e discutir o papel dos fluxos migratórios neste processo, determinando em que medida os fluxos migratórios internos contribuem para a redução das diferenças estaduais de renda per capita no Brasil	Renda per capita	1960 a 1991	Barro e Sala-i-Martin (1995)	<p>As equações estimadas foram:</p> <p>1) Taxa e Migração $m_{i,t}$ é definida como sendo:</p> $m_{i,t} = \alpha + \beta \log(y_{i,t-T}) + (\pi_{i,t-T}) + d(S_{i,t}) + e + \varepsilon_{i,t}$ <p>Onde: e = dummies regionais, $\pi_{i,t-T}$ = densidade demográfica do estado i no ano inicial; e $S_{i,t} = (1/T) \sum_j w_{i,j,t-T} \ln(y_{j,t} / y_{j,t-T})$</p> <p>2) A hipótese de Convergência-β foi testada usando-se a equação: $(y_{i,t} / y_{i,t-T})^{1/T} = \alpha + b \log(y_{i,t-T}) + \varepsilon_{i,t}$</p> <p>3) A velocidade de convergência-β foi estimada com base na equação:</p> $(1/T)(y_{i,t} / y_{i,t-T}) = \alpha - (1 - e^{-\beta}) / T \cdot \log(y_{i,t-T}) + \varepsilon_{i,t}$ <p>Para cada exercício realizado a autora apresentou três estimações: para o período de 1960 a 1991, para cada década em separado (60, 70 e 80) e restringindo os coeficientes de renda, para cada década, a um único valor.</p>
Principais Conclusões	<p>Os resultados da 1ª equação apóiam, do ponto de vista estatístico, a proposição de que os fluxos migratórios relacionam-se positivamente com as rendas per capita estaduais. O coeficiente de renda per capita estadual é sempre positivo.</p> <p>O coeficiente estimado β indicou convergência no período de 1960-1991, nas décadas de 70 e 80 bem como para os dados de painel. Apenas na década de 60 não se verificou convergência.</p> <p>Quando ao <i>speed</i> de convergência, no período de 1960 a 1991 seu valor foi de 0,007. Embora seu valor não tenha atingido 1%, ainda assim foi o maior valor encontrado pela autora, indicando que a velocidade de convergência é bastante baixa para o caso brasileiro. Observa-se que a velocidade de convergência das rendas per capita é maior entre os estados de uma mesma região do que entre o conjunto dos estados do país.</p> <p>Ao considerar os efeitos da taxa de migração no <i>speed</i> de convergência a autora afirmou que o impacto dos fluxos migratórios na dinâmica das rendas per capita estaduais é praticamente nulo, definido por uma baixa velocidade de convergência. O maior valor que esta velocidade atingiu foi de 1,5%, implicando que levaria 46 anos para eliminar o <i>gap</i> entre qualquer nível de renda inicial estadual e o nível de estado-estacionário da renda per capita.</p>				

Quadro 15 – Análise de convergência no Brasil: Cançado (1999)

Autores	Objetivo do Trabalho	Variável de Convergência	Período de tempo analisado	Modelo Teórico Considerado	Equação Estimada
Martins (1999)	Verificar em que medida a desconcentração na distribuição do ICMS contribuiu para reduzir as desigualdades econômicas e sociais entre as regiões de Minas Gerais, em torno da média estadual. Particularmente, a autora pretende testar a ocorrência de convergência- σ	ICMS	1995, 1996 e 1997	Índice de j e Índice de L - Theil,	<p>As equações utilizadas para verificar a convergência foram:</p> $j = j_i = p_i / y_i$ $L = \sum p_i \ln (p_i/y_i)$ <p>Em que: p_i é a participação da população da região i na população do Estado e y_i a participação do ICMS recebido pela região i no total repassado pelo estado.</p>
Principais Conclusões	<p>Os resultados mostraram que o menor índice j ficou com a região do Triângulo, portanto, a mais privilegiada em termos de recebimento de ICMS, seguido da região Central, ambas assumem uma tendência convergente. Contrariamente, o maior índice ficou com a região do Jequetinhonha. Nenhum caso de mudança de posição foi verificado, ou seja, de uma região ter índice maior que 1 e passar a ter índice menor que 1, e vice-versa.</p> <p>Quanto ao índice Theil, ele mostra um decréscimo consecutivo, indicando uma redução das disparidades e, portanto, um processo de convergência das desigualdades econômicas e sociais.</p> <p>A conclusão final da autora é de que a Lei “Robin Hood” está promovendo uma equalização na distribuição do ICMS, contudo, seus efeitos em termos de redução das desigualdades econômicas e sociais ainda não são observados. Contudo, espera-se que ocorra no longo prazo, uma vez que o desenvolvimento social é um pressuposto para se atingir o desenvolvimento econômico. Como uma das condições para aumentar a cota-parte do ICMS é o investimento em educação e saúde, acredita-se que isto deverá incentivar as regiões a investirem mais e, portanto, mudar sua estrutura social.</p>				

Quadro 16 – Análise de convergência no Brasil: Martins (1999)

ANEXO C - Percentuais da área adubada, de área com plantio simples e de área com plantações menores de 10 ha

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	1093	000	426569	01	598789	50	86440	26	373287	07
1980	000	000	416979	15	294337	85	60051	62	331454	75
1995	3585	17	162443	17	130446	85	152105	87	171056	89
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	1093	100	426569	19	598789	91	86440	89	373287	84
1980	000	000	416979	46	294337	94	60051	94	331454	88
1995	3585	67	162443	88	130446	97	152105	99	171056	97
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	1093	05	426569	65	598789	21	86440	35	373287	42
1980	000	00	416979	54	294337	21	60051	26	331454	44
1995	3585	86	162443	68	130446	21	152105	10	171056	37

Quadro 17 - Cultura do algodão herbáceo

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	128854	1	680909	1	1264761	28	1227967	13	1009125	39
1980	37202	50	1002690	28	909312	78	2465102	93	952099	94
1995	436776	22	676519	19	204298	58	554256	81	1105217	92
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	128854	20	680909	28	1264761	94	1227967	81	1009125	72
1980	372024	55	1002690	33	909312	90	2465102	90	952099	91
1995	436776	73	676519	42	204298	96	554256	97	1105217	99
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	128854	82	680909	86	1264761	28	1227967	37	1009125	35
1980	372024	72	1002690	78	909312	44	2465102	17	952099	32
1995	436776	67	676519	77	204298	69	554256	21	1105217	11

Quadro 18 - Cultura do arroz

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	00	00	3044	67	49453	92	435	45	94266	72
1980	00	00	000	00	35022	99	000	00	33652	99
1995	14	30	2738	90	50752	99	965	97	85388	98
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	00	00	3044	50	49453	75	435	92	94266	89
1980	00	00	000	00	35022	90	000	00	33652	95
1995	14	93	2738	80	50752	97	965	99	85388	98
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	00	000	3044	71	49453	46	435	23	94266	54
1980	00	000	000	00	35022	44	000	00	33652	92
1995	14	100	2738	70	50752	42	965	10	85388	59

Quadro 19 - Cultura da batata-inglesa

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	1389	5	69912	8	1189411	58	11425	10	363364	66
1980	26382	6	96059	89	1643782	98	62170	89	620226	95
1995	105905	2	126887	43	1454102	63	21424	13	104026	32
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1980	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1995	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	1389	88	69912	60	1189411	24	11425	34	363364	54
1980	26382	85	96059	35	1643782	33	62170	53	620226	39
1995	105905	83	126887	34	1454102	33	21424	66	104026	52

Quadro 20 - Cultura do café

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

* Não Informado

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	5472	00	621071	69	951160	76	14028	16	103529	23
1980	00	00	977570	86	1460370	99	22116	98	87570	46
1995	5698	39	1125224	94	2570231	95	301317	99	347973	77
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	5472	86	621071	98	951159	96	14028	94	103529	94
1980	00	00	977570	98	1460370	95	22116	99	87568	99
1995	5698	96	1125224	99	2570231	99	301317	99	347973	97
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	5472	40	621071	12	951160	11	14028	46	103529	48
1980	00	00	977570	35	1460370	6	22116	14	87570	30
1995	5698	83	1125224	6	2570231	6	301317	1	347973	28

Quadro 21 - Cultura da cana-de-açúcar

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	34782	0	1644441	3	783559	23	332144	2	1287190	9
1980	93288	2	1721699	23	1094102	84	326087	62	1122255	87
1995	148443	9	2261746	13	639192	73	115873	79	920273	70
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	34782	29	1644441	9	783559	22	332144	12	1287190	24
1980	93288	50	1721699	16	1094102	38	326087	27	1122255	43
1995	148443	60	2261746	26	639192	57	115870	82	920273	80
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	34782	82	1644441	70	783559	47	332144	50	1287190	65
1980	93288	97	1721699	81	1094100	66	326087	63	1122255	83
1995	148443	86	2261746	80	639192	62	115869	29	920273	75

Quadro 22 - Cultura do feijão

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
1980	00	00	47898	81	00	00	00	00	205495	96
1995	967	21	34214	86	1865	61	94	70	267234	99
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
1980	00	00	47898	51	00	00	00	00	205495	98
1995	967	84	34214	63	1865	81	94	51	267234	98
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
1980	00	00	47898	80	00	00	00	00	205495	98
1995	967	99	34214	89	1865	87	94	69	267234	75

Quadro 23 - Cultura do fumo

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	1934	6	19241	41	156806	74	3202	22	26288	28
1980	1532	3	31303	72	397733	92	2467	47	22079	25
1995	14990	22	94081	43	779542	51	8306	52	28259	51
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1980	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1995	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	1934	43	19241	66	156806	23	3202	57	26288	21
1980	1532	95	31303	69	397733	16	2467	81	22079	96
1995	14990	76	94081	59	779542	39	8306	36	28259	82

Quadro 24 - Cultura da laranja

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

* Não Informado

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	191668	0	836883	7	162344	11	46591	0	491174	14
1980	277760	0	536348	17	77232	27	20193	3	229381	67
1995	277862	2	548554	21	112806	27	40336	17	253584	28
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	191668	46	836883	53	162344	85	46591	37	491174	56
1980	277760	68	536348	70	77232	71	20193	66	229381	43
1995	277862	74	548548	63	112806	90	40336	94	253584	92
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	191668	93	836883	82	162344	53	46591	75	491174	61
1980	277760	94	536348	94	77232	82	20193	93	229381	95
1995	277862	90	548554	89	112806	74	40336	66	253584	73

Quadro 25 - Cultura da mandioca

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	144469	0	2062121	2	3087657	24	712144	03	4663831	20
1980	273820	1	2026505	14	2779914	70	960042	55	4298290	43
1995	358183	8	2354787	12	2134746	84	1680158	88	4074961	85
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	144469	12	2062121	4	3087657	57	712144	32	4663831	29
1980	273820	34	2026505	8	2779914	57	960042	56	4298290	42
1995	358182	57	2354787	26	2134746	84	1680158	97	4074961	89
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	144469	85	2062121	72	3087657	33	712144	42	4663831	52
1980	273820	81	2026505	79	2779914	46	960042	37	4298290	60
1995	358182	77	2354787	76	2134746	33	1680158	12	4074961	45

Quadro 26 - Cultura do milho

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

Parte (A) - Percentual da área adubada										
	Norte		Nordeste		Sudeste		Centro-Oeste		Sul	
	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)	Área Total (ha)	Área Adubada (%)
1970	00	00	00	00	72771	92	26710	25	2086248	37
1980	00	00	00	00	632252	98	883440	98	6266723	97
1995	8038	81	426505	97	839574	99	3373425	99	4830697	95
Parte (B) - Percentual da área com plantio simples										
	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)	Área Total (ha)	Área com Plantio Simples (%)
1970	00	00	00	00	72771	97	26710	82	2086248	40
1980	00	00	00	00	632252	98	883440	98	6266723	84
1995	8038	96	426505	99	839574	99	3373425	99	4830697	96
Parte (C) - Percentual da área com plantações menores de 10 hectares										
	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)	Área Total (ha)	Área > 10 ha (%)
1970	00	00	00	00	72771	00	26710	37	2086248	19
1980	00	00	00	00	632252	04	883440	02	6266723	18
1995	8038	05	426505	00	839574	00	3373425	00	4830697	11

Quadro 27 - Cultura do soja

Fonte: IBGE (1970 - 1995)

ANEXO D - Demonstrações Algébricas

Demonstração dos Valores de s_K e s_L substituídos na equação (76)

A partir da função de produção dada pela expressão (44) definida como,
 $Y = A.(K^\alpha L^\beta S^{1-\alpha-\beta})$ tem-se que:

$$K^\alpha = Y \cdot A^{-1} \cdot L^{-\beta} \cdot S^{\alpha+\beta-1}$$

ou,

$$K = Y^{1/\alpha} (A \cdot L^\beta \cdot S^{1-\alpha-\beta})^{-1/\alpha}, \text{ neste caso:}$$

$$K = \frac{Y^{1/\alpha}}{A^{1/\alpha} \cdot L^{\beta/\alpha} \cdot S^{(1-\alpha-\beta)/\alpha}} \quad (103)$$

Dividindo a equação (44) por K e em seguida multiplicando por S (propensão marginal a poupar), tem-se que:

$$s \frac{Y}{K} = s \cdot A \cdot K^{\alpha-1} \cdot L^\beta \cdot S^{1-\alpha-\beta} \quad (104)$$

Substituindo a equação (103) na equação (104), tem-se:

$$s \frac{Y}{K} = s \cdot A \cdot \frac{Y^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}}{A^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} L^{\frac{\beta(\alpha-1)}{\alpha}} S^{\frac{(1-\alpha-\beta)(\alpha-1)}{\alpha}}} \cdot L^\beta \cdot S^{1-\alpha-\beta}$$

$$s \frac{Y}{K} = s \cdot \frac{A}{A^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}} \cdot Y^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} \cdot \frac{L^\beta}{L^{\frac{\beta(\alpha-1)}{\alpha}}} \cdot \frac{S^{1-\alpha-\beta}}{S^{\frac{(1-\alpha-\beta)(\alpha-1)}{\alpha}}}$$

$$s \frac{Y}{K} = s \cdot A^{1/\alpha} \cdot Y^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} \cdot L^{\beta/\alpha} \cdot S^{1-\alpha-\beta/\alpha}$$

$$s \frac{Y}{K} = s \cdot (A \cdot Y^{\alpha-1} \cdot L^{\beta} \cdot S^{1-\alpha-\beta})^{1/\alpha}$$

$$s \frac{Y}{K} = s \cdot \left(\frac{A \cdot Y^{\alpha-1} \cdot L^{\beta}}{S^{\beta+\alpha-1}} \right)^{1/\alpha}$$

$$s \frac{Y}{K} = s \cdot \left(\frac{A \cdot Y^{\alpha-1} \cdot L^{\beta}}{S^{\alpha-1} S^{\beta}} \right)^{1/\alpha}$$

Mas como $\frac{Y^{\alpha-1}}{S^{\alpha-1}} = y^{\alpha-1}$ e $\frac{L^{\beta}}{S^{\beta}} = l^{\beta}$, tem-se:

$$s \frac{Y}{K} = s (A y^{\alpha-1} l^{\beta})^{1/\alpha} \quad (105)$$

Por definição, $s_K = \frac{\pi}{Y} = \frac{K \cdot PMgK}{Y}$ mas, $PMgK = \frac{\partial Y}{\partial K}$. Então:

$$s_K = \frac{K}{Y} \cdot \frac{\partial Y}{\partial K} \quad (106)$$

Da função de produção $Y = A \cdot (K^{\alpha} L^{\beta} S^{1-\alpha-\beta})$, equação (44), obtém-se que:

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha \cdot A \cdot K^{\alpha-1} \cdot L^{\beta} \cdot S^{1-\alpha-\beta} \quad (107)$$

Substituindo a equação (107) na equação (106), tem-se que:

$$s_K = \frac{K}{Y} \cdot \alpha \cdot A \cdot K^{\alpha-1} \cdot L^{\beta} \cdot S^{1-\alpha-\beta}$$

$$s_K = \frac{\alpha \cdot A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta} \cdot S^{1-\alpha-\beta}}{Y}, \text{ sabendo que } Y = A \cdot (K^{\alpha} L^{\beta} S^{1-\alpha-\beta}), \text{ tem-se}$$

$$s_K = \frac{\alpha \cdot Y}{Y} = \alpha \quad (108)$$

Sabendo que $s_L = \frac{L \cdot PMgL}{Y}$ e que

$$s_L = \frac{L}{Y} \cdot \frac{\partial Y}{\partial L} \quad (109)$$

mas, $\frac{\partial Y}{\partial L} = \beta \cdot A \cdot K^\alpha \cdot L^{\beta-1} \cdot S^{1-\alpha-\beta}$. Substituindo esta expressão na equação (109), tem-se que:

$$s_L = \frac{L}{Y} \cdot \beta \cdot A \cdot K^\alpha \cdot L^{\beta-1} \cdot S^{1-\alpha-\beta} = \frac{\beta \cdot Y}{Y}, \text{ portanto,}$$

$$s_L = \frac{\beta \cdot Y}{Y} = \beta \quad (110)$$

Substituindo agora as equações (110) e (108) na equação (76) do capítulo 5, chega-se à equação (77) do capítulo 5, definida como:

$$\hat{y} = g + \alpha \left[\frac{s\tilde{y}}{\tilde{k}} - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - \delta - g \right] + \beta \left[n - \frac{b}{e^{b(t+\theta)} - 1} - g \right]$$

ANEXO E - Passagem da equação (95) para a equação (96)²⁴

Na expressão (95) - dada por, $\log \tilde{y}_{t+1} = -\lambda \log \tilde{y}_t^* + (1+\lambda) \log \tilde{y}_t$ - chamamos, $\log \tilde{y}_t = Z_t$ para todo t e $-\lambda \log \tilde{y}_t^* = \phi$. Como $\log \tilde{y}_t^*$ é constante, ϕ também é constante

$$Z_{t+1} = (1+\lambda) Z_t + \phi \quad \text{ou} \quad Z_t = (1+\lambda) Z_{t-1} + \phi$$

Se t=1, tem-se que: $Z_1 = (1+\lambda) Z_0 + \phi$

Se t=2, tem-se que: $Z_2 = (1+\lambda) Z_1 + \phi$

$$Z_2 = (1+\lambda) [(1+\lambda) Z_0 + \phi] + \phi$$

$$Z_2 = (1+\lambda)^2 Z_0 + (1+\lambda) \phi + \phi$$

Se t=3, tem-se que: $Z_3 = (1+\lambda) Z_2 + \phi$

$$Z_3 = (1+\lambda) [(1+\lambda)^2 Z_0 + (1+\lambda) \phi + \phi] + \phi$$

$$Z_3 = (1+\lambda)^3 Z_0 + (1+\lambda)^2 \phi + (1+\lambda) \phi + \phi$$

Se t=T, tem-se que:

$$Z_T = (1+\lambda)^T Z_0 + (1+\lambda)^{T-1} \phi + (1+\lambda)^{T-2} \phi + \dots + (1+\lambda) \phi + \phi$$

$$Z_T = (1+\lambda)^T Z_0 + \phi [(1+\lambda)^{T-1} + (1+\lambda)^{T-2} + \dots + (1+\lambda) + 1]$$

$$Z_T = (1+\lambda)^T Z_0 + \phi \{ [1 - (1+\lambda)^T] / 1 - (1+\lambda) \}$$

$$Z_T = (1+\lambda)^T Z_0 - (\phi / \lambda) [1 - (1+\lambda)^T]$$

Como: $(1+\lambda) = \exp [T \log (1+\lambda)]$ e pela expansão de Taylor do $\log (1+\lambda)$ em torno do valor de $\lambda = 0$ temos que o $\log (1+\lambda) \approx \lambda$, então: $(1+\lambda)^T = e^{\lambda T}$.

