Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Dinâmica e convergência da produtividade total dos fatores na agropecuária brasileira entre 1975 e 2006

Luis Gustavo Baricelo

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2019

Luis Gustavo Baricelo
Bacharel em Ciências Econômicas

Dinâmica e convergência da produtividade total dos fatores na agropecuária brasileira entre 1975 e 2006

Orientador:
Prof. Dr. **CARLOS EDUARDO DE FREITAS VIAN**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Baricelo, Luis Gustavo

Dinâmica e convergência da produtividade total dos fatores na agropecuária brasileira entre 1975 e 2006 / Luis Gustavo Baricelo. - - Piracicaba, 2019.

84 p.

Tese (Doutorado)- - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Convergência beta 2. Convergência sigma 3. Produtividade total dos fatores 4. Dinâmica produtiva. . I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, Luis Gonzaga e Márcia, à minha irmã, Ana Cláudia, e à minha noiva, Miriam.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor, por me conceder mais do que almejava e por mostrar, dia a dia, que Suas promessas são cumpridas.

Aos meus pais, Luis Gonzagae Márcia, por todo amor, carinho e comprrensão nessa jornada, desde a graduação até a conclusão do doutorado. Tenham certeza que foram fundamentais nesse processo e serei eternamente grato. Agradeço, também, à minha irmã Ana Cláudia por seu carinho, companhia, por aguentar minhas crises de "stress" e por todo apoio.

À minha noiva, Miriam, que sempre essteve ao meu lado, nos bons momentos e nos dificeis também. Agradeço suas palavras de apoio, as correções, dedicação, compreensão e paciência. A você, aos meus pais e à minha irmã ficam o meu carinho e o pedido de desculpas, por diversos momentos de ausência.

Ao meu orientador, Professor Dr. Carlos Eduardo de Freitas Vian, não apenas pelas inúmeras correções, sugestões, críticas construtivas e debates em aula e fora dela, mas pela amizade construída ao longo de seis anos e por se tornar uma referência profissional e de ser humano para mim.

Aos professores do doutorado em Economia Aplicad pelos valiosos ensinamentos. Aqui aproveito para agradecer à minha tutora do PAE, professora Dra Eliana Tadeu Terci a qual me acolheu não apenas como estagiário, mas como um futuro docente, permitindo um trabalho em dupla na disciplina de Formação Econômica do Brasil do curso de Ciências Econômicas da ESALQ.

Sou grato aos professores que compuseram a banca de qualificação da tese: José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, Sebastião Guedes e Sílvia Helena Galvão de Miranda. Os comentários, críticas, sugestões e correções de rota daquele trabalho preliminar foram de suma importância para a evolução dele, até chegar a presente tese.

Agradeço à banca julgadora composta pela professora Sílvia Helena Galvão de Miranda, pela qual possuo grande respeito e admiração pelo trabalho e pela forma de fazer críticas construtivas, instigando o pesquisador.. Professor Andre Luiz Correa, o qual tenho desde minha graduação, grande respeito pelo trabalho, à dedicação ao ensino e à pesquisa, sempre muito solícito. Finalmente ao Professor José Garcia Gasques por gentilmente aceitar compor a banca de defesa, para mim é motivo de horna ter um dos mais conceituados pesquisadores da área de produtivdade como avaliador. Aos três professores, meus sinceros agradecimentos que se estendem aos membros suplentes, professores Joaquim Bento, Sebasião Guedes e Lucílio Alves.

A todos os colegas da ESALQ, mas especialmente aos amigos da turma de doutorado: Ansu, Letícia, Tiago, Rodrigo, Talita, Carina, Karina, Carlos Amorim, Nicole, Leandro, Vinicius, Daiana, André, Julyerme, Mari Santos, Mirian, Daniel e Marcos. Agradeço pelas horas de estudos juntos, comemorações de artigos aprovados, conselhos, confraternizações e por estarem sempre presentes. A convivência com vocês muito me ensinou e me fez uma pessoa melhor.

Fica aqui um agradecimento adicional ao Rodrigo Peixoto da Silva pela longa amizade, desde a graduação, se estendendo pelo mestrado e doutorado, pelo trabalho em equipe, pela leitura atenciosa de diversas etapas dessa tese e, principalmente, pela bela amizade construída. Agradeço também ao Gustavo Giachini, grande amigo que o doutorado me proporcionou, pelas inúmeras viagens de Bocaina até Piracicaba e pelas infindáveis conversas.

Às instituições de ensino superior onde pude, durante o doutorado, lecionar: Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Universidade Estadual Paulista (UNESP – Araraquara) e, atualmente, Instituição Toledo de Ensino (ITE – Bauru).

Essa pesquisa foi financiada com recursos provenientes da CAPES, código 001. Agradeço à instituição pelo auxílio financeiro durante a realização do trabalho.

BIOGRAFIA

Luis Gustavo Baricelo graduou-se em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquista Filho" em 2011. Obteve em 2014 o título de mestre em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo, campus Piracicaba. Sua dissertação versou sobre o desenvolvimento da indústria de máquinas agrícolas nos Estados Unidos e no Brasil. A pesquisa gerou trabalhos subsequentes, sendo que o artigo "Estoque brasileiro de tratores agrícolas : evolução e estimativas de 1960 a 2016", no qual participo como co-autor, foi agraciado em 2018 com a Medalha Ruy Miller Paiva concedida pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo. Suas pesquisas se concentram nos temas relacionados à tecnologia no meio agropecuário e, na presente tese, sobre a dinâmica da produtividade intersetorial da agropecuária brasileira. Profissionalmente atua, desde 2014, como professor universitário.

SUMÁRIO

RESUMO **8**
ABSTRACT **9**
LISTA DE FIGURAS **10**
LISTA DE TABELAS **11**
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS **12**
1. INTRODUÇÃO **13**
2. REFERENCIAL TEÓRICO **17**
2.1. TEORIAS SOBRE DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE 17
2.2. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS TEORIAS 22
3. DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA **25**
3.1. BREVE PANORAMA HISTÓRICO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA BRASILEIRA 25
3.2. ESTUDOS SOBRE PRODUTIVIDADE APLICADOS À AGROPECUÁRIA 28
3.3. EVOLUÇÃO DA PTF DOS ESTADOS BRASILEIROS AO LONGO DOS ANOS CENSITÁRIOS 35
4. METODOLOGIA **51**