Assim: $Z_T = e^{\lambda T} Z_0 - (\phi / \lambda) (1 - e^{\lambda T})$, revertendo a notação acima, tem-se que:

$$\log \tilde{y}_T = e^{\lambda T} \log \tilde{y}_0 + (1 - e^{\lambda T}) \log \tilde{y}_t^* \quad \text{que é a equação (96)}$$

²⁴ Esta passagem encontra-se em Valdéz (1999)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO DOS FUMICULTORES DO BRASIL (AFUBRA). **Maiores produtores mundiais de fumo**. <http://www.afubra.com.br> (14 jun. 2004)
- AZZONI, C.R. Crescimento econômico e crescimento das rendas regionais: o caso brasileiro à luz da Nova Teoria do Crescimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, Florianópolis, 1994. **Anais**: ANPEC, v.1, p.185-205.
- AZZONI, C.R. Economic growth and regional income inequality in Brazil. **Annals of Regional Science**, v.35, n.1, p.133-152, 2001.
- BACHA, C.J.C. **Economia e política agrícola no Brasil**. Piracicaba: Editora Atlas, 2004. 238p.
- BAIRAM, E.I.; McRAE, S.D. Testing the convergence hypothesis: a new approach. **Economic Letters**, v.64, n.3, p.351-355, 1999.
- BALL, V.E.; BUREAU, J.C.; BUTAULT, J.P.; WITZKE, H.P. The stock de capital in European Community agriculture. **European Review of Agricultural Economics**, v.20, n.4, p.437-450, 1993.
- BARRO, R.; SALA-i-MARTIN, X. **Economic growth and convergence across the United States**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1990. 39p. (Texto para discussão, 3419)

- BARRO, R.J. Economic growth in a cross section of countries. **Quarterly Journal**, v.56, n.2, p.407-43, 1991.
- BARRO, R.J. **Macroeconomics**. 4.ed. New York: Wiley, 1993. 599p.
- BARRO, R.J.; SALA-i-MARTIN, X. Convergence across states and regions. **Brookings Papers on Economic Activity**, v.1, p.107-158, 1991.
- BARRO, R.J.; SALA-i-MARTIN, X. Convergence. **Journal of Political Economy**, v.100, n.2, p.223-51, 1992.
- BARRO, R.J.; SALA-i-MARTIN, X. **Economic growth**. New York: McGraw-Hill, 1995. 539p.
- BARRO, R.J.; SALA-i-MARTIN, X. Technological diffusion, convergence and growth. **Journal of Economic Growth**, v.2, p.1-26, 1997.
- BARROS, A.L.M. Capital, produtividade e crescimento da agricultura: o Brasil de 1970 a 1995. Piracicaba, 1999. 149p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- BARROS, P.P.; GAROUPA, N. Portugal-European union convergence: some evidence. **European Journal of Political Economy**, v.12, n.1, p.545-553, 1995.
- BAUMOL, W.J. Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. **American Economic Review**, v.76, n.5, p.1072-85, 1986.
- BAUMOL, W.J.; WOLFF, E.N. Productivity growth, convergence, and welfare: reply. **American Economic Review**, v.78, n.5, p.1155-59, 1988.

- BEN-DAVID, D. Equalizing exchange, trade liberalization and income convergence, **Quarterly Journal of Economics**, v.108, n.3, p.653-679,1993.
- BERNARD, A.B.; JONES, C.J. Comparing apples to oranges: productivity convergence theory and evidence and measurement across industries and countries. **American Economic Review**, v.86, n.5, p.1216-1238, 1996b.
- BERNARD, A.B.; JONES, C.J. Productivity across industries and countries: time series theory and evidence. **Review of Economics and Statistics**, v.78, n.1, p.135-146, Feb.1996a.
- BONELLI, R.; PESSOA, E.P. **O papel do estado na pesquisa agrícola no Brasil**. São Paulo: IPEA, jul. 1998. p.1-40. (Texto para discussão, 576)
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**. Brasília, 1992. 84p.
- CANÇADO, R.P. Migrações e convergência no Brasil: 1960-91. **Revista Brasileira de Economia**, v.53, n.2, p.211-236, abr./jun. 1999.
- CASS, D. Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. **Review of Economic Studies**, v.32, n.3, p.233-240, July 1965.
- CLEMENTE, A.; HIGACHI, H.Y. **Economia e desenvolvimento regional**. São Paulo: Editora Atlas, 2000. 260p.
- COBB, C.W.; DOUGLAS P.H. A theory of production. **American Economic Review**, v.18, n.1, p.139-165, 1928.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Indicadores agropecuários**. <http://www.conab.gov.br> (08 set. 2004)

CUNHA, A.S.; DAGUER, R.J. Crescimento agrícola: área versus produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, Curitiba, 1982. **Anais**. Curitiba: Sober, 1982. v.2, p.329-381.

DE LONG, B.J. Productivity growth, convergence, and welfare: comment. **American Economic Review**, v.78, n.5, p.1138-54, dez. 1988.

DIAS, G.L.S.; AMARAL, C.M. **Mudanças estruturais na agricultura brasileira: 1980-1998**. Santiago do Chile: Cepal, 2001. p.1-33. (Série Desarrollo Productivo, 99)

DIXON, R. Hybrid corn revisited. **Econometrica**, v.48, n.6, p.1451-1461, Sep. 1980.

DRENNAN, M.P.; LOBO, J.A. Simple teste for convergence of metropolitan income in the United States. **Journal of Urban Economics**, v.46, n.3, p.350-359, 1999.

ELLERY JUNIOR, R.G.; FERREIRA, P.C.G. Crescimento econômico e convergência entre a renda dos estados brasileiros. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, Florianópolis, 1994. **Anais**. Florianópolis: SBE, 1994. p.264-286.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Embrapa soja**. <http://www.cnpso.embrapa.br> (12 maio 2004)

FAO. **Agricultura**. <http://www.fao.org>. (04 Sep. 2004)

FERREIRA, P.C.G.; ELLERY JUNIOR, R.G. Convergência entre a renda per capita dos estados brasileiros. **Revista de Econometria**, v.16, n.1, p.83-103, abr. 1996.

- FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2002. p.112-536.
- FREITAS, C.A.; BACHA, C.J.C.; FOSSATTI, D.M. Análise do crescimento desigual do setor agropecuário brasileiro em termos de produtos e estados, períodos de 1970 a 2000 (compact disc). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., Passo Fundo, 2004. **Anais**. Passo Fundo: Sober, 2004. p.1-20
- FUENTE, A. de la. The empirics of growth and convergence: a selective review. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v.21, n.1, p.23-73, 1997.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1973-1989.
- GALOR, O. Convergence ? Inferences from theoretical models. **Economic Journal**, v.106, n.437, p.1056-1069, July 1996.
- GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T. Crescimento da agricultura. **Boletim de Conjuntura IPEA**, n.60, p.85-93, mar. 2003.
- GASQUES, J.G.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. Produtividade total dos fatores na agricultura. **Preços Agrícolas**, v. 14, n.165, p.3-7, jul. 2000.
- GASQUES, J.G.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores**. São Paulo: IPEA, 2000, p.1-60. (Texto para discussão, 768)
- GEZICI, F.; HEWINGS, G. **Regional convergence and the performance of peripheral areas in Turkey**. Urbana, 2001. p.1-32. <http://www.uiuc.edu/unit/real> (25 Mar. 2003)

- GOLDIN, I.; REZENDE, G.C. **A agricultura brasileira na década de 80**: crescimento numa economia em crise. Rio de Janeiro: IPEA, 1993. 199p.
- GONZALES, B.C.R.; COSTA, S.M.A. Agricultura brasileira: modernização e desempenho. **Teoria e Evidência Econômica**, v.5, n.10, p.7-35, maio 1998.
- GORDON, R.J. **Macroeconomia**. 7.ed. Porto Alegre: Bookman, 2000. 422p.
- GRILICHES, Z. Education, human capital, and growth: a personal perspective. **Journal of Labor Economics**, v.15, n.1, p.330-344, 1997.
- GRILICHES, Z. Hybrid corn and the economics of innovation. **Science**, v.132, n.3, p.275-280, July 1960.
- GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. **Econometrica**, v.25, n.4, p.501-522, Oct. 1957.
- GRILICHES, Z. Technology, education and productivity. **An Internacional Center for Economic Growth Publication**, n.18, p.1-45, 1994.
- GUIMARÃES NETO, L. Desigualdades e políticas regionais no Brasil: caminhos e descaminhos. **Planejamento e Políticas Públicas**, n.15, p.41-93, jun.1997.
- GUISE, J.W.B. Factors associated with variation in the aggregate average yield of New Zeland wheat (1918-1967). **American Journal of Agricultural Economics**, v.4, n.51, p.866-881, Nov.1969.
- GUTIERREZ, L. Convergence in US and EU agriculture. **European Review and Agricultural Economics**, v.27, n.2, p.187-206, 2000

- HARROD, R.F. An essay in dynamic theory. **Economic Journal**, v.49, n.193, p.14-33, 1939. <http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/economia/agric/producao/feijao/apresent.htm> (02 set. 2004)
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sidra**. <http://www.ibge.sidra.com> (22 jul. 2003)
- JONES, C.I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 178p.
- JONES, H.G. **Modernas teorias do crescimento econômico**. São Paulo: Editora Atlas, 1979. 265p.
- JONES, L.E.; MANUELLI, R.E. Endogenous growth theory: an introduction. **Journal of Dynamics and Control**, v.21, n.1, p.1-22, 1997.
- KALDOR, N. A model of economic growth. **The Economic Journal**, v.67, n.268, p.591-624, Dec. 1957.
- KING, R.; REBELLO, S. Transitional dynamics and economic growth in the neoclassical model. **American Economic Review**, v.83, n.4, p.908-931. 1993.
- LEVINE, R.; RENELT, D.A. Sensitivity analysis of cros-country regressions. **American Economic Review**, v.82, n.4, p.942-963, 1992.
- LUCAS, R. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economic**, v.22, n.1, p.3-42, 1988.

- LUSIGI, A.; THIRTLE, C. Convergence of per capita incomes and agricultural productivity in thirty-two african countries. **Journal of International Development**, v.10, n.1, p.105-15, Jan. 1998. <http://www.bbk.ac.Uk/manop/man/docs/piesse99-04.pdf> (31 Mar. 2003)
- MAHL, D.; OPAZO, M.A.; SÁ, J.C.M.; SANTOS, S.R. Análise de experimentos de adubação através de aproximações de Mitscherlich. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., Fortaleza, 2000. **Anais**. Fortaleza: CONBEA, 2000. p.1-3.
- MANKIW, N.G.; ROMER, D.; WEIL, D.N.A. Contribution to the empirics of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, v.107, n.2, p.407-35, 1992.
- MARTINS, N.M. de A. A Lei "Robin Hood" como instrumento para redução das heterogeneidades das regiões mineiras: análise de seus objetivos e resultados através de um exercício de convergência. **Nova Economia**, p.55-119. 1999. Número especial.
- McCUNN, A.; HUFFMAN, E.E. Convergence in US productivity growth for agriculture: implications of interstate research spillovers for funding agricultural research. **American Journal Agricultural Economics**, v.82, n.2, p.370-388, May 2000.
- MELO, F.B.H. Produtividade da terra: os casos do milho e algodão no estado de São Paulo. In: BARROS, J.R.M. de; GRAHM, D.H. (Ed.). **Estudos sobre a modernização da agricultura brasileira**. São Paulo: IPEA, 1977. p.57-106. (Série Monografias)
- MICHELIS, L.; PAPADOPOULOS, A.P.; PAPANIKOS, G.T. **Regional convergence in Greece in the 1980's: an econometric investigation**. www.soc.uoc.gr/appapa/research/greececonv1.pdf (15 Feb. 2003)

- MICHELLON, E. **Cadeia produtiva e desenvolvimento regional**: uma análise a partir do setor têxtil do algodão no noroeste do Paraná. Maringá: Clichetec, 1999. 167p.
- MUNDLAK, Y.; LARSON, D.; BUTZER, R. **The determinants of agricultural production**: a cross-country analysis. <http://www.worldbank.org/html/dec/Publications/Workpapers/WPS1800series/wps1827/wps1827.pdf> (15 Feb. 2003)
- ORTIGUEIRA, S.; SANTOS, M.S. On the speed of convergence in endogenous growth models. **American Economic Review**, v.87, n.3, p.383-399, Jun. 1997.
- PERSSON, J. Convergence across the Swedish countries, 1911-1993. **European Economic Review**, v.41, n.9. p.1835-1852, Dec. 1997.
- PESSÔA, A.S.M. **Feijão**. <http://www.mre.gov.br/cdbrazil/itamaraty/web/port/economia/agric/producao/feijao/apresent.htm> (02 set. 2004)
- QUAH, D.T.; DURLAUF, S.N. **The new empirics of economic growth**. <http://econ.lse.ac.uk/~dquah/dp0384.html> (25 Mar. 2003)
- QUAH, D.T. Empirics for economic growth and convergence, **European Economic Review**, v.40, n.6, 1353-1375.
- QUAH, D.T. Empirical cross-section dynamics in economic growth. **European Economic Review**, v.1, n.37, p.426-434, Apr. 1993.
- QUAH, D.T. **Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis**. <http://econ.lse.ac.uk/staff/dquah/p/dp-93galfall.pdf> (01 Apr. 2003)
- REBELO, S. Long run analysis and long growth. **Journal of Political Economic**, v.9, n.3, p.500-521, 1991.

- REZENDE, G.C. Agricultura e ajuste externo no Brasil: novas considerações. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.19, n.3, p.553-578, dez. 1989.
- RIBEIRO, E.P.; PORTO JUNIOR, S.da S. **Crescimento e convergência**: uma análise empírica para a região Sul. <http://www8.ufrgs.br/ppge/anpecsul2000/textospdf/artigo51.pdf>. (20 Abr. 2003)
- ROMER, P.M. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v.98, n.5, p.S71-S102, 1990. .
- ROMER, P.M. Growth based on increasing returns due to specialization, **American Economic Review**, v.77, n.2, p.56-62, May 1987.
- ROMER, P.M. Increasing returns and long run growth. **Journal of Political Economy**, v.94, n.5, p.1002-1037, 1986.
- SALA-i-MARTIN, X. **Lectures notes on economic growth (I): introduction to the literature and neoclassical models**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1990a. (Texto para discussão, 3563)
- SALA-i-MARTIN, X. **Lectures notes on economic growth (II): give prototype models of endogenous growth**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1990b. (Texto para discussão, 3564)
- SALA-i-MARTIN, X. Regional cohesion: evidence and theories of regional growth and convergence. **European Economic Review**, v.40, n.6, p.1325-1352, 1996.
- SALA-i-MARTIN, X. The classical approach to convergence analysis. **Economic Journal**, v.106, n. 437, p.1019-1036, July 1996.

- SILVA, G.L.S.P. Evolução e determinantes da produtividade agrícola: o caso da pesquisa e da extensão rural em São Paulo. Piracicaba, 1982. 229p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SOLOW, R.M. Technical change and the aggregate production function. **Review of Economic and Statistics**, v.39, n.1, p. 312-320, 1957.
- SOLOW, R.M. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, v.70, p.65-94, 1957.
- SOLOW, R.M. Perspectives on growth theory. **Journal of Economic Perspectives**, v.8, n.3, p.45-54, 1994.
- SOUZA, N. de J.; PORTO JUNIOR, S. da S. **Crescimento regional e novos testes de convergência para os municípios da região nordeste do Brasil.** <http://www8.ufrgs.br/decon/hp/virtuais/sabino/pasta/artigos/crescimento.pdf> (18 abr. 2003)
- STERN, N. The determinants of growth. **Economic Journal**, v.101, n.404, p.122-133, 1991.
- SUMMERS, R.; HESTON, A. The penn world table (Mark 5): an expanded set of international comparisons, 1950-1988. **Quarterly Journal of Economics**, v.106, n.2, p.327-368, 1991.
- SURARIYANTO, K.; THIRTLE, C. Asian agricultural productivity and convergence. **Journal of Agricultural Economics**, v.52, n.3, p.96-110, Sep. 2001.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture (USDA). **Data.** <http://www.ers.usda.gov/data/sdp>. (02 Sep. 2004)

VALDÉZ, B.D. **Economic growth**: theory, empirics and policy. Cornwall: MPG Books Ltd, 1999, 197p.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Produtividade agrícola: cultura do algodão herbáceo (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	1,3982	1,3982	1,3986	1,1397	1,1485	1,0417	2,0485	1,3765	1,3953	1,0424	1,2327	1,5329	1,5466	1,5153	1,4174	1,1052	1,1145	1,1781	1,1573	0,8999	1,1230
AC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2000	0,6667	0,5625	0,5600	0,5800	0,5600	0,5600	0,5500	0,6023
AM	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0400	1,2000	1,1154	1,0000	1,0000	1,0870
RR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PA	0,4316	0,6008	0,4880	0,4371	0,3769	0,4534	0,5202	0,5773	0,5627	0,5506	0,5874	0,5644	0,5226	0,4147	0,7057	0,8081	0,6680	0,4174	0,5677	0,8000	0,0000
AP	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MA	0,2248	0,2471	0,3179	0,4672	0,6025	0,5755	0,5873	0,5822	0,5367	0,4500	0,5367	0,1986	0,3533	2,5000	1,0000	1,8154	1,6500	1,6429	0,9719	1,5000	3,2278
PI	0,2567	0,2112	0,1679	0,5126	0,6628	0,5518	0,3513	0,4319	0,2493	0,2385	0,5430	0,1925	0,0635	0,7329	0,5851	0,3849	0,4096	0,1021	0,8695	0,3608	0,3457
CE	0,2250	0,4652	0,2341	0,6722	0,3743	0,1954	0,1871	0,5266	0,2449	0,1035	0,4599	0,3032	0,0555	0,4875	0,4557	0,8302	0,8285	0,2682	0,6605	0,6940	0,4969
RN	0,1553	0,2050	0,0883	0,4871	0,1295	0,0990	0,3025	0,4163	0,2579	0,2154	0,6664	0,2816	0,1949	0,7773	0,3032	0,2763	0,2645	0,1023	0,1961	0,5301	0,2276
PB	0,1258	0,1610	0,0952	0,6466	0,2705	0,1177	0,1811	0,5508	0,4868	0,3215	0,6440	0,4349	0,2826	0,8510	0,6966	0,6548	0,8704	0,2096	0,4252	0,7163	0,3161
PE	0,1904	0,2421	0,1612	0,5860	0,5684	0,3106	0,1607	0,4323	0,4038	0,2129	0,3090	0,3248	0,1519	0,5215	0,3815	0,5405	0,4432	0,1439	0,2360	0,5389	0,1367
AL	0,2904	0,2515	0,1781	0,3030	0,2931	0,2433	0,1436	0,0836	0,2396	0,1138	0,1384	0,0780	0,0129	0,1309	0,1310	0,2365	0,1953	0,2495	0,1935	0,2408	0,4328
SE	0,1291	0,1640	0,2399	0,4927	0,4235	0,2696	0,1737	0,1400	0,2930	0,2217	0,1475	0,1355	0,1065	0,2454	0,1274	0,4747	0,1525	0,0248	0,1684	0,0000	0,0000
BA	0,8725	0,7160	0,7306	0,6249	1,2480	1,0910	0,5203	0,9813	0,4344	0,5816	0,7807	0,5642	0,8102	0,9399	0,4837	0,3874	0,4593	0,3689	1,1746	2,3712	2,9012
MG	0,8533	0,8403	1,3296	0,7705	1,3669	1,0488	0,4562	0,8318	0,6154	0,7261	0,9036	0,7045	0,7965	0,9380	0,8092	1,3345	1,6345	1,4815	1,5755	2,0229	1,6926
ES	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RJ	0,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SP	1,8234	1,6642	1,5038	2,0807	1,8363	1,9699	1,7434	2,0230	1,8894	1,5960	1,8009	1,7288	1,5778	1,7062	1,7334	1,5000	1,9800	1,5700	2,1450	2,2538	2,4585
PR	1,9000	2,0001	1,5809	1,8995	1,9179	1,8516	1,8442	1,9215	1,9400	1,7399	1,6571	1,3808	1,2988	1,7980	1,8743	1,5780	1,9215	1,5073	2,2663	2,3184	2,4543
SC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RS	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MT+M S	1,5520	1,4132	1,3659	1,5962	1,5336	1,2363	1,3248	1,3655	1,5318	1,4872	1,3513	1,1836	1,3676	1,5760	1,4429	1,4003	1,9438	2,3376	3,0190	3,6849	3,6623
GO+TO	1,8646	1,6836	2,1329	1,9833	1,8113	2,4791	2,2896	1,8448	2,2924	1,6732	1,9353	1,5475	2,4772	1,8727	2,2562	2,1262	2,2708	1,3907	2,3481	2,6311	3,0584
DF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,5213	2,9470

Fonte: IBGE

APÊNDICE 2 - Produtividade agrícola: cultura do arroz (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
RO	0,9706	0,9248	0,9117	0,9117	0,9190	0,9890	0,9413	0,8848	0,7925	0,7926	0,9096	1,6892	1,6756	1,6084	1,6081	1,5891	1,5494	1,6370	1,6440
AC	1,3372	1,4260	1,4365	1,4025	1,3796	1,3100	1,3552	1,3535	1,2900	1,2321	1,2362	1,4304	1,2011	1,3016	1,5000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000
AM	1,4188	1,3889	1,2567	1,6393	1,6067	1,6013	1,5172	1,4446	1,5042	1,5230	1,5142	1,5478	1,4646	1,3549	1,5006	1,5006	1,5006	1,4623	1,0480
RR	1,2079	1,3063	1,0277	1,5005	1,5014	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5006	1,7001	1,0000	1,4332	1,6682	1,6052	1,7044	1,3833	1,4068	1,4854
PA	0,7776	0,7937	0,8010	0,8617	0,8112	0,9178	0,9157	0,9611	1,0075	0,9892	0,9796	1,0281	1,0501	1,0670	1,1852	1,3246	1,3785	1,5367	1,2666
AP	0,4422	0,6723	0,7500	0,6607	0,6278	0,6053	0,6235	0,9409	0,8189	0,8309	0,7739	0,6811	0,8815	0,9841	0,9471	0,8978	0,9053	0,9007	0,9087
MA	1,0472	1,5635	1,5863	1,5416	1,3768	1,3870	1,1403	1,1772	1,3415	1,2993	1,2197	1,2792	1,3200	1,4688	1,4270	1,5096	1,4741	1,2535	1,2958
PI	0,9124	1,2163	1,1686	1,2787	1,2552	1,2118	0,9056	1,2902	1,2917	1,1883	0,6861	1,1168	0,5400	1,3000	0,9100	1,1830	1,0081	0,7313	0,4259
CE	1,6190	1,8237	1,7871	1,9017	1,8941	1,9138	1,5263	1,8504	1,7429	1,7282	0,5339	1,4271	1,3757	1,5000	1,0000	1,4000	1,2000	1,1121	0,7200
RN	1,0668	1,1157	0,9846	1,1422	1,0606	1,1527	0,7456	1,2037	1,0614	0,6608	0,2718	1,1367	0,6994	0,6839	0,4995	1,2393	0,9389	0,2324	0,1688
PB	1,0208	1,0646	1,1333	1,0523	0,9551	1,8715	1,1427	1,6976	1,5638	1,3428	0,5294	1,2709	1,1327	1,4596	0,6882	1,0290	0,6746	0,6951	0,4951
PE	2,0109	1,4102	1,4287	1,8818	2,0050	1,6254	1,7370	1,9261	1,9615	1,7876	1,0936	1,8211	1,5435	1,5316	2,0360	1,7171	1,5381	1,6254	1,4730
AL	1,7217	1,5956	1,4046	1,4460	0,9115	1,0431	1,8707	1,7033	1,6567	1,6011	1,2535	2,1868	2,1822	1,5260	1,0680	1,4000	1,7795	2,1971	2,2728
SE	2,1440	2,4302	2,2474	2,1692	2,2483	2,2693	2,1949	2,2777	2,1164	1,9664	1,9421	2,2970	2,2707	2,3015	2,1003	2,1000	2,5372	2,6327	2,3505
BA	1,4412	1,2099	1,0511	1,2127	1,3195	1,4957	2,0419	2,2319	1,8185	1,5804	1,4699	1,2971	1,3718	1,4658	1,2000	1,2000	1,2000	1,7000	1,4000
MG	1,6159	1,5170	1,4764	1,1205	1,2994	1,4574	1,1570	1,2567	1,2908	1,2092	1,3296	1,0596	1,0654	0,9493	1,1284	0,8971	1,0194	1,2945	1,4055
ES	1,5013	1,6020	1,6115	1,2874	1,3514	1,3257	1,1071	1,3207	1,3093	1,2437	1,3885	1,5833	1,5000	1,5116	1,1300	1,4000	1,8000	1,4000	1,7530
RJ	1,4712	1,4911	1,4239	1,3377	1,5490	1,6738	1,7056	1,5808	1,4147	1,3266	1,4995	1,9492	1,6016	1,8662	1,5060	1,8000	2,2978	2,5839	2,7752
SP	1,5144	1,5222	1,5112	1,3471	1,0878	1,3930	1,2219	1,4978	1,1082	1,0918	1,4973	1,1382	1,2524	0,9738	1,3864	1,0375	0,7204	1,0246	1,4000
PR	1,2984	1,3548	1,2951	1,4409	1,1727	1,4027	1,2905	1,2190	0,9148	1,0854	1,2770	1,3998	1,3440	1,7260	1,7509	1,6042	0,5483	0,8850	1,6336
SC	2,2019	2,7833	2,2940	2,6248	2,6932	2,5490	2,4108	2,7115	2,6522	2,5954	2,4864	2,0742	2,2781	2,3423	2,0391	2,2472	2,0926	2,2092	2,7935
RS	2,6023	3,0657	3,0992	3,3096	3,0170	2,9011	3,1115	3,2780	3,3568	3,3094	3,5820	3,4474	3,5583	3,8492	3,6031	3,7191	3,7288	3,1905	3,8288
MT+M	1,4060	1,4772	1,2991	1,5146	1,5865	1,5715	1,3091	1,6031	1,5637	1,5511	1,9202	1,6573	1,6171	1,2977	1,0894	1,3549	0,9150	1,0805	1,2013
S																			
GO+TO	1,7248	1,5990	1,5354	1,2396	1,5964	0,5467	1,4032	1,5181	1,4538	0,9832	1,1081	1,2631	0,9600	0,9159	1,1532	0,7982	0,8254	1,2405	1,2264
DF	0,0000	1,2522	1,5000	0,8727	1,1639	1,1586	1,0875	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	2,0084	0,9600	1,0409	1,0588	1,2450	1,2479	1,0316	0,9500

APÊNDICE 2 - Produtividade agrícola: cultura do arroz (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	1,7326	1,6958	1,3421	1,5046	1,4696	1,7581	1,5581	1,6390	1,6657	1,6042	1,6191	1,6282	1,6781	1,7484	1,7667	1,2783	1,2801	1,3822	1,5617	1,5955	1,7671
AC	1,4630	1,4515	1,4031	1,6324	1,2341	1,3998	1,4047	1,5082	1,4859	1,4399	1,3912	1,5631	1,4775	1,4575	1,4460	1,1504	1,0138	1,2451	1,3800	1,3758	1,3671
AM	1,1070	1,0519	1,1251	1,2298	1,0037	1,2177	1,2155	0,9790	1,1400	0,9793	1,3048	1,1300	1,3004	1,2237	1,1276	1,3839	1,2575	1,8654	1,9116	1,9346	1,7968
RR	0,9850	1,1814	0,7000	1,7594	1,6128	1,1895	1,5455	1,7145	2,4256	1,8282	2,4957	2,5039	0,0000	2,8860	3,1604	2,0066	2,5549	2,5706	3,2009	3,1781	4,3143
PA	1,1096	1,3223	1,2917	1,2966	1,3557	1,3708	1,2520	1,1726	1,2361	1,1169	1,2210	1,1635	1,4682	1,4150	1,4440	1,4617	1,4446	1,2378	1,3305	1,3183	1,6127
AP	0,5635	0,9984	0,8373	1,2273	1,1192	0,4977	0,6801	0,9710	0,6991	0,6123	0,8200	0,7713	0,6711	0,7639	0,7307	0,7329	0,7911	0,8000	0,7657	0,7773	0,8125
MA	0,6720	1,3494	0,5964	1,3961	0,9699	1,3788	0,6405	1,3545	1,1757	0,6731	1,2784	0,5013	0,8043	1,3282	1,2142	1,3545	1,3379	0,8759	1,4371	1,5192	1,3601
PI	0,4565	0,9221	0,3593	1,2666	1,2836	1,5352	0,7234	1,5493	1,3747	0,5832	1,3833	0,4200	0,6915	1,3944	1,3613	1,2586	0,9579	0,5887	1,4329	1,4474	1,0266
CE	2,0400	1,2186	1,8461	2,0368	2,4072	2,4890	2,2143	2,3038	2,1999	1,6832	2,1042	1,5751	1,3660	2,4319	2,5557	2,1733	2,2907	2,0090	2,4131	2,5321	1,2026
RN	0,5957	0,4004	0,2661	1,2179	1,1344	1,4445	0,5512	1,5192	1,3839	0,9826	1,4988	0,6822	6,0083	1,5640	1,6865	1,1849	0,9416	0,1227	0,6851	1,6742	2,3274
PB	0,6358	0,8219	0,5806	1,7023	1,5888	1,7466	1,3992	1,7577	1,7983	0,8957	2,0864	1,1949	4,8844	2,0409	1,5213	1,3226	1,1986	0,2980	0,6219	1,4899	0,1757
PE	2,1801	3,4918	3,4401	3,7612	3,4512	3,7450	3,7855	3,4283	3,7399	3,4083	3,4999	3,3107	4,2873	3,9684	3,8666	4,0151	4,1021	5,2615	3,8430	4,1022	4,9081
AL	2,3681	2,1010	1,9988	2,1973	2,8147	3,1386	2,6073	3,3463	3,1103	3,3204	3,3331	3,1958	3,6361	1,5273	2,9968	3,5392	3,8689	4,0316	4,2920	4,8093	5,7806
SE	2,3011	2,7619	2,2265	2,8969	2,8780	2,8750	2,8447	3,1469	3,0366	3,0435	3,3226	3,2097	3,8454	3,5303	3,2495	2,8663	3,9819	4,3960	3,6686	3,2721	3,8502
BA	0,7900	0,6854	0,6992	0,6054	1,3782	1,2960	0,4998	0,8961	1,1025	0,8101	1,4809	1,2323	1,2927	1,7037	1,6549	1,2716	1,5748	1,5790	1,4577	1,7108	1,1076
MG	1,0838	1,2990	1,4752	1,0832	1,5806	1,5856	1,4887	1,5470	1,6245	1,3131	1,7835	1,6627	1,7094	1,7617	1,7526	1,5668	1,7924	1,8407	1,8900	2,0112	1,8683
ES	1,8578	2,3607	2,6722	2,6990	2,7871	3,0753	3,0367	3,0866	2,9929	2,7720	3,0586	2,5526	3,0902	3,1958	2,3710	2,4301	2,3849	2,4204	2,6837	2,8060	2,9553
RJ	2,8345	2,9809	3,0444	3,1087	3,2856	3,2958	3,1819	3,2238	3,4737	1,8420	3,2023	3,2138	3,4948	3,5031	3,0301	3,2890	3,1391	2,6718	2,8006	2,9958	3,0206
SP	1,2060	1,5000	1,8479	1,1704	1,6647	1,7350	1,8212	1,8528	1,8954	1,4131	1,7492	1,7797	1,8946	1,9446	1,9480	2,0453	2,1875	2,1839	1,7761	1,8352	2,5834
PR	1,7950	1,2600	1,7020	1,2332	1,4800	1,4714	1,6895	1,6792	1,8582	1,6661	1,1203	1,6791	1,8247	2,0596	2,0525	2,1950	2,0180	2,1384	2,2808	2,2491	2,3192
SC	2,7699	2,6143	2,7712	3,2528	3,0987	3,2079	3,2691	3,5329	3,5859	3,7152	4,0385	4,5621	4,0856	4,4387	4,5638	4,6446	4,9539	5,3551	5,9927	5,9007	6,5078
RS	4,0061	4,1488	3,4884	4,3044	4,4482	4,1104	4,4351	4,7858	4,9360	4,5573	4,6735	5,0830	5,0587	4,3257	5,0808	5,0158	5,0866	4,1662	5,6889	5,1938	5,5122
MT+MS	1,0935	1,2081	1,2256	1,1538	1,3033	1,3217	1,3825	1,3379	1,5074	1,1639	1,5771	1,4122	1,2110	1,8001	1,9256	1,8807	2,1283	2,2962	2,4831	2,7027	2,7218
GO+TO	0,8216	1,2369	1,0977	1,0080	1,2969	1,2687	1,2696	1,4116	1,5457	1,0144	1,6793	1,4805	1,3309	1,8380	1,9346	1,6563	1,7658	1,9465	2,1145	2,2952	2,1748
DF	0,7400	0,8780	1,0900	0,9736	1,2694	0,8659	1,1239	1,2478	0,8350	0,8369	1,4300	1,3475	1,1399	1,6049	1,3138	1,2454	1,2044	1,8807	2,4725	2,9753	1,1032

Fonte: IBGE

APÊNDICE 3 - Produtividade agrícola: cultura da batata-inglesa (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
RO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,9737	3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AM	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AP	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CE	1,7594	1,4912	1,6534	2,3687	1,8840	1,7097	1,5231	1,5248	1,9268	1,8315	1,1346	1,0344	3,9231	4,1304	1,8571	3,2381	3,5789	3,9412	6,0000
RN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,0000	3,0000	3,6000	3,0000	2,8000	3,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PB	3,4952	3,5127	3,1265	1,7679	2,9095	1,5540	1,1365	2,2936	1,3470	1,0851	1,5777	3,1919	3,9439	8,2161	3,1629	2,3265	2,7390	4,5098	4,0160
PE	1,5532	1,7244	1,7065	1,7849	1,8095	1,7283	2,3620	2,9127	2,8222	2,8296	2,4217	2,2496	1,9018	1,8724	1,9333	1,9514	1,7500	2,0000	0,0000
AL	2,1429	2,4286	2,4048	2,2727	1,7000	1,8269	3,0556	3,3704	3,3077	3,2692	0,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SE	8,8163	13,9904	10,1983	9,6325	7,3647	6,7725	5,4077	4,7099	4,8180	4,8267	4,8000	4,8222	4,6486	3,5165	2,0000	5,2979	7,4727	7,0147	7,5273
BA	3,2144	3,3073	4,0253	3,7600	2,9271	2,3590	3,8152	3,7729	5,4454	5,4880	5,3991	2,8828	2,6364	2,7377	2,8089	2,6988	2,9740	10,2792	10,8000
MG	5,9396	6,2750	6,2318	6,0849	7,0699	6,7477	6,7334	7,4946	7,7252	7,9676	8,3493	6,5361	10,9588	9,7276	9,8386	9,8964	12,0814	12,8524	14,0358
ES	8,4205	8,6584	8,7957	7,9615	9,0462	9,0798	8,9046	9,8679	9,7659	10,4597	8,8690	8,1952	6,4552	7,6630	7,1774	7,0975	7,6099	6,0957	9,0000
RJ	3,3169	3,3520	3,2586	3,2044	3,3137	3,3177	3,2006	2,8653	2,1205	2,2111	2,1652	1,8726	4,8785	4,5641	2,0000	5,1718	5,4361	6,1709	6,6543
SP	8,1630	8,1811	8,0207	8,7568	7,7612	8,6352	9,0890	8,7302	8,6944	7,9046	8,7869	11,5199	12,3780	12,5301	13,3289	14,4981	13,7121	16,3482	18,0084
PR	5,1587	5,2482	5,4186	6,0715	6,7353	7,0859	7,9020	8,3620	9,4257	8,5394	9,4562	7,2871	10,3704	10,1121	12,5222	11,9067	11,0123	11,2146	12,2393
SC	3,3982	3,3759	2,9660	3,3722	3,4105	3,6000	5,8542	6,5003	6,6713	6,6006	6,6972	6,7970	7,7326	7,3588	7,7836	8,0735	7,3149	8,6529	7,2076
RS	4,5455	4,6652	5,0551	4,4860	5,1571	5,2687	5,3293	4,7172	5,2327	5,3635	5,6338	6,0255	6,0064	6,4935	6,3892	6,3541	5,9559	6,6296	5,3174
MT+MS	1,4068	1,0889	1,1111	1,3478	2,2000	3,9286	4,9048	8,7000	2,0000	3,2500	2,0833	0,0000	2,0000	2,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
GO+TO	4,5433	4,5953	5,5233	5,0373	5,2247	5,7730	6,1937	6,2849	6,2483	6,2008	6,0769	5,3590	5,1646	5,0000	5,4000	6,0159	10,0714	14,6535	5,4762
DF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,5111	3,4800	3,3091	3,6000	3,6066	3,6000	3,6000	8,1250	6,0000	8,1176	8,0000	6,2963	7,0000	16,0828	17,7568

APÊNDICE 3 - Produtividade agrícola: cultura da batata-inglesa (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	0,0000	0,0000	0,0000	19,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AM	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AP	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CE	5,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	8,3333	8,0563	8,1964	3,1000	3,0000	3,0000	7,8571	0,0000	5,0000	5,4000	6,0000	0,0000
RN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PB	2,8930	5,3092	5,1419	7,0312	6,9599	7,5789	3,2159	8,0342	8,0000	7,8717	8,8617	3,0253	3,2137	9,6118	6,3180	7,4682	3,0986	1,9868	5,6873	7,2391	2,5125
PE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	14,0000	14,0000	0,0000	0,0000	18,0000	10,7727	10,2558	10,5278	3,6642	9,2500	12,7333	15,1822	9,6463	8,6364	6,9231	8,2581	10,0000
AL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SE	6,5952	6,1739	5,0000	4,8172	6,2308	8,8795	4,4762	2,9423	8,1463	9,0156	8,9706	8,7419	9,1905	7,0759	6,6977	8,1290	9,3208	7,3571	7,4688	14,0000	0,0000
BA	9,4405	10,3333	10,5027	11,8253	12,7941	12,0000	12,0000	14,5861	14,7481	14,9513	15,3365	13,3109	14,8177	25,8277	25,1346	25,5018	23,2710	13,4694	23,2017	28,1340	25,9273
MG	14,7215	16,9566	16,8633	17,9707	17,5638	17,2216	18,0753	18,0816	18,9944	18,6705	19,9277	19,2064	20,8586	20,4747	21,1920	20,0361	20,7625	22,3811	22,1596	21,2248	23,5352
ES	10,4200	11,1504	11,0365	11,4214	11,1285	11,0108	11,7971	13,2950	12,9486	13,0798	12,6904	13,3474	13,5495	13,9639	14,0271	13,8765	13,9500	14,2234	15,1368	15,8247	15,7309
RJ	7,9257	8,3208	10,3654	10,2126	10,0646	10,6066	11,2137	11,1763	9,2172	9,1517	9,9617	10,2769	10,2754	9,6973	10,5231	9,6175	9,5500	9,8481	12,0139	12,9216	13,2292
SP	16,8342	17,9475	17,0283	18,5112	18,6008	19,7550	19,1472	19,7402	20,4031	20,1314	21,2642	21,3096	19,0453	19,2995	21,3097	19,1060	20,4263	22,0987	21,5465	22,8997	23,0339
PR	11,7349	11,8619	9,3963	12,4526	12,7596	10,2840	13,2017	13,2274	12,6897	14,8250	15,5080	15,2285	15,2554	14,2407	13,7671	14,7074	14,5357	13,5103	14,7788	17,7886	18,1661
SC	8,2918	8,4802	6,9661	9,3626	9,6015	7,6185	8,9267	9,3020	9,2408	9,9615	8,8000	9,6818	10,9900	10,9610	10,2318	10,6145	10,2123	10,3362	10,2256	11,3636	12,2029
RS	6,0322	5,3654	5,6641	6,6364	6,3591	4,4861	6,9634	7,4371	7,6145	8,1318	7,0429	8,1226	8,8876	8,8537	9,9249	6,8128	9,3187	7,7254	9,3381	9,8950	10,3675
MT+	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	22,8571	16,6667	16,2162	18,2500	15,4000	14,8750	10,6667	15,0000	5,7778	0,0000	20,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MS																					
GO+	17,3333	12,4808	17,0640	17,8655	16,6552	18,3500	17,1172	27,0940	28,2000	29,5055	27,6667	25,0000	46,0690	23,2743	27,5885	19,1704	25,3543	31,2883	28,4196	25,7338	35,2910
TO																					
DF	20,0000	18,0330	18,6500	20,9520	21,0343	24,6327	18,5229	19,3680	18,9825	19,5372	25,2402	31,0496	30,7592	30,8728	30,3455	33,8478	31,7559	31,9301	32,2542	32,7265	32,0194

Fonte: IBGE

APÊNDICE 4 - Produtividade agrícola: cultura do café côco (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	
RO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,1500	2,2326	2,2000	1,4121	1,3217	1,3557
AC	1,0661	0,3972	0,3950	0,3617	0,3648	0,3360	0,4005	0,3260	0,3354	0,3973	0,3322	0,5000	0,2949	1,3882	1,3733	0,7857	0,5113	0,8123	0,9464	
AM	0,1970	0,1818	0,1600	0,1558	0,1622	0,1642	0,1930	0,3404	0,5957	0,3333	0,4444	0,3636	0,4308	0,4268	0,4111	0,4111	0,5000	0,5000	0,9412	
RR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
PA	0,6893	0,6903	0,7028	0,7057	0,7012	0,7018	0,7103	0,7540	0,7517	0,7352	0,7655	0,7854	0,7503	0,6793	0,6986	0,8702	0,8946	0,8949	0,9042	
AP	0,0000	0,0000	0,6561	0,6561	0,6561	0,6561	0,6688	0,6688	0,6688	0,6122	0,6159	0,2800	0,3333	0,4000	0,3750	0,3750	0,3333	0,3333	0,3750	
MA	0,6533	0,4675	0,4304	0,4217	0,2326	0,2747	0,2658	0,4217	0,2840	0,2037	0,1818	0,1905	0,2273	0,2405	0,2152	0,7975	0,2353	0,2888	0,4977	
PI	0,3569	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3529	0,3889	0,3684	0,2917	0,3333	0,3929	0,3939	
CE	0,0000	0,4182	0,5208	0,5089	0,3838	0,4392	0,4138	0,5773	0,6160	0,6256	0,6038	0,5680	0,5229	0,3645	0,5559	0,6435	0,6212	0,6156	0,6124	
RN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,2333	2,5000	1,6979	0,4853	
PB	1,2692	1,4327	1,2966	1,3013	1,2685	1,2813	1,2126	1,2334	2,1008	2,2490	2,4183	1,2900	0,5122	0,5096	0,5093	0,5521	0,4912	0,4974	0,4790	
PE	0,5496	0,5784	0,5373	0,4484	0,4178	0,4205	0,4964	0,4832	0,5239	0,5264	0,5473	0,7145	0,8388	0,8257	0,8508	0,8160	0,8543	0,8100	0,6901	
AL	0,7482	0,5986	0,5709	0,5481	0,5518	0,5790	0,4941	0,2917	0,3189	0,3101	0,3221	0,6341	0,5748	0,5871	0,4410	0,4358	0,4179	0,4519	0,3778	
SE	0,4834	0,5041	0,3651	0,4022	0,4765	0,4812	0,2940	0,2826	0,3412	0,3650	0,3203	0,3469	0,3699	0,3699	0,3699	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
BA	0,6078	0,4886	0,4674	0,4923	0,4988	0,4837	0,4536	0,5505	0,6641	0,7266	0,7086	0,5276	0,5647	0,5861	0,6517	0,7201	0,8560	0,8830	0,8792	
MG	0,6211	0,6758	0,6060	0,5940	0,4633	0,6323	1,1224	0,7241	0,8253	0,5636	1,4771	0,7593	2,0279	0,7683	0,7561	1,5931	1,3390	1,8122	0,8760	
ES	0,9294	0,8899	0,9559	0,8598	0,7898	0,7314	0,7089	0,3973	0,9221	0,3123	1,2567	0,5714	0,8515	0,7086	0,7281	0,6977	0,9848	1,0006	1,0736	
RJ	0,7663	0,7679	0,7063	0,6666	0,6685	0,6605	0,6080	0,5492	0,6136	0,5776	0,6939	0,6949	0,7947	0,7781	1,0293	0,9312	1,3035	2,0918	2,5468	
SP	0,7082	0,8345	0,5512	0,8128	0,3325	0,9233	0,8649	1,2274	0,7241	0,9602	0,7662	1,3375	1,8097	1,2839	0,5425	1,4187	1,3822	1,2874	1,0236	
PR	1,4590	1,4765	1,5765	0,7850	0,7189	1,3653	0,6927	1,2804	0,8455	1,2969	0,1870	0,5681	1,3367	1,3007	0,1238	0,3453	0,9253	0,3764	0,5200	
SC	1,0162	1,0487	1,0392	0,9991	0,9501	1,0647	0,9809	1,1481	1,1912	1,1505	1,2451	0,6776	0,7171	0,8482	0,8376	0,8620	0,9401	1,7629	2,4906	
RS	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
MT+MS	1,2566	1,5812	2,0864	2,3850	2,4382	2,7036	1,7091	1,4412	0,9911	1,2232	1,2800	0,7520	0,8970	1,0924	1,3414	1,1044	1,0461	1,1588	1,0290	
GO+TO	1,4147	1,5306	1,2606	1,4124	1,3471	1,4091	1,3097	1,0879	1,4583	1,2094	1,1305	0,6873	1,2411	0,6650	0,7121	1,1006	1,1591	1,1486	1,2904	
DF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2402	0,2389	0,2404	0,2412	0,2353	0,2412	0,2412	0,0000	0,3500	0,3882	0,9059	1,2308	1,2479	0,5021	0,9033	

APÊNDICE 4 - Produtividade agrícola: cultura do café côco (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	1,0001	1,0025	1,1093	1,0144	1,2593	1,2018	1,1248	0,6900	1,0182	1,1729	1,1002	1,1236	1,1608	1,2130	1,2432	0,9508	0,8895	0,8895	1,0678	1,0420	1,1470
AC	0,9543	0,9727	0,8602	0,8138	0,8555	0,8109	0,8040	0,9716	0,9866	0,9938	0,8938	0,9231	0,9559	0,9417	0,9720	1,1356	1,2039	1,1798	1,9649	1,5398	1,9569
AM	0,8529	0,8529	0,7941	0,6935	0,7222	0,7183	0,8174	0,7967	0,8207	0,7692	0,9443	0,9467	0,9678	0,9690	0,9775	0,6044	0,8447	0,6602	0,7253	0,7253	0,6344
RR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PA	0,9147	0,9924	1,0568	1,1617	1,5112	1,7580	1,6429	1,6564	3,2145	2,5978	2,6037	2,1018	1,8869	1,2485	1,2476	2,1010	2,3635	2,0944	2,1205	2,0312	1,3247
AP	0,6517	0,5864	0,6358	0,6000	0,7308	0,7241	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MA	0,5165	0,5600	0,5594	0,4898	0,3904	0,3810	0,3717	0,3667	0,4068	0,5743	0,5960	0,4941	0,2933	0,4127	0,5143	0,4615	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,9429
PI	0,4773	0,4130	0,5000	0,4000	0,3947	0,3913	0,3158	0,2973	0,3056	0,2973	0,1957	0,1818	0,1818	0,1818	0,1765	0,3684	0,3684	0,3750	0,2727	0,4000	0,3333
CE	0,4389	0,3296	0,1761	0,2028	0,2691	0,3096	0,7292	0,8462	0,8449	0,7048	0,8784	0,7435	0,3386	0,6726	0,6466	0,5143	0,4533	0,4528	0,5409	0,6230	0,6393
RN	0,2449	0,0556	0,0769	0,1429	0,1429	0,1429	0,1622	0,1905	0,1500	0,1667	0,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PB	0,4516	0,3682	0,3066	0,4946	0,3704	0,3704	0,2692	0,4776	0,4776	0,4516	0,4516	0,6176	0,0000	0,7407	0,7619	0,5000	0,5246	0,3187	0,6538	0,8077	1,0625
PE	0,6580	0,7600	0,5800	0,5356	0,5355	0,5463	0,4389	0,4265	0,5787	0,5433	0,5458	0,4014	0,4595	0,4444	0,5523	0,4854	0,5015	0,3074	0,2291	0,5287	0,3869
AL	0,3059	0,3409	0,2987	0,3000	0,5060	0,5181	0,4767	0,4239	0,4688	0,4242	0,3382	0,2500	0,1837	0,1800	0,2000	0,2200	0,2000	0,2200	0,1190	0,1190	0,1739
SE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BA	1,4433	1,0026	1,0991	0,6537	1,2854	0,9561	0,8208	0,8569	0,7832	0,8223	0,8483	0,8047	0,6125	1,4094	0,8016	0,6930	0,7513	0,5628	0,9889	0,9683	1,1360
MG	2,5835	0,9987	1,8052	1,1412	2,0541	0,9039	1,8751	1,1566	1,2188	1,0581	1,2259	1,1585	1,2864	1,3812	1,0990	1,5956	1,2949	1,8606	1,6133	1,6537	1,6026
ES	1,1125	1,1286	1,4347	1,1828	1,3984	1,1522	1,0146	1,0808	0,9397	0,8573	1,0594	1,0932	0,9943	0,9603	0,7929	1,3783	1,0618	1,3330	1,2427	1,9617	1,7982
RJ	2,6832	2,6912	3,1420	2,7995	1,9907	2,0160	2,3930	2,3809	2,3387	1,3717	1,3263	1,3350	1,6485	1,5273	1,3461	1,3974	1,4103	1,4591	1,4653	1,5779	1,3247
SP	1,3421	1,2130	1,2286	1,1851	1,3234	0,3951	1,3559	0,8141	0,7229	1,1455	0,9571	0,8775	1,1724	1,5007	0,8501	1,6203	1,4164	1,9769	1,6028	2,0590	1,6682
PR	1,3273	0,5372	1,3873	1,1176	1,3645	0,6187	1,9627	0,5409	1,0826	0,7294	1,0534	0,7406	0,8789	0,8639	0,1956	1,1399	1,7171	2,1173	2,0688	1,8631	0,8679
SC	1,2243	1,2538	1,6328	1,8697	1,9881	1,8051	1,8764	1,9644	2,1350	2,1895	2,0333	2,6000	2,6000	2,6000	2,6000	2,4304	2,3913	2,0435	2,0435	2,0000	2,0000
RS	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MT+MS	1,2030	0,8525	0,9948	1,0636	1,2355	1,1148	1,3106	0,8047	0,7748	1,0890	0,8959	0,9873	1,0942	1,0073	1,0444	0,8387	0,9878	1,2628	0,7945	0,6712	1,2324
GO+TO	0,9841	1,0674	1,2275	1,0102	1,1868	1,0121	1,2780	0,5374	0,7338	1,1483	1,0863	1,0861	0,9502	1,0921	0,8655	0,9691	1,0272	1,1768	1,1471	1,3416	1,9300
DF	0,7177	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2100	1,5155	1,5858	1,4203	1,4100	0,9766	0,9052	1,4125	1,8756	2,1406	1,9962	1,6281	1,8511	1,6931	1,7292	2,0890

Fonte: IBGE

APÊNDICE 5 - Produtividade agrícola: cultura da cana-de-açúcar (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	
RO	15,0270	16,5000	16,6279	16,6629	16,0440	16,4884	16,4172	16,3158	16,3158	16,2697	16,3312	23,6154	16,3257	15,0100	18,0000	18,0000	18,0000	25,0547	31,0856	
AC	47,0048	44,4205	47,2879	45,4312	40,5362	40,0000	40,3093	39,8066	38,3117	39,8286	41,0475	30,0000	31,0442	22,1500	19,8788	21,4655	19,5450	23,2697	26,8197	
AM	29,4288	30,9795	33,7495	31,9149	31,3610	36,7290	37,3200	40,7977	39,4038	39,4425	38,2287	36,0730	31,4824	32,1994	37,3707	35,9709	36,3670	37,5763	47,5971	
RR	47,5000	0,0000	28,8889	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	49,9572	60,0000	25,0000	26,1176	26,3387	25,8500	22,9167	24,3333
PA	22,0231	19,2084	20,5700	22,6573	22,3902	22,1183	21,7809	17,1903	17,2531	17,0050	17,0034	22,9867	30,5970	30,3683	28,5695	51,4175	59,7413	43,5039	50,6028	
AP	24,2797	25,4512	26,5769	27,5556	26,8923	27,6500	27,9115	24,5828	24,1077	26,2759	24,3594	18,4043	13,5909	13,2500	13,7742	13,5789	13,5217	13,8750	14,4255	
MA	27,7924	27,7710	28,0672	27,4751	26,6685	26,4888	27,7818	30,1772	31,0885	30,8982	30,3900	27,3607	27,4266	28,3872	24,7860	41,1474	47,6751	48,0806	48,9166	
PI	30,2963	34,6862	34,8839	35,3763	33,8973	33,0110	23,9691	24,6622	25,1661	24,8167	20,3881	23,7693	26,5203	25,7827	26,2430	25,6500	26,6178	26,0449	24,7905	
CE	40,1703	41,0514	41,0300	41,6324	41,8072	42,3342	39,6464	41,8346	41,0364	41,0916	36,9266	41,8531	36,7059	35,0000	35,0000	35,0000	40,0000	31,4778	25,0000	
RN	53,1446	49,9886	50,2101	48,8325	38,4566	47,1712	46,9195	51,1273	50,3081	49,9732	48,8896	29,3770	46,0363	57,6662	67,2335	62,4896	63,4042	46,8676	49,4039	
PB	45,4078	46,8663	47,2098	43,4818	45,0725	45,5711	40,9838	47,2951	46,0122	43,1463	42,0085	49,0786	56,7425	40,9023	43,4789	53,0564	46,5340	49,1037	48,5494	
PE	39,8639	41,1400	40,1304	42,7173	43,7215	43,2402	46,4534	45,8383	44,5456	46,4921	45,7649	47,4858	48,0000	48,0000	46,8880	48,0000	48,0000	49,0165	48,0537	
AL	44,2298	41,2365	43,5832	44,6022	45,1701	41,9281	45,7010	44,6670	47,0406	48,0648	44,6421	47,7201	45,1773	46,0838	46,0800	50,2010	50,5152	52,0000	49,0000	
SE	38,0488	41,6266	41,2019	38,6339	40,8629	38,4247	34,6441	34,4232	34,4437	34,3026	33,3085	41,4569	55,1129	53,0000	46,0900	55,0000	58,0013	56,1030	57,3500	
BA	45,9022	43,1203	32,5993	42,2749	42,7529	47,2475	44,8962	46,2683	49,9475	49,4788	47,0234	50,9083	42,0000	42,0000	38,0000	38,0000	38,0000	41,2500	41,9921	
MG	32,2634	34,1983	32,4835	31,4397	32,3981	30,5477	36,4984	37,8314	37,5079	38,4466	38,6881	35,2950	38,0000	32,6369	36,1526	40,5598	40,1361	41,8762	43,6447	
ES	28,0755	28,3446	26,1123	26,4549	27,9111	27,7730	30,2197	29,3098	28,9974	28,9002	29,1678	35,0512	30,9998	31,0000	31,0000	31,0000	31,0000	33,7431	31,0000	
RJ	41,9511	41,9164	42,2281	35,6949	42,7064	44,6321	42,7073	42,3082	39,6172	42,0114	40,9468	34,7371	35,2093	45,0000	39,6000	47,0000	48,3819	48,5667	48,2164	
SP	53,5437	55,4430	54,9526	51,1532	52,7375	55,2894	58,2514	55,8471	54,8619	52,2235	57,9182	55,7042	54,8390	57,3269	63,5000	65,4950	66,9346	67,0747	72,4484	
PR	58,9818	64,9813	65,6358	66,2601	67,1198	75,2267	79,6634	68,9549	68,7369	63,7475	62,6632	49,6658	57,0000	50,1066	50,1070	70,1200	62,8308	62,0584	76,7629	
SC	33,6516	31,0714	27,7015	30,8316	32,6116	33,0419	35,7412	36,5344	36,5229	37,0609	40,7449	37,4699	48,7727	44,7075	49,8265	48,5670	49,9749	53,9048	51,7127	
RS	17,7350	18,8701	20,1351	20,4174	20,3717	1,5826	23,1893	21,9167	22,8711	23,3358	23,8065	24,1064	22,5510	21,4664	23,7632	23,5000	23,5012	28,1378	27,0115	
MT+MS	43,6225	46,0304	45,1874	44,1868	40,3830	40,4870	41,0976	43,0062	50,5618	46,9504	50,9032	48,5860	36,8786	37,8823	40,4161	42,3880	57,7473	43,3873	50,7529	
GO+TO	42,9493	44,0852	46,5606	46,8530	46,4518	0,0146	42,8916	44,3652	41,3627	41,9373	43,1418	36,6826	45,0000	40,0000	40,0000	42,0000	50,7000	54,0000	58,9588	
DF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	14,0496	3,2043	18,8095	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	40,5143	12,0000	13,2039	13,1111	22,2013	22,2000	20,0000	21,9064	

APÊNDICE 5 - Produtividade agrícola: cultura da cana-de-açúcar (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	34,5045	38,6992	53,4367	53,3780	55,0324	55,9685	52,8699	50,8121	49,4737	49,7294	48,6081	48,5216	44,1477	42,4360	43,2087	41,6226	35,6286	36,3312	36,9161	46,0805	37,7242
AC	27,2589	28,0606	27,9332	27,7631	26,5562	26,0722	25,7835	26,2833	22,0919	11,2321	23,2095	22,5494	26,5274	26,0763	26,2519	24,5000	30,3107	31,2121	35,1469	31,3955	39,4659
AM	51,9878	67,0000	65,0000	58,5056	49,0000	49,3082	48,0167	35,8873	60,9553	48,3060	34,5797	24,7433	34,2849	28,2128	31,8869	12,2485	14,0501	45,5480	50,5148	52,2666	56,4720
RR	32,0000	32,0000	6,5000	23,0000	23,0000	16,8594	10,8364	10,4510	9,2051	0,0000	11,5873	9,9254	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,9746	2,2188	2,2188	2,4723	
PA	48,8512	49,1973	33,3536	48,1564	68,7026	56,0535	53,1985	54,9067	55,2741	55,0614	54,5624	49,9786	53,8323	55,5281	52,9840	53,9462	61,2794	65,4864	57,1192	64,4943	36,6510
AP	14,4930	15,4118	16,2941	20,0000	27,8049	27,9487	18,0000	20,0000	25,0000	16,0000	18,0000	18,0000	16,0000	15,0000	18,0000	18,7778	19,2597	23,4756	25,1528	21,3971	22,3889
MA	48,9658	42,7345	41,3935	43,5199	46,7885	48,4920	50,3724	51,8696	54,7685	54,6357	53,9129	46,0817	52,0625	52,7718	55,7408	53,1303	59,5661	51,8077	47,4044	55,7355	35,7332
PI	42,9979	46,4745	26,6579	52,4478	47,7278	49,6741	48,7162	52,0229	52,4239	80,7069	77,5781	48,6724	47,8491	60,1242	59,2732	62,1485	52,9199	53,6059	57,4880	54,6324	56,7844
CE	30,0000	41,6186	30,0000	42,5685	42,0554	42,2158	40,5190	41,2707	44,8129	42,8288	44,0774	43,4462	33,7299	45,1770	46,6917	45,3718	48,6142	45,8024	50,9281	51,8837	51,3938
RN	38,0132	56,4040	46,2443	49,1618	49,1196	49,6601	49,6200	46,8429	50,3867	41,5621	49,9112	47,1932	24,7340	43,7062	43,4913	43,5570	43,1327	41,3686	34,0356	54,7781	50,3749
PB	43,2897	53,9898	49,8339	57,4910	60,4204	60,1467	58,6370	54,9103	54,4668	51,6724	52,3331	51,5785	19,8165	40,0938	42,7870	38,8385	40,6511	31,5244	32,8349	42,8436	49,7986
PE	46,0690	49,2180	49,3750	49,9000	50,3831	50,4674	52,8344	50,6391	54,1405	48,1665	50,1338	51,6463	34,1527	47,6829	43,8486	40,0483	43,7725	44,3269	34,3047	42,1690	40,3624
AL	55,6994	56,0153	51,5848	46,5585	50,3403	51,5090	50,1854	42,3964	46,6915	46,5969	45,2355	50,6078	40,0662	49,5759	47,9670	48,0161	54,9489	61,7173	59,3900	60,1804	62,7026
SE	57,5181	55,7451	47,7359	56,2499	60,5544	62,7189	63,4902	60,8850	62,1810	57,2688	55,0746	52,5651	53,6294	56,9983	50,0603	54,8181	60,1007	60,5755	55,9230	63,7790	64,7027
BA	43,0356	41,7170	36,2622	30,0000	40,5856	39,0000	44,1500	45,8616	44,8949	42,7804	44,6504	45,3892	47,2968	50,4467	52,3019	53,0226	52,6181	51,2090	52,9449	52,9929	54,6774
MG	46,4174	50,1684	55,0873	55,0889	57,8337	57,5085	55,7148	59,0275	57,9535	58,1133	63,4132	63,6364	59,5541	61,4799	62,5120	53,9104	58,2726	60,5414	62,6290	63,9377	64,2663
ES	37,1968	55,2755	54,5352	63,5360	60,2473	58,6234	56,2572	55,0469	47,6825	34,7194	46,2583	53,9627	56,1391	58,5955	51,4205	53,5144	51,6414	50,9992	49,8644	54,1049	53,1513
RJ	49,9558	54,6360	48,9355	44,4453	50,4252	46,2946	40,3086	50,0911	44,4771	26,9588	41,6641	39,4292	41,2228	40,2887	45,0923	44,7302	44,4078	44,8907	44,6318	44,6147	31,4233
SP	65,6449	71,9775	76,0000	74,1939	75,5454	69,2034	75,5173	75,8389	73,9624	76,0687	73,5262	77,0036	78,4107	80,1123	77,4536	77,1384	79,3137	77,8896	77,1601	76,0789	77,4906
PR	70,7120	76,0006	87,1267	69,2614	74,0051	74,6902	74,2515	75,7588	74,2603	73,6194	70,9162	72,9707	71,9923	73,8730	79,8755	82,3027	81,8608	85,8337	80,0980	70,8877	81,1326
SC	55,2244	52,0467	44,6670	47,7406	47,3979	49,2720	59,5842	58,9481	59,1326	59,7397	49,3224	53,9550	54,8554	52,3953	47,5418	19,8785	25,7203	30,0376	31,4109	30,9911	37,4865
RS	26,7649	25,6426	25,6244	25,5117	30,2706	32,6361	30,0185	29,5004	30,3036	28,9559	26,5368	30,9485	31,1996	30,8273	30,6370	23,2460	29,3036	31,5131	31,5063	29,1562	33,3666
MT+MS	36,8635	44,2618	52,9117	54,9844	60,8716	61,2145	63,2803	57,6927	59,8943	54,3791	56,4130	61,7172	61,0636	67,3980	68,1168	69,9205	71,2091	72,7865	71,3704	61,1468	70,1579
GO+TO	61,7706	61,1116	66,1710	68,2362	66,9380	67,8907	68,4239	67,8542	69,0341	63,2450	62,9725	66,5955	63,4917	73,3625	65,5450	71,8301	72,1443	70,1133	62,7236	72,2284	78,3136
DF	19,5000	18,0000	18,0000	18,0000	18,0000	18,0000	17,0000	18,0000	18,0000	0,0000	7,2700	50,0000	38,7115	46,4203	69,6162	21,6515	66,4896	47,4154	46,9195	44,4609	44,1786

Fonte: IBGE

APÊNDICE 6 - produtividade agrícola: cultura do feijão (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
RO	1,1322	1,0627	1,1466	1,2318	1,1403	1,1126	1,0166	1,0118	0,7130	0,7087	0,7109	1,3909	1,3892	1,4990	0,8334	0,6600	0,6454	0,5848	0,4650
AC	1,1108	1,1666	1,0613	1,0996	1,0004	1,0524	1,1127	0,9236	1,0217	1,0315	0,7746	1,0004	0,7222	0,7628	1,0000	0,6500	0,7000	0,4641	0,5630
AM	1,3506	1,3236	1,2158	1,4066	1,4543	1,4268	1,1543	1,3025	1,2498	1,2074	1,2342	1,3178	0,9586	1,1297	1,0000	1,1000	1,0000	1,0000	1,0000
RR	0,6312	0,6892	0,5890	0,6923	0,6988	0,7000	0,6875	0,7000	0,7000	0,6957	0,4808	0,5976	0,5594	0,5467	0,5046	0,5315	0,4348	0,4069	0,4421
PA	0,6025	0,6988	0,6796	0,6597	0,6840	0,7072	0,6370	0,7296	0,7507	0,6819	0,8119	0,7207	0,7022	0,7087	0,7218	0,7493	0,7189	0,7182	0,6719
AP	0,5301	0,8854	0,7969	0,9672	0,8816	1,0909	1,1705	1,1882	1,2527	1,2637	1,2929	0,4082	0,5357	0,5500	0,5231	0,5395	0,5522	0,5442	0,5424
MA	0,5446	0,6454	0,6109	0,6081	0,6290	0,6336	0,6146	0,6258	0,5902	0,6118	0,5898	0,5421	0,4662	0,4699	0,5125	0,5122	0,5041	0,5017	0,4333
PI	0,5935	0,9208	0,6981	0,6180	0,5254	0,5837	0,3739	0,5549	0,5439	0,4470	0,2612	0,5503	0,3000	0,3412	0,1700	0,3800	0,2966	0,2629	0,1433
CE	0,5215	0,5243	0,5379	0,5921	0,4150	0,5582	0,4025	0,5977	0,5821	0,5364	0,2032	0,3595	0,2401	0,3550	0,1800	0,3000	0,3000	0,3062	0,1500
RN	0,4607	0,4182	0,4117	0,4230	0,2941	0,4027	0,3773	0,5751	0,4733	0,3948	0,2221	0,3913	0,1980	0,2658	0,1897	0,3655	0,2870	0,1663	0,0665
PB	0,5357	0,4756	0,4550	0,5354	0,4670	0,5381	0,3659	0,6054	0,5275	0,4820	0,3016	0,5065	0,3199	0,2980	0,1532	0,3053	0,3242	0,2571	0,1049
PE	0,5139	0,4402	0,4434	0,4714	0,3904	0,4837	0,4149	0,5978	0,5511	0,5188	0,3360	0,5311	0,4800	0,4850	0,2870	0,4710	0,4040	0,4451	0,2760
AL	0,4956	0,5701	0,5315	0,4172	0,4424	0,3862	0,5178	0,5257	0,3910	0,5146	0,1608	0,5192	0,4900	0,2071	0,1500	0,4400	0,3801	0,5420	0,1900
SE	0,4918	0,5035	0,6243	0,5935	0,4326	0,2855	0,4437	0,3531	0,3912	0,2935	0,2500	0,4957	0,3620	0,3212	0,1800	0,3600	0,2740	0,4900	0,1450
BA	0,7680	0,6770	0,7101	0,6154	0,6971	0,6922	0,8334	0,7655	0,7804	0,7842	0,8105	0,7566	0,6439	0,5785	0,2902	0,3702	0,4200	0,4807	0,5932
MG	0,6744	0,6443	0,5027	0,4777	0,5077	0,5915	0,5425	0,5760	0,5534	0,5181	0,5566	0,5922	0,4938	0,5018	0,4786	0,4735	0,4961	0,4685	0,4965
ES	0,6785	0,6337	0,5598	0,5529	0,6337	0,5871	0,4728	0,5485	0,5390	0,4907	0,4781	0,5462	0,5298	0,5034	0,3662	0,4736	0,4795	0,3965	0,5928
RJ	0,5737	0,5441	0,4386	0,4627	0,5440	0,5873	0,5884	0,5814	0,4674	0,5470	0,5942	0,5784	0,6068	0,5933	0,6000	0,6000	0,6000	0,7375	0,6437
SP	0,6165	0,6262	0,5721	0,5791	0,5055	0,6245	0,6331	0,5908	0,5699	0,5553	0,6420	0,5451	0,4537	0,4674	0,5828	0,5768	0,4743	0,6546	0,6160
PR	0,7811	0,8434	0,8261	0,8842	0,8650	0,9186	0,8559	0,8577	0,8084	0,6948	0,9235	0,6563	0,6732	0,7914	0,7148	0,7125	0,6815	0,6744	0,5671
SC	1,0232	1,0497	1,0074	0,9969	1,0465	1,0677	0,9276	1,0585	1,0052	0,9353	0,8862	0,7412	0,7374	0,9150	0,6263	0,7120	0,6307	0,8284	0,5033
RS	0,8480	0,8556	0,8592	0,8898	0,8230	0,9443	0,8966	0,9229	0,8298	0,8032	0,9433	0,8004	0,8068	0,8293	0,7709	0,6257	0,6495	0,7667	0,3910
MT+MS	0,9103	0,9268	0,7489	0,8590	0,8375	0,9910	1,0178	0,8676	0,8396	0,6992	0,8859	0,8932	0,7449	0,8560	0,7292	0,7669	0,5331	0,7183	0,3969
GO+TO	0,9760	0,8694	0,7388	0,8156	0,8401	0,9529	0,8790	0,9597	0,9436	0,6100	0,6831	0,4809	0,4920	0,5045	0,4862	0,4092	0,3775	0,3626	0,2281
DF	0,0000	0,0000	0,0000	0,6667	0,7229	0,7178	0,7503	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,2019	0,3398	0,3490	0,3577	0,5064	0,5000	0,6494	0,5703

APÊNDICE 6 - Produtividade agrícola: cultura do feijão (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	0,3086	0,6690	0,5120	0,6748	0,5748	0,6469	0,5821	0,5973	0,6206	0,6061	0,5519	0,4523	0,5538	0,5574	0,6550	0,7748	0,7290	0,5848	0,6057	0,5772	0,6674
AC	0,4421	0,5970	0,4670	0,4077	0,4260	0,5086	0,5155	0,5298	0,5323	0,5763	0,6894	0,6730	0,6271	0,6015	0,5570	0,5345	0,5317	0,5559	0,5305	0,5182	0,6050
AM	1,1033	0,8425	0,5598	0,6859	0,7756	0,7549	0,6719	0,8634	0,7861	0,6613	0,7783	0,7011	0,9296	0,9073	0,7768	0,9362	0,8732	0,8350	0,8293	0,8273	0,7798
RR	0,5852	0,4120	0,4138	0,4918	0,4893	0,2986	0,2944	0,4336	0,5000	0,4200	0,5190	0,3168	0,0000	0,5279	0,3000	0,5556	0,2684	0,2941	0,3000	0,2885	0,2885
PA	0,5720	0,5819	0,4742	0,5868	0,5354	0,5624	0,6021	0,5535	0,5925	0,6024	0,5686	0,5131	0,5761	0,5406	0,5711	0,6220	0,6236	0,5253	0,6097	0,6120	0,7011
AP	0,4345	0,4246	0,4490	0,3814	0,6145	0,5473	0,4660	0,6549	0,5374	0,4265	0,1858	0,1887	0,3393	0,3413	0,4222	0,4712	0,2800	0,3000	0,4244	0,3810	0,6289
MA	0,3431	0,5000	0,2732	0,3988	0,3535	0,4793	0,3784	0,4571	0,4659	0,3807	0,4763	0,2512	0,3633	0,3624	0,3559	0,3285	0,3410	0,2798	0,4188	0,4450	0,4625
PI	0,1694	0,1752	0,0857	0,3174	0,2054	0,2485	0,1780	0,3574	0,2829	0,1612	0,3538	0,1139	0,1051	0,3501	0,2619	0,2851	0,2173	0,0942	0,3219	0,2964	0,1502
CE	0,1800	0,2834	0,1490	0,3595	0,2072	0,2284	0,1447	0,3316	0,2205	0,1180	0,3060	0,1587	0,0668	0,3824	0,3019	0,3553	0,3123	0,1255	0,3291	0,3451	0,1667
RN	0,0935	0,1498	0,0960	0,4475	0,2567	0,3306	0,0833	0,3793	0,2910	0,1226	0,4117	0,2572	0,0737	0,4758	0,4319	0,3831	0,2952	0,1067	0,1349	0,4644	0,1156
PB	0,1129	0,1341	0,1371	0,4348	0,2627	0,3209	0,1285	0,3344	0,3084	0,1432	0,3358	0,2260	0,1746	0,3611	0,3327	0,2780	0,4128	0,0421	0,1324	0,4648	0,0784
PE	0,1793	0,3411	0,2100	0,4450	0,2931	0,3241	0,2030	0,2615	0,2744	0,2707	0,2504	0,1667	0,0870	0,4119	0,3898	0,3559	0,3493	0,1717	0,1317	0,3241	0,1756
AL	0,2837	0,3300	0,2768	0,4625	0,3293	0,4766	0,2494	0,2301	0,2174	0,4592	0,3036	0,2863	0,1636	0,5177	0,4606	0,2491	0,3889	0,4000	0,3945	0,3943	0,5397
SE	0,1809	0,5033	0,3002	0,4376	0,2491	0,3757	0,3951	0,3150	0,3424	0,3495	0,4249	0,2702	0,1965	0,6012	0,6734	0,5318	0,5786	0,5615	0,5905	0,5128	0,3305
BA	0,3594	0,3255	0,2291	0,2375	0,4826	0,5035	0,2049	0,3340	0,3048	0,3786	0,4916	0,5513	0,4332	0,4046	0,4301	0,4366	0,5856	0,3645	0,4238	0,6534	0,3593
MG	0,5218	0,4500	0,4344	0,4375	0,3811	0,4353	0,4758	0,5181	0,4891	0,5560	0,6001	0,5249	0,6887	0,6977	0,6548	0,5778	0,7752	0,7836	0,8389	0,9324	0,9296
ES	0,5622	0,4996	0,4258	0,4632	0,4180	0,5570	0,6699	0,7894	0,7500	0,7504	0,8094	0,7776	0,8118	0,7689	0,6858	0,7991	0,7670	0,7879	0,7751	0,7761	0,7708
RJ	0,6218	0,6609	0,5690	0,5214	0,5425	0,5602	0,6733	0,7238	0,6967	0,6585	0,7328	0,7006	0,7383	0,7417	0,7293	0,7611	0,7309	0,7730	0,7653	0,7405	0,7543
SP	0,6604	0,6828	0,5847	0,6217	0,7771	0,6561	0,6373	0,8820	0,8782	0,7393	0,9053	0,9328	1,1056	0,8842	0,9999	0,9555	1,0381	1,2209	1,1228	1,1205	1,4611
PR	0,6694	0,7577	0,4960	0,6466	0,6903	0,3405	0,5189	0,6169	0,4218	0,4331	0,5451	0,7738	0,8204	0,8610	0,6638	0,8104	0,8381	0,8649	0,8576	0,8989	1,0738
SC	0,8705	0,8711	0,4639	0,7881	0,7686	0,4919	0,6650	0,6976	0,7579	0,6503	0,4698	0,9489	0,8264	0,9572	0,8108	0,8413	0,9340	0,6541	0,7933	1,0598	1,1289
RS	0,6003	0,6876	0,4932	0,6767	0,6764	0,2737	0,4997	0,7127	0,7520	0,6555	0,4336	0,8489	0,7676	0,8504	0,8551	0,4699	0,7378	0,6370	0,7819	0,7927	0,9432
MT+MS	0,4358	0,4808	0,3558	0,4291	0,4936	0,4322	0,5249	0,4456	0,5650	0,4370	0,6427	0,5403	0,5727	0,5005	0,6513	0,6716	0,8180	0,8798	0,7501	0,6433	1,1435
GO+TO	0,2969	0,4059	0,3949	0,3886	0,3796	0,2849	0,4499	0,3827	0,5263	0,6268	0,6607	0,7268	0,8147	0,8875	0,9041	1,2203	1,5599	1,5788	1,2795	1,7177	1,6994
DF	0,4043	0,5243	0,5959	0,6013	0,6272	0,4802	0,8490	0,7470	0,9832	1,1856	1,3621	1,0569	1,5449	1,7331	1,7415	1,6418	1,9332	1,8795	1,9160	2,2094	2,0892

Fonte: IBGE

APÊNDICE 7 - Produtividade agrícola: cultura do fumo (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
RO	1,3333	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,3333	1,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5995	0,4748	0,4813	1,1667	1,1667	0,0000	0,0000	0,0000
AC	0,6311	0,6250	0,6130	0,6118	0,5287	0,6270	0,6398	0,6485	0,7966	0,6972	0,7285	0,0000	0,0000	0,0000	0,5455	0,5453	0,6153	0,5969	0,6163
AM	0,7940	0,8000	0,8000	0,8140	0,7616	0,7730	0,7692	0,5986	0,7010	0,7152	0,7323	0,8663	0,7773	0,7412	0,6020	0,6179	0,5696	0,5612	0,5975
RR	0,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6000	1,6667	1,7143	1,7407	1,1923	0,0000	0,5833	0,6000	0,0000	0,6444	0,6667
PA	0,7902	0,6862	0,7023	0,6951	0,6686	0,6785	0,5648	0,6003	0,6166	0,6283	0,6310	0,6944	0,5743	0,5818	0,5814	0,5299	0,5206	0,5464	0,5203
AP	0,2857	0,2581	0,2647	0,2759	0,2692	0,2667	0,2571	0,2667	0,2667	0,2667	0,2692	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8000	0,6000	0,5455
MA	0,6427	0,6549	0,6511	0,6318	0,6963	0,6541	0,6283	0,6138	0,6323	0,6528	0,5954	0,5944	0,6356	0,6064	0,6485	0,5695	0,7784	0,7042	0,6375
PI	0,4148	0,4327	0,4129	0,4749	0,4586	0,5086	0,4766	0,4983	0,4964	0,4611	0,3817	0,4123	0,7175	0,5127	0,4983	0,4799	0,4808	0,4356	0,4063
CE	0,6836	0,6431	0,6500	0,6199	0,5982	0,5925	0,7090	0,6318	0,6243	0,6328	0,5649	0,8703	0,5059	0,6000	0,6000	0,5000	0,4800	0,4800	0,4000
RN	0,5526	0,5981	0,6154	0,6852	0,8269	0,8829	0,3678	0,3836	0,3636	0,4135	0,3590	0,7083	0,4407	0,4595	0,5161	0,3077	0,3077	0,3333	0,7059
PB	0,7636	0,7253	0,5938	0,5295	0,6429	0,5856	0,5973	0,5960	0,6674	0,9007	1,0126	0,7512	1,3394	1,1199	1,2133	1,2643	1,3843	1,3424	1,2494
PE	0,2975	0,2913	0,5663	0,4878	0,5501	0,5101	0,8600	0,7131	0,7076	0,7780	0,7643	0,7288	0,7665	0,7723	0,7548	0,6674	0,7994	0,7729	0,7421
AL	0,7895	0,8631	0,8457	0,8395	0,8157	0,8023	0,6923	1,0975	1,1808	0,9437	0,8856	0,9179	0,9220	0,6454	0,9360	0,9900	0,9807	0,9000	0,8298
SE	0,8315	0,8138	0,9890	0,8043	0,6587	1,3091	0,7958	1,1176	0,8347	0,8483	0,8916	0,7334	0,9500	0,9899	1,0050	0,9450	1,1800	1,1740	1,1839
BA	0,7841	0,6019	0,7130	0,6954	0,7365	0,7856	0,7703	0,7500	0,7910	0,7427	0,7749	0,6496	0,7500	0,7500	0,6900	0,6300	0,9600	0,7600	0,8000
MG	0,5580	0,5638	0,5355	0,4413	0,6025	0,6090	0,4845	0,4385	0,4698	0,5012	0,5269	0,8520	0,8500	1,1831	0,7490	0,6799	0,6954	0,7215	0,7063
ES	0,8143	0,8255	0,7933	0,7593	0,7875	0,8161	0,8133	0,7698	0,6972	0,6730	0,6647	0,7245	0,3390	0,6531	0,6098	0,7813	0,7667	0,8000	0,7500
RJ	0,5028	0,4465	0,4858	0,1790	0,4892	0,5443	0,4383	0,1905	0,1790	0,1698	0,1682	0,1452	0,7857	0,8056	0,8286	0,8148	1,2500	1,3448	1,5556
SP	0,7540	0,6247	0,5902	0,5025	0,5248	0,5991	0,6484	0,7082	0,6320	0,7504	0,7408	1,2503	0,5348	1,2041	1,4317	1,1259	2,4476	0,7017	0,4194
PR	0,9458	1,3427	1,3958	1,3142	1,4345	1,5249	1,2268	1,4929	1,4568	1,4622	1,3936	1,3980	1,5500	1,4320	1,0750	1,5716	1,4097	1,7325	1,7361
SC	1,1636	1,1701	1,1080	1,1157	1,1832	1,1691	1,3636	1,5173	1,5314	1,5755	1,5275	1,3768	1,6352	1,6035	1,2108	1,4882	1,4393	1,8359	1,6623
RS	0,8572	0,8678	0,9375	1,0155	0,9186	1,0293	0,9018	0,9882	0,9771	1,0609	1,0223	1,1342	1,5733	1,2674	1,2533	1,2374	1,3510	1,3290	1,3764
MT+MS	0,5559	0,5899	0,6000	0,6124	0,6376	0,6274	0,5482	0,7109	0,7172	0,6721	0,6767	0,6396	0,9414	0,9125	0,5793	0,7000	0,6933	0,6622	0,6082
MT	0,7377	0,7752	0,7714	0,7733	0,7986	0,7951	0,8611	0,8147	0,8395	0,8477	0,7386	0,8800	0,8699	0,8400	0,7500	0,6799	0,7200	0,6357	0,6015
DF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000

APÊNDICE 7 - Produtividade agrícola: cultura do fumo (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AC	0,6302	0,6349	0,6513	0,6495	0,6499	0,6210	0,6272	0,6295	0,6790	0,6813	0,6377	0,6833	0,7784	0,7784	0,7764	0,7990	0,8090	0,8020	0,7962	0,7991	0,8246
AM	0,6282	0,6181	0,6039	0,6075	0,6085	0,6186	0,6185	0,6721	0,5000	0,3846	0,5556	0,6667	1,3158	0,5714	0,4286	0,5279	0,5397	0,5344	0,6032	0,6032	0,6524
RR	0,6176	1,5000	0,7143	0,6667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PA	0,6019	0,5831	0,5135	0,6402	0,5474	0,5506	0,5465	0,5415	0,5457	0,5428	0,5336	0,5363	0,5191	0,4955	0,4802	0,4730	0,5075	0,5035	0,5055	0,5034	0,5429
AP	0,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MA	0,5873	0,4679	0,5720	0,5500	0,5446	0,5508	0,4953	0,5123	0,5155	0,4327	0,4020	0,5263	0,5333	0,5455	0,5250	0,5000	0,5000	0,5000	0,4828	0,0000	0,0000
PI	0,3691	0,3693	0,3881	0,4624	0,4512	0,4694	0,4885	0,5299	0,5816	0,5341	0,6000	0,5714	0,5647	0,6163	0,7324	1,0000	0,9333	0,9000	0,9130	0,9048	0,7143
CE	0,4000	0,4425	0,3793	0,6024	0,2715	0,3397	0,2360	0,6211	0,6698	0,6826	0,6885	0,7171	0,7431	0,7789	0,7885	0,8596	0,8365	0,8138	0,8077	0,8160	0,9151
RN	0,7333	0,7500	0,6667	0,7222	0,4756	0,3889	0,4717	0,3750	0,4952	0,4679	0,5301	0,4398	0,5474	0,6154	0,6058	0,6538	0,6360	0,2079	0,6588	0,6725	0,6262
PB	1,2739	0,8860	0,7152	0,9233	0,7240	0,7269	0,7053	0,7083	0,7301	0,7725	0,8497	0,8314	0,7289	0,9119	0,8718	0,6579	0,6298	0,5185	0,8063	0,6595	0,7104
PE	0,7578	0,7962	0,8056	0,8128	0,7901	0,8793	0,7704	0,7238	0,7765	0,7790	0,7683	0,7474	0,7230	0,5342	0,5091	0,5000	0,2273	0,1667	0,2500	0,7000	0,5000
AL	0,7565	0,9436	0,9492	0,9955	0,9948	1,1199	0,8003	0,7906	0,8282	1,1625	0,7254	0,7909	0,9107	1,0266	0,9755	0,9276	1,1239	1,1238	1,1251	0,8964	0,7970
SE	1,1840	0,8070	1,1646	1,1951	1,0972	1,1320	1,0786	1,0777	1,0761	1,0733	1,1886	1,0670	1,9952	1,2891	1,5943	1,6301	1,3831	1,4776	1,6283	1,5726	1,1957
BA	0,8361	0,7500	0,6941	0,8375	0,7398	0,7200	0,7128	0,7428	0,7208	0,6191	0,6996	0,4836	0,4255	0,8087	0,7266	0,7683	0,6593	0,7728	0,7716	0,8096	0,8348
MG	0,7908	0,6721	0,6715	0,7035	0,6666	0,5900	0,5826	0,6727	0,6460	0,6123	0,6015	0,6113	0,6280	0,6161	0,6130	0,6565	0,7125	0,8022	0,7253	0,6367	0,6997
ES	0,8750	0,8750	1,0000	1,1250	1,1250	0,8750	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RJ	2,3333	2,5000	2,1429	2,0000	2,6667	2,5000	2,5000	2,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SP	0,5000	0,5675	0,5789	0,5498	0,5251	0,4210	0,4173	0,5643	0,4505	0,4551	0,4324	0,5042	0,4583	0,4881	0,4928	0,4478	0,4821	0,4048	0,4924	0,4924	0,4841
PR	1,7568	1,7133	1,5290	1,7893	1,8789	1,6132	1,7624	1,9752	1,8387	1,7916	1,8147	1,9624	1,8986	1,9160	1,6145	1,7118	1,8097	1,4800	1,8829	1,9038	1,9748
SC	1,6376	1,8507	1,4777	1,6606	1,7786	1,6406	1,5937	1,7348	1,7071	1,8090	1,7077	1,8234	1,7946	1,8162	1,6758	1,6170	1,9153	1,4026	1,9396	1,9594	1,9023
RS	1,3871	1,5526	1,4364	1,6291	1,7097	1,4420	1,3899	1,7859	1,7218	1,7723	1,5146	1,8181	1,9720	1,6912	1,7120	1,5495	1,9100	1,5199	2,0189	2,0269	2,0058
MT+MS	0,6122	0,5324	0,6796	0,4407	0,4043	0,5172	0,6552	0,5556	0,4000	1,0000	1,1053	1,2727	0,6667	0,4000	0,5278	0,4000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mato Grosso	0,6100	0,6108	0,5267	0,5161	0,5395	0,5441	0,5019	0,4643	0,3583	0,0000	0,2500	0,2500	0,0000	0,3000	0,2500	0,6512	0,6667	0,4600	0,0000	0,0000	0,0000
DF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: IBGE

APÊNDICE 8 - Produtividade agrícola: cultura da laranja (mil frutos/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
RO	28,7500	27,0000	29,5000	29,7500	30,2162	30,2162	30,2432	30,2703	29,7838	26,7143	25,0000	51,7241	45,9714	48,0769	39,0000	63,2267	61,7310	55,8102	56,4448
AC	54,7265	49,5664	49,0678	49,4958	48,6777	45,8943	47,8175	47,1774	48,8682	56,5891	65,0000	44,8056	66,0638	64,0404	89,5082	83,7097	78,3704	75,7681	83,1951
AM	94,3046	107,7308	75,0528	77,5345	68,5333	69,4796	67,9142	71,5929	83,0964	84,3180	82,0259	52,5121	51,1912	46,2110	74,4144	105,5549	111,2143	110,5876	100,6014
RR	100,0000	5,0000	0,0000	58,3333	70,8333	70,8333	61,3636	40,9091	60,0000	100,0000	115,7895	71,7647	30,0200	33,9773	59,9744	45,5833	36,2083	33,5600	45,3103
PA	94,3048	90,9451	0,0000	95,1402	91,1771	91,5730	89,8326	103,7803	111,4988	104,3942	109,5902	72,7193	96,1021	118,8612	96,3593	104,4162	113,8895	115,1461	112,0712
AP	149,7143	150,4000	139,2632	152,9474	161,5652	153,6923	179,2258	113,7059	122,5294	131,5556	134,1905	78,3881	42,4500	44,9333	41,9231	40,0377	33,8596	40,0000	40,0000
MA	97,1185	92,6944	96,9460	96,2640	97,9362	98,5974	119,2290	170,1642	177,0481	179,1744	172,2563	75,9565	114,4372	117,7846	117,2241	114,7648	115,8919	116,3109	115,8634
PI	94,0141	86,4548	85,4129	88,9259	99,0843	124,8998	109,6353	109,2420	117,7257	112,8121	95,2097	78,6395	90,8531	101,7511	107,8204	119,2997	105,4101	108,8445	103,7471
CE	57,5400	62,2734	63,9616	66,1878	69,6329	72,6231	80,9416	91,9515	91,2916	90,4784	78,6511	67,1649	85,5842	112,7379	99,9052	100,0000	100,0000	80,0000	75,0000
RN	45,8424	42,7094	44,7548	39,2905	41,8008	44,1619	40,1375	50,5819	41,7775	33,9208	32,0823	36,1130	54,5309	57,1204	58,6608	65,8152	63,2967	61,9266	62,5636
PB	134,0653	124,7568	120,2274	122,1049	119,6520	127,2636	114,1735	141,1537	121,0237	120,8556	125,6742	61,8252	118,1336	113,4506	65,7869	83,0465	112,7500	101,7500	107,2500
PE	67,8887	68,2156	63,4040	64,3922	58,2641	58,8306	62,5424	71,9133	71,3023	68,1322	64,0945	63,4543	75,8452	64,8000	64,8000	64,8000	71,1841	65,0000	67,9900
AL	65,9009	66,6323	62,3920	59,8641	56,5750	59,7407	56,6282	102,9282	103,1101	91,6388	84,9186	97,1369	78,3564	78,1222	73,3125	71,8702	72,3875	76,6214	74,2767
SE	66,7985	67,6865	67,9236	70,9583	70,3722	67,3594	50,8273	77,1173	79,0468	76,1585	44,9189	45,7351	79,9000	66,4999	68,3000	72,0000	110,0074	80,7290	103,0240
BA	69,9412	65,2780	76,5855	75,9513	78,5850	78,5086	75,2486	72,4738	71,0489	73,4988	71,6787	62,3087	69,8040	72,0000	69,0000	69,0000	72,1800	78,0000	81,0000
MG	72,7422	72,0805	73,4316	72,9112	70,0649	74,7326	71,6164	75,6936	81,6529	85,0972	85,0114	72,7906	70,1250	72,9444	76,1427	74,7205	72,3182	69,2216	71,0037
ES	38,8839	40,3790	43,3914	53,1935	48,4747	47,6417	48,0753	47,5619	47,7213	45,9612	49,8923	68,9274	50,0000	115,0000	115,0000	115,0000	115,0000	115,0000	88,5000
RJ	84,1388	82,1599	78,9773	89,8276	88,9501	87,8744	80,3059	75,2885	70,5507	77,7236	75,3603	59,0960	76,6059	75,0740	75,0740	75,0000	77,5330	80,8257	66,1872
SP	66,7423	69,0245	66,8269	70,2099	64,7515	70,7899	68,3315	71,1493	78,7135	75,9741	41,9646	49,5918	90,3756	77,7235	90,4969	87,6381	87,2250	92,5354	99,1929
PR	113,5352	108,1606	114,4160	112,2130	93,6870	119,9877	110,4026	103,9864	109,8074	112,4441	110,0312	90,7196	96,0000	87,3550	107,8674	92,9969	83,2641	86,1003	85,8087
SC	104,3452	101,0013	98,8419	96,5813	96,8456	100,3212	108,5049	120,0359	128,3889	131,5672	134,7408	121,4738	119,9755	132,3275	110,0000	110,6541	128,3073	153,1510	153,4123
RS	67,0905	68,3808	69,4933	65,8770	60,8685	66,4721	51,1462	64,2633	61,5452	66,2647	67,7921	63,0025	63,0360	71,7063	72,1304	76,2500	72,3739	75,3498	79,5000
MT+MS	148,1525	144,4585	122,1375	121,0035	95,0450	131,0938	121,9931	121,3940	83,2199	74,3345	79,2794	71,4805	71,4340	70,3621	76,7639	85,5569	82,7401	92,2368	90,0557
GO+TO	61,3675	64,4695	68,2897	65,2047	64,5048	66,8851	71,7890	72,6833	74,9976	89,5714	94,3401	111,6606	72,0000	72,0000	72,0000	66,0000	68,0000	75,0000	77,1534
DF	0,0000	123,6667	0,0000	37,5000	38,4615	45,4545	40,0000	39,8148	39,0909	39,6825	39,6825	65,0317	36,0000	38,8549	38,9268	25,8667	92,1585	60,1467	71,7935

APÊNDICE 8 - Produtividade agrícola: cultura da laranja (mil frutos/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
RO	54,8403	53,7427	52,6636	53,3012	49,3434	48,0524	47,9829	51,1176	51,3994	62,6032
AC	74,3372	69,8791	87,1398	90,1158	100,8932	105,2500	101,4476	106,3394	104,4425	100,4958
AM	101,3904	97,1099	99,9638	88,5398	89,6752	79,5476	81,6198	81,8050	89,8073	72,9346
RR	50,0000	55,0000	28,0000	28,0000	28,0000	14,2810	14,2753	14,2805	14,2356	13,6000
PA	115,1687	114,8239	100,3514	166,1635	127,2763	236,6898	180,0365	178,9109	103,0673	108,5867
AP	40,0000	36,4835	37,4138	46,1333	41,0185	41,3448	48,1864	66,6714	50,5455	38,2267
MA	113,8215	118,3317	117,3823	115,0318	109,9025	109,9302	107,5009	104,5025	105,7975	100,1512
PI	109,8452	102,5739	64,1474	115,7790	117,0328	132,9977	108,6933	125,2695	125,4222	123,2865
CE	50,0000	100,0000	47,0439	62,1103	52,0000	61,8924	54,5367	57,5443	56,4938	55,3870
RN	57,1093	42,7513	35,4742	43,7970	66,9452	58,0244	57,5214	53,8756	52,9364	50,7652
PB	117,3590	95,5517	78,2460	84,7304	77,9261	74,3934	65,2300	73,9423	74,7752	74,1239
PE	63,1178	64,2901	59,5312	60,7694	62,4391	59,4785	55,8831	57,6034	57,6295	54,5354
AL	75,2339	80,1393	62,5788	58,5549	59,3675	59,5359	53,8394	53,0897	54,1673	44,8014
SE	106,1404	106,1447	83,2499	97,8288	103,2360	107,4610	106,8636	109,8930	108,5221	106,9051
BA	89,7570	87,9880	70,8643	68,0000	78,0000	78,0016	70,0935	71,0000	74,0255	73,7146
MG	73,3014	70,1741	64,9872	65,7099	61,3194	61,5173	66,2399	72,7422	63,5572	60,0107
ES	88,4860	75,8908	81,1806	83,4551	82,3715	81,7184	80,8820	80,8177	68,7151	65,6197
RJ	66,8861	63,7750	64,1686	64,6918	64,0245	63,7329	62,4342	63,1948	71,6742	71,2301
SP	104,0053	103,7770	100,0000	110,7464	116,4895	99,1170	107,7098	97,1266	106,1296	100,0553
PR	87,3985	89,9595	83,7528	82,4742	82,9769	83,4065	81,8432	82,0677	92,3305	98,1887
SC	165,5414	160,6214	137,1523	73,0904	74,1174	74,4068	75,0000	108,9275	151,8903	141,0173
RS	87,4541	82,5483	86,4407	86,2373	86,4920	82,4003	89,4339	75,4625	82,9573	80,5915
MT+MS	82,6955	73,8417	80,5689	79,1819	79,9625	73,7955	64,9983	63,8264	65,1129	65,6511
GO+ TO	80,0000	74,7201	77,9640	74,9281	73,8941	76,1940	73,2131	73,3733	73,2452	72,0888
DF	68,6891	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	50,0000	50,6995	50,0000	50,0000

APÊNDICE 8 - Produtividade agrícola: cultura da laranja (mil frutos/ha)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	66,9509	69,3579	71,5020	64,1535	66,4189	49,3834	51,7211	70,0624	63,0812	68,3920	60,6338
AC	100,2750	102,9083	103,1704	107,2112	103,2367	44,8902	40,6615	45,9537	46,3187	45,9896	52,4212
AM	56,7560	34,7072	38,6167	30,4936	29,8637	22,2604	37,4946	40,3293	39,4878	40,5818	32,7480
RR	12,8527	8,8696	0,0000	18,6567	25,0000	9,3563	14,5983	6,2500	28,3375	28,1250	62,5000
PA	129,6361	64,3524	89,6091	99,9286	100,4555	100,5999	97,3778	91,3941	94,1979	89,8346	103,7680
AP	42,2667	49,2763	45,0612	44,7561	44,7241	67,4627	62,2652	59,1133	55,8406	52,7613	64,3652
MA	98,3251	91,7115	93,8808	93,8584	91,8347	44,0824	33,5524	35,7775	37,7799	38,6767	41,4349
PI	122,8206	83,6933	79,1872	112,1019	113,2127	52,1460	72,2414	54,3615	56,3520	55,6800	59,6918
CE	62,6995	70,4549	61,7127	65,1249	59,8693	46,8170	46,8589	51,1056	51,2006	52,1961	59,0408
RN	49,0377	48,2620	43,0472	43,9280	42,4805	44,9231	45,3272	44,4920	44,0415	43,8618	56,6754
PB	75,5443	76,0955	50,4287	53,8995	53,6539	36,8693	41,0685	31,8433	34,3850	37,7058	50,2292
PE	59,0430	56,2384	46,8153	53,5047	52,0848	37,3163	39,1907	36,2354	36,3782	37,2476	27,6360
AL	45,7326	43,9585	47,6372	32,1183	47,5411	48,6486	51,1365	49,3114	49,0064	48,7707	54,9744
SE	124,8801	102,4894	114,3195	106,1803	84,0523	78,8079	103,0267	75,3429	58,5035	61,3181	73,0031
BA	73,1251	76,6857	70,1001	78,2344	78,6751	79,1218	82,6984	75,8881	67,6526	68,8423	109,3270
MG	60,1753	49,3912	66,4148	63,3915	63,8401	60,1866	64,0073	62,6146	62,3081	63,1198	81,9555
ES	65,6049	73,0361	67,6763	70,4024	66,7890	72,6338	67,5965	60,3233	63,9265	65,5638	67,0544
RJ	51,7082	50,9734	49,7523	49,2349	51,8273	64,8326	68,0891	69,2609	74,6405	74,7997	90,9436
SP	100,1136	105,7646	131,2803	103,2596	129,7985	121,8986	128,7783	111,0909	124,8001	145,9999	145,4234
PR	96,0467	91,2875	93,7580	97,7074	104,2659	114,4987	135,7844	136,1934	135,5047	136,5168	137,7926
SC	113,6830	141,6141	147,2822	111,9236	129,0522	52,9233	80,3248	75,2045	64,9193	73,2989	81,2395
RS	76,4335	80,3859	81,9826	80,3110	79,0919	65,8967	76,7067	71,1130	71,5787	73,3648	80,1502
MT+MS	66,5162	59,7722	72,8169	67,9432	71,1751	62,5113	65,8349	62,7382	61,9111	64,8440	69,1935
GO+ TO	54,7090	65,9051	87,0867	88,1549	74,3447	59,1996	74,1421	76,6377	68,6992	83,6943	111,2124
DF	49,2000	22,3233	32,5991	34,4466	53,1712	57,7515	57,7524	89,6578	107,3446	131,5046	141,1990

Fonte: IBGE

APÊNDICE 9 - Produtividade agrícola: cultura da mandioca (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
RO	19,8355	18,5797	18,2854	18,2566	18,4573	17,6637	18,6069	17,5386	17,4419	17,2120	17,2381	22,7423	20,0000	21,3461	13,2808	15,5172	13,7668	15,8750	15,6190
AC	20,3526	18,5480	21,0693	20,7047	21,2195	20,7213	20,2777	21,3318	19,7858	19,9173	20,9861	10,2396	14,2345	13,3251	14,0000	14,0000	15,0000	14,0472	14,5700
AM	19,9839	19,7662	25,7072	22,5315	24,6871	26,6086	26,7603	27,0344	28,3150	29,3524	28,5711	21,7442	21,0000	14,2308	12,2456	12,0001	12,0000	12,0000	12,0000
RR	39,2701	0,0000	0,0000	25,0000	34,0789	34,5604	25,0000	25,0000	25,0000	25,0000	20,0000	10,6934	12,0000	10,2872	11,0859	11,7084	12,3274	11,3230	14,3039
PA	11,3958	11,6155	12,2102	13,3222	14,2353	13,1856	10,4596	11,6568	11,6489	11,5075	10,8809	10,1628	9,8643	10,0999	10,7326	10,7301	10,7150	12,9996	12,1587
AP	9,5053	9,7014	9,9611	9,8507	10,3727	10,4007	10,5113	11,4274	11,3530	11,6260	11,5571	10,5206	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
MA	9,8732	9,3193	11,0391	11,1611	10,6566	10,8850	9,9156	8,9871	9,0518	9,4065	9,1311	8,0514	6,5828	8,4923	8,6765	8,7502	8,5955	8,8817	8,9043
PI	10,8206	10,4295	10,2289	12,5227	11,6023	11,0366	9,5099	11,2266	10,8826	10,4511	8,0641	9,4861	7,5000	7,7813	8,1610	8,9750	8,7688	8,8510	8,0169
CE	13,2790	16,9051	15,5648	16,2582	15,0426	15,5823	15,4666	16,1048	15,5487	15,7218	13,5367	14,2734	8,0000	10,0000	10,0000	10,0000	9,0000	7,0000	7,0000
RN	5,6693	5,6614	5,8999	5,6130	5,0887	4,9491	5,4313	6,2448	6,4132	6,7545	6,4766	6,2524	4,7600	7,9126	7,9420	8,0408	8,3281	8,3993	8,9958
PB	11,4537	10,9831	11,1916	10,6518	10,0666	10,7002	9,1566	10,7772	10,0338	10,0264	10,3827	9,8414	9,8146	8,8340	8,6140	8,7570	9,1073	8,4143	8,4483
PE	9,1558	9,2660	11,0181	10,6263	10,6832	10,1072	9,9942	10,9497	11,3280	12,4264	11,6953	10,6351	10,0000	10,0000	9,6080	10,1513	10,0000	10,4043	8,4001
AL	9,7417	10,6549	10,3775	10,2161	9,4970	9,7727	10,1449	11,4368	11,1870	11,2533	8,3362	10,4974	10,0359	10,2970	9,0000	10,3000	10,3021	10,0000	9,0499
SE	15,4993	15,9615	16,7972	17,1823	16,0541	18,2317	16,9157	16,2944	16,5324	16,4734	17,4741	15,4942	12,0000	12,0000	12,0000	11,0000	12,9020	12,9640	13,8090
BA	14,8419	13,4964	13,2605	13,3721	15,2552	15,6586	15,8589	17,0000	17,2662	17,7650	17,7768	14,0136	16,0000	17,0000	15,0000	15,0000	15,0000	16,0000	16,0000
MG	16,3087	15,9974	16,2333	15,7971	16,0133	15,9888	16,0179	17,0793	17,1254	16,8379	16,6136	14,9112	14,8252	16,3123	15,7908	15,4973	15,0779	14,9729	15,0912
ES	16,4206	16,6010	14,2970	13,3558	13,6416	13,2772	13,8722	13,5971	14,1653	15,6287	16,6735	7,7321	14,0000	14,0000	13,9498	14,0000	14,0000	14,9627	15,0055
RJ	11,4499	11,5996	12,4641	11,1978	11,7449	12,2149	12,9331	12,9326	12,8103	12,4213	12,6264	12,6050	13,1952	13,5000	13,2000	14,4223	14,3025	13,7790	14,0222
SP	18,4645	18,6354	17,5256	19,5620	18,3448	19,6399	18,7517	19,1507	18,8715	18,2790	18,8190	17,3544	18,2815	18,7013	20,6780	21,7125	21,1268	19,8921	18,4955
PR	16,6084	14,8682	16,9560	17,3813	22,8734	22,9528	19,7172	18,1181	21,9529	21,9154	24,0108	20,5702	21,2690	19,6269	18,2000	17,6677	17,4806	18,8883	19,7319
SC	16,3405	16,1598	15,3917	16,2551	16,7819	16,0879	18,7806	21,3267	21,6704	21,1736	21,1267	14,2230	14,9686	16,6489	16,1291	14,9428	15,5835	16,7611	16,3160
RS	10,9653	11,4765	11,9359	12,0085	12,3095	11,7597	12,1034	12,3796	12,4851	12,7837	12,5352	11,8113	11,9480	11,8830	12,0875	11,4881	11,9066	10,8100	11,1709
MT+MS	16,3188	16,5753	19,0418	18,8060	15,9579	17,3405	17,6895	18,7783	21,7046	23,8165	22,8437	17,8427	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,6408
GO+TO	17,3814	16,2932	16,6832	17,0781	16,8304	17,1845	17,4501	17,6073	17,6054	17,3534	17,4004	14,7832	14,0000	14,0000	16,0000	14,0000	13,8000	14,0000	14,3218
DF	0,0000	15,0000	10,0000	20,0000	16,6702	17,7154	16,8000	18,0000	17,9960	17,9637	18,0000	15,0903	5,1503	5,2294	5,1879	10,4610	15,0000	12,0000	11,0000

APÊNDICE 9 - Produtividade agrícola: cultura da mandioca (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	17,5388	17,3966	16,8065	16,8456	16,8613	16,1379	15,5099	15,8009	17,2392	16,3869	16,5061	16,9531	17,0729	17,2921	16,9705	14,3984	14,1606	14,9194	15,6398	15,4887	16,0818
AC	14,7368	15,9946	16,5699	17,8320	17,4526	17,4556	17,7070	18,5385	17,8807	18,5819	18,3856	18,3827	16,8558	17,6493	18,2869	11,4365	11,6455	13,1291	16,7532	16,8560	17,5775
AM	11,5771	11,9983	12,0013	11,9798	12,0001	11,8000	11,8260	11,8584	11,6421	11,6534	12,4583	11,8521	11,6902	11,9697	12,4269	9,1469	9,2396	9,2544	10,1315	10,0512	10,0452
RR	13,1503	13,8457	13,8460	13,8601	13,8459	7,4561	7,4562	15,2036	13,8176	13,8175	12,5481	13,0976	0,0000	11,1838	13,8170	5,6733	13,1860	2,6667	11,7730	12,4468	8,8827
PA	12,3497	12,7760	11,0457	12,3056	13,0242	13,4067	12,6095	12,1164	13,0846	12,2490	12,3360	6,6765	12,8196	12,1800	11,6140	11,7204	13,3885	13,2020	13,6591	13,4956	13,9741
AP	12,0000	8,9270	9,2387	9,4603	10,8239	10,7362	10,3340	10,1408	9,7250	9,6890	9,3840	8,7294	8,9822	9,3839	9,9470	9,3108	9,3413	10,0000	10,0353	9,1171	9,3322
MA	7,9906	7,7614	6,8087	8,0697	6,1740	7,9178	8,1100	7,9439	7,9989	7,7183	8,2637	6,9484	7,7894	8,0999	8,2859	5,7640	5,9449	5,6647	5,8036	6,9681	6,8250
PI	7,3710	8,9351	4,6351	10,9552	15,1464	14,9606	11,2967	11,6422	14,1285	13,4475	12,1088	7,6697	5,4215	9,3413	13,7336	5,8231	10,7440	7,0246	8,0269	11,4195	10,4047
CE	8,0000	7,7353	5,3277	9,2470	8,0044	8,9269	8,4840	8,7101	8,7476	7,9207	8,2383	6,9457	3,0759	7,8691	7,8192	6,5129	6,7167	5,8860	7,4425	8,4754	8,6800
RN	9,1409	9,4240	7,8990	9,1979	10,0252	9,9487	9,5775	9,6285	9,0925	7,4758	9,1599	8,5194	5,9894	9,6592	9,7791	8,8357	8,4197	8,3757	6,8899	8,5305	8,2848
PB	7,4053	8,2395	7,7666	9,1702	9,2644	9,2079	9,0743	9,2810	8,7023	7,3391	8,9220	8,8445	7,3927	9,4483	9,1723	6,4986	7,8743	5,1949	6,9659	8,0454	8,3781
PE	8,6725	9,5310	8,2800	10,1203	10,2017	10,1268	9,7249	9,9903	10,0899	9,3920	9,9488	9,6388	6,6621	9,9167	9,7409	5,9896	5,2782	5,5790	7,2814	8,4722	8,3548
AL	9,4094	10,2125	8,9505	9,4974	9,2189	8,9497	8,6660	9,8500	10,6487	10,2211	10,0963	9,7266	8,8087	12,8572	11,3034	12,9552	11,5908	12,4289	12,1603	14,3082	14,1785
SE	13,0661	14,6257	14,2570	12,8488	13,1490	14,6490	14,3372	12,9360	14,3980	14,8888	15,1257	14,5091	15,9558	15,0387	14,9861	15,0639	14,9868	14,7779	14,0721	14,6911	14,5391
BA	16,0000	12,4000	11,8612	11,9139	13,0000	13,0000	12,5446	12,7368	12,5288	12,6671	12,4074	12,4187	11,0189	11,9051	11,9515	11,8704	12,0318	11,0965	11,8955	12,7310	10,9159
MG	14,8208	13,3660	13,1387	11,6409	12,2851	12,3192	10,3770	11,6175	11,4232	10,8075	12,7610	12,1562	12,6504	12,7347	12,7739	8,0954	11,8602	11,8546	12,1537	12,9362	12,8990
ES	14,5000	17,8628	16,9444	17,3761	16,8123	16,7559	16,2680	16,4496	16,6057	15,6251	16,0112	16,8918	17,0955	16,8050	15,8824	15,8131	15,9110	13,4205	15,1776	15,7049	15,6694
RJ	14,4119	15,2651	15,8178	15,8902	15,4705	15,3596	14,9781	14,4663	16,2526	15,8545	15,9016	14,9023	15,8168	17,5819	15,9381	14,7757	15,8065	16,0141	15,7993	15,3331	14,0580
SP	21,1429	20,9629	21,6998	21,1546	20,3617	20,1469	19,5617	19,9616	21,4409	23,6865	23,3770	23,3393	22,9632	22,5021	23,2586	22,5264	23,0125	21,4050	21,8032	22,3780	24,8441
PR	18,7458	19,5030	19,7939	19,6268	20,0800	19,8135	21,6976	21,7654	20,8511	21,4483	22,0522	22,5269	21,5574	21,6967	21,4892	22,1877	21,3056	20,9074	21,2028	20,6593	20,9159
SC	16,7587	14,4382	13,0139	13,1208	13,3671	14,4341	16,1244	16,7827	17,2802	17,1939	17,3561	17,9175	18,0326	17,5863	17,5573	10,6718	14,7069	16,1686	17,9237	17,8354	18,6649
RS	12,3375	12,2268	12,2067	11,0804	11,8795	11,8607	12,7864	13,5542	13,5713	14,2198	13,4233	14,6195	14,8316	14,9568	14,8374	10,1065	13,6385	13,3285	14,0032	14,3405	14,8176
MT+MS	15,3373	15,0828	14,8986	15,0837	15,8541	17,0466	17,4407	17,3722	16,6475	14,9000	15,7940	15,5879	15,7067	16,4664	16,5771	13,3534	16,5561	16,2086	16,6324	15,4443	15,4256
GO+TO	14,2971	14,0841	14,0815	14,3824	14,2245	14,1410	14,2093	14,4998	14,6914	13,9730	13,9007	14,2161	14,5265	14,7508	14,1793	10,3384	13,7061	14,3432	14,0750	14,8410	13,6927
DF	9,5993	13,0000	8,0000	8,0000	13,0000	11,2718	12,0000	12,0000	12,0000	12,0000	12,0000	11,3292	13,5185	14,4610	12,5450	16,1569	15,2505	14,8632	15,3173	16,4513	15,0000

Fonte: IBGE

APÊNDICE 10 - Produtividade agrícola: cultura do milho (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
RO	0,9514	0,8899	0,8893	0,9725	0,9701	0,7292	0,7282	1,0394	0,7234	0,6102	0,8839	1,6033	1,6774	1,6787	1,6871	1,5000	1,5272	1,4850	1,7060
AC	1,6666	1,5910	1,6088	1,6305	1,5396	1,4749	1,5252	1,4641	1,5332	1,5549	1,5363	1,6187	1,1724	1,1427	1,2000	1,2000	1,1500	1,2000	1,3180
AM	1,4790	1,4945	1,4607	1,4022	1,3488	1,3511	1,3875	1,2023	1,1879	1,2706	1,2215	1,4867	1,4071	1,3552	1,0240	1,0000	1,0000	1,0106	1,2999
RR	0,6865	0,6885	0,5180	0,6906	0,6901	0,6909	0,6908	0,6893	0,6893	0,6897	0,9867	0,9467	1,2000	1,1323	0,9432	1,0195	0,9129	1,0262	0,9565
PA	0,6441	0,6607	0,6924	0,6877	0,6912	0,6991	0,6571	0,7494	0,8255	0,8371	0,8217	0,8602	0,9349	0,8336	0,8563	0,8011	0,8257	0,9476	0,9449
AP	0,5537	0,7657	0,7871	0,8200	0,9803	0,9704	1,0545	1,1010	0,8650	1,1190	1,1983	0,5610	0,8641	0,9369	0,8155	0,7985	0,7891	0,7724	0,7643
MA	0,7791	0,8282	0,8912	0,8826	0,8363	0,8424	0,7216	0,6954	0,6953	0,6998	0,6561	0,6084	0,6000	0,5864	0,5813	0,5963	0,5694	0,5667	0,5458
PI	0,7927	0,9780	0,8285	0,9677	0,7729	0,8979	0,5715	0,7299	0,7322	0,6681	0,4128	0,7580	0,5100	0,7221	0,3600	0,6600	0,5773	0,4435	0,2538
CE	0,7922	0,8844	0,9256	0,9327	0,7501	0,9183	0,6645	0,9591	0,8876	0,8284	0,3015	0,6008	0,4200	0,6000	0,4250	0,6600	0,5400	0,4220	0,2400
RN	0,5879	0,5422	0,5422	0,5543	0,3860	0,5612	0,4463	0,8070	0,6040	0,5011	0,2137	0,5975	0,4383	0,4175	0,2488	0,5068	0,3599	0,1215	0,0434
PB	0,7988	0,7562	0,7095	0,7803	0,7274	0,9050	0,6493	0,9154	0,8115	0,8014	0,4411	0,7091	0,6480	0,5522	0,3616	0,6578	0,5169	0,4023	0,1172
PE	0,8234	0,8024	0,6996	0,7230	0,7277	0,8304	0,6811	0,9447	0,8359	0,8074	0,5053	0,7419	0,7800	0,7300	0,5500	0,7970	0,7080	0,5410	0,3060
AL	0,6714	0,7462	0,6670	0,5124	0,5459	0,5456	0,5525	0,7609	0,5363	0,6266	0,2034	0,5243	0,5046	0,5050	0,3570	0,6046	0,5379	0,4282	0,2651
SE	0,8670	0,6711	0,7402	0,6128	0,7108	0,4593	0,6645	0,7152	0,6828	0,7546	0,3729	0,8299	0,7482	0,7222	0,4800	0,7200	0,5540	0,6470	0,3680
BA	0,9294	0,6825	0,7957	0,6580	0,8086	0,7704	0,9890	0,9643	0,9761	0,9273	0,9451	0,8643	0,8400	0,8117	0,6832	0,6744	0,7381	0,7130	0,6712
MG	1,3942	1,3727	1,3525	1,3250	1,1585	1,4177	1,3148	1,3838	1,3696	1,2672	1,4310	1,3067	1,8051	1,4313	1,3910	1,5237	1,4387	1,6346	1,7250
ES	0,9105	0,8869	0,9027	0,8423	0,9411	1,0037	0,6867	1,0912	1,1268	0,8395	1,2068	1,0695	1,2000	1,1300	0,8300	1,2600	1,2600	1,2300	1,3472
RJ	0,8907	0,8929	0,8579	0,8175	0,7715	0,8362	0,7993	1,0012	0,7937	0,6200	1,1204	0,9986	1,0965	1,0382	0,9000	0,9000	0,8996	1,1885	1,0924
SP	1,5136	1,5538	1,5417	1,5492	1,1264	1,6845	1,7103	1,7452	1,7725	1,6051	1,9514	2,0198	2,0372	1,8987	2,1792	2,2222	1,7498	2,1593	2,3309
PR	1,5363	1,5316	1,5555	1,6103	1,4205	1,6550	1,6445	1,6657	1,7684	1,7470	1,8900	1,8828	1,6839	1,9830	2,2073	2,1500	1,2837	1,9680	2,5350
SC	1,8690	1,9070	1,7988	1,7910	1,7780	1,8362	1,6360	1,8395	1,6689	1,8413	1,9194	1,9501	2,3691	2,2405	2,4398	2,5143	1,5790	1,7625	2,6697
RS	1,3005	1,3772	1,3739	1,3874	1,2489	1,4223	1,3975	1,4328	1,1804	1,2910	1,3739	1,3940	1,4662	1,5532	1,5462	1,6019	1,3192	1,0370	1,6988
MT+MS	1,2069	1,2930	1,4232	1,6402	1,3437	1,3633	1,3328	1,1516	1,2959	1,4837	1,5441	1,5498	1,5742	1,5537	1,5228	1,5580	1,3050	1,4643	1,7221
GO+TO	1,6715	1,6593	1,5360	1,7856	1,6957	1,7401	1,5784	1,5494	1,6527	1,4801	1,4748	1,5691	1,8600	1,9200	1,8600	1,8000	1,3000	2,1200	2,1805
DF	0,0000	1,6579	1,8000	1,5000	1,1923	1,1571	1,2000	1,0800	1,0802	1,0802	1,0800	1,5005	1,2002	1,1133	1,1007	1,1990	1,3000	1,2500	1,4000

APÊNDICE 10 - Produtividade agrícola: cultura do milho (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	1,7053	1,6879	1,4566	1,4748	1,6254	1,7545	1,6213	1,6564	1,6663	1,7477	1,7112	1,7756	1,8142	1,8451	1,8622	1,4377	1,4329	1,5001	1,5999	1,5709	1,6128
AC	1,3515	1,2774	1,1982	1,5334	1,1294	1,2151	1,2382	1,4802	1,5931	1,6340	1,5404	1,7663	1,6764	1,5062	1,5096	1,2534	1,2141	1,2924	1,4489	1,5207	1,5458
AM	1,3001	1,2999	2,1996	1,6063	1,4672	1,7792	1,8152	1,6809	1,3349	1,5814	1,5000	1,9119	1,8881	1,4620	1,5899	1,2634	1,2639	1,3100	1,4551	1,4764	1,4781
RR	1,0747	0,6700	0,3149	0,8291	0,8290	0,6239	0,6306	1,0282	1,0470	0,8997	0,8350	0,7592	0,0000	0,8484	1,2000	1,2543	1,0800	0,9369	1,3000	1,2829	1,5058
PA	0,8727	1,1893	0,9384	1,0959	1,0964	1,1614	1,2097	1,2416	1,3607	1,1676	1,1503	1,1505	1,3077	1,2558	1,3650	1,3717	1,4714	1,3858	1,5367	1,2677	1,5158
AP	0,4953	0,7139	0,6724	0,6209	0,7687	0,6745	1,0177	0,8256	0,7239	0,8354	0,7549	0,7965	0,6369	0,6683	0,5966	1,3692	0,6500	0,7000	0,7077	0,7000	0,7731
MA	0,2911	0,5486	0,2478	0,5792	0,3479	0,5747	0,2188	0,6320	0,5840	0,2722	0,5998	0,3892	0,4450	0,6239	0,5558	0,6087	0,6101	0,4653	0,8124	1,0078	0,9969
PI	0,1647	0,3443	0,1209	0,6008	0,7127	0,7908	0,3196	0,8364	0,8487	0,2222	0,8104	0,1875	0,2504	0,9065	0,8489	0,6560	0,4569	0,2207	0,8470	0,8330	0,5200
CE	0,1800	0,3006	0,1200	0,6085	0,3736	0,5370	0,2607	0,7018	0,4602	0,1916	0,5792	0,2713	0,0691	0,6893	0,7204	0,7791	0,5711	0,1912	0,7477	1,0163	0,3950
RN	0,0848	0,1444	0,0705	0,5288	0,3551	0,4433	0,0994	0,4868	0,3308	0,1228	0,4521	0,2686	0,1160	0,6679	0,6113	0,4806	0,3427	0,1017	0,1259	0,5911	0,0946
PB	0,1228	0,1244	0,1274	0,6659	0,5644	0,5833	0,2091	0,5433	0,4927	0,1551	0,4987	0,3379	0,1843	0,8698	0,6137	0,5789	0,5979	0,0300	0,1084	0,7137	0,0554
PE	0,2247	0,4030	0,1560	0,8300	0,6508	0,7101	0,2488	0,5913	0,5994	0,3307	0,3858	0,1854	0,0169	0,6759	0,5544	0,6378	0,5399	0,1196	0,1438	0,4663	0,0792
AL	0,4356	0,3518	0,3794	0,4962	0,4630	0,4026	0,2655	0,3741	0,3536	0,3991	0,3976	0,3081	0,0926	0,4413	0,3553	0,3836	0,4501	0,3397	0,3244	0,5894	0,3798
SE	0,2978	0,8581	0,5118	0,8626	1,0411	0,9903	0,6478	0,8290	0,9757	0,3738	0,6081	0,2908	0,2242	0,9019	0,7312	1,1514	1,0630	0,9741	1,3495	1,0073	0,4991
BA	0,3152	0,4600	0,3354	0,3300	0,8687	0,6407	0,2383	0,5929	0,4963	0,3036	0,7621	0,8674	0,9698	0,9547	1,3442	1,1948	1,5420	1,2115	1,3405	1,9600	1,4402
MG	1,7244	1,8321	1,8883	1,6616	2,0041	2,0773	2,0861	2,1348	2,2247	1,5793	2,3930	2,4297	2,5706	2,4702	2,5015	2,5724	2,9421	2,9368	3,0443	3,4116	3,3047
ES	1,5600	1,5855	1,4223	1,5983	1,7679	1,9412	2,0067	1,8310	1,9912	1,5728	2,4861	2,2011	2,4676	2,0120	1,1990	2,2389	2,3514	2,2457	2,3865	2,4688	2,4641
RJ	1,1674	1,3655	1,4522	1,4220	1,5293	1,5496	1,4754	1,6559	1,7398	0,9484	1,7401	1,8556	1,9463	1,8398	1,3279	1,9330	2,0163	1,9653	1,9364	1,9569	1,8656
SP	2,3396	2,5493	2,5998	2,3370	2,5248	2,4169	2,6999	2,8663	2,8365	2,4029	2,8113	2,6015	2,7307	2,4440	3,3582	3,0673	3,2396	3,3235	3,1346	2,8220	3,7416
PR	2,4806	2,3850	2,1250	2,2068	2,4878	1,8874	2,6851	2,4480	2,4780	2,4701	1,9770	2,8427	2,9976	2,8599	3,3294	3,2295	3,0965	3,5579	3,4636	2,7582	4,4889
SC	2,7501	2,3712	1,5881	2,5009	2,3163	2,1119	2,4035	2,4003	2,6773	2,6360	1,4441	2,9993	3,1383	3,2089	3,4394	3,0425	3,5930	3,3639	3,4427	4,1201	4,4044
RS	2,0942	1,6996	1,7846	1,8943	2,0394	1,2702	1,9809	1,5674	2,2793	2,4024	1,0998	2,7539	2,6434	2,7598	3,1508	1,7614	2,4758	2,8631	2,1561	2,5597	3,6601
MT+MS	1,7206	1,7470	1,7167	1,7456	1,9107	1,9433	2,4194	2,3489	2,5883	2,2412	2,5887	2,3954	2,5408	2,4157	2,8035	3,0064	3,0399	2,7267	2,8775	2,3228	3,6092
GO+TO	1,9454	2,1794	2,1834	2,2135	2,3031	2,6612	2,6212	2,6906	3,2247	1,9585	3,1174	3,2549	3,3011	3,3164	3,7548	3,7600	3,8334	3,6258	3,9231	4,1832	4,3837
DF	1,2356	1,5018	1,5770	1,5613	1,8000	3,1411	3,6920	3,3280	3,4440	2,7000	3,7250	3,5320	3,7790	4,1200	4,4186	4,0997	4,8110	4,6977	4,6614	5,1156	4,2699

Fonte: IBGE

APÊNDICE 11 - Produtividade agrícola: cultura do soja (toneladas/ha)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
RO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AM	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AP	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,7188	2,0000	1,2000
PI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2700	0,2222	0,0000
CE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PB	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BA	0,9542	1,4545	1,7428	1,4571	2,0472	2,0705	2,0751	1,9087	0,4881	1,5333	1,5625	1,7895	1,2395	0,9366	0,9000	1,1693	1,5715	1,4738	1,1668
MG	0,4922	0,5387	0,4834	0,3583	0,4184	0,4351	0,3547	0,9407	1,0557	0,8613	1,1438	1,5923	1,2000	1,1530	1,3245	1,0578	1,2228	1,6649	1,7830
ES	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8779	1,3009	1,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RJ	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SP	1,1667	1,2008	1,1468	1,1621	1,0651	1,4559	1,4835	1,3812	1,3470	1,2948	1,4494	1,6383	1,5582	1,7331	1,9416	1,7093	1,3341	1,5834	1,9599
PR	1,4556	1,4005	1,3231	1,3481	1,0943	1,2858	1,5275	1,3659	1,3647	1,2389	1,2097	1,6222	1,9320	2,2213	2,1600	2,1364	1,3413	1,7091	2,2400
SC	1,6941	1,6786	1,7147	1,5469	1,5766	1,5015	1,3325	1,2513	1,2885	0,9876	0,8035	1,2107	1,1822	1,2924	1,2078	1,3586	0,8676	0,8942	1,3812
RS	1,1824	1,1118	1,0877	0,9263	0,8249	1,1985	1,1610	1,1221	0,7766	1,1469	1,1212	1,2951	1,3971	1,5060	1,5495	1,6269	1,2168	0,9003	1,4388
MT+MS	0,9211	1,4242	0,8513	1,0912	1,0313	0,9391	1,3003	1,1568	1,2752	1,0772	1,5485	1,1953	1,7557	1,4033	1,5196	1,6870	0,9590	1,4243	1,6411
GO+TO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2022	1,2452	1,5051	0,9000	1,3200	1,4800	1,3200	1,0400	1,8500	1,8523
DF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,7692	0,0000	1,1852	1,0000	1,7971	1,8595	1,9249

APÊNDICE 11 - Produtividade agrícola: cultura do soja (toneladas/ha)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
RO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8348	1,4500	2,0918	2,0922	1,9967	1,9940	2,0553	2,3797	2,1113	2,3819	2,4000	1,8924	1,9756	2,0008	2,0641	3,0697	3,1406
AC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,5000	2,5000	0,0000	0,0000
AM	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5102	0,5000	0,7495	1,3748	1,3472	1,3167
RR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,3530	1,3228	1,3734	1,1694	2,2796
AP	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,7674	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MA	1,6970	2,0000	1,1326	1,7837	1,1086	1,5653	1,0259	1,8041	1,7009	0,2729	1,7529	1,1376	2,0214	2,2360	1,8517	2,1568	2,0182	1,9840	2,4504	2,5447	2,3008
PI	0,0000	2,0000	0,0000	1,4304	1,3138	1,4595	0,0000	0,6000	1,6576	0,5808	1,5000	0,4522	1,6704	1,6051	1,5800	2,3451	2,1576	1,8365	2,5682	2,5238	2,0455
CE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,0000	2,2222	2,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PB	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4444	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,3889	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,4507	1,0450	1,1711	1,1517	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,6865	1,4663	0,9882	1,5000	1,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BA	0,3308	0,3000	0,6000	1,3005	1,2000	1,4110	0,8688	1,5029	1,5054	0,6122	2,1000	1,5000	1,5543	2,0122	2,2800	1,6161	2,2200	2,1456	1,9828	2,4001	2,0400
MG	1,4729	1,7022	1,8525	1,6677	1,9742	1,8167	1,9126	1,9246	1,9908	1,3410	2,0481	2,0618	1,9878	2,1453	1,9869	1,9322	2,1908	2,2687	2,3277	2,3978	2,1989
ES	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RJ	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SP	1,9006	1,9250	2,0553	1,8021	1,9263	1,9288	2,0000	1,9549	2,2785	1,6700	1,9534	1,8336	1,9922	2,2222	2,2368	2,1900	2,4500	1,9497	2,7301	2,2245	2,5579
PR	2,1989	2,0001	2,1340	1,8922	2,0092	1,4900	2,2177	2,2470	2,0964	2,0487	1,7839	1,9001	2,2975	2,4664	2,5810	2,6984	2,5785	2,5564	2,7808	2,5152	3,0571
SC	1,3396	1,1996	1,1278	1,3700	1,3422	1,3021	1,2586	1,3448	1,5136	1,4525	0,9312	1,7896	1,9763	1,9991	2,1719	2,4191	2,4029	2,3537	2,1382	2,4701	2,6870
RS	1,5953	1,1924	1,5484	1,4870	1,5704	1,0080	1,5821	1,0570	1,7159	1,7939	0,7089	1,9612	1,9710	1,7061	1,9438	1,6629	1,6158	2,0346	1,4624	1,5786	2,3356
MT+MS	1,7523	1,8351	1,9657	1,7780	2,0041	1,8339	2,0787	2,0737	2,2137	1,7974	2,1195	2,2896	2,3285	2,4660	2,2978	2,5239	2,6786	2,5385	2,7687	2,8061	3,0213
GO+TO	1,3201	1,7678	1,8698	1,4564	1,8472	1,8147	1,9535	1,9366	2,0741	1,2537	2,0735	2,1734	2,0300	2,0687	1,9040	2,2201	2,3757	2,4533	2,5578	2,7355	2,6158
DF	1,6700	1,9030	2,0000	1,7330	2,0280	1,7160	2,0530	1,9150	2,1830	1,4870	2,3480	2,2100	2,1260	2,1600	1,9669	1,9306	2,2931	2,4244	2,3117	2,7670	2,0526

Fonte: IBGE

APÊNDICE 12- Dados sobre a Taxa de Crescimento dos Anos de Escolaridade do Trabalhador da Agropecuária

ESTADOS	Taxa de Crescimento: 1975-2002	Taxa de Crescimento: 1980-2002
RO	0,091	0,086
AC	0,071	0,081
AM	0,072	0,082
RR	0,080	0,077
PA	0,056	0,060
AP	0,082	0,093
MA	0,058	0,065
PI	0,059	0,064
CE	0,066	0,075
RN	0,084	0,097
PB	0,053	0,059
PE	0,076	0,086
AL	0,062	0,070
SE	0,069	0,076
BA	0,069	0,079
MG	0,093	0,095
ES	0,088	0,081
RJ	0,087	0,081
SP	0,104	0,104
PR	0,103	0,102
SC	0,071	0,076
RS	0,074	0,067
MT	0,104	0,105
GOs	0,113	0,120
DF	0,117	0,118

Fonte: valores calculados a partir dos dados de Freitas et. al. (2004)

**APÊNDICE 13 – Dados sobre deficiência
hídrica: média aritmética**

RO	57,4
AC	61,8
AM	284,8
RR	733,4
PA	266
AP	299
MA	402,7
PI	506,4
CE	843,9
RN	605,2
PB	931,6
PE	454,2
AL	731
SE	327,3
BA	311,6
MG	174,8
ES	153,2
RJ	112,5
SP	78,8
PR	64,4
SC	0
MT	3,1
GO	71
DF	252,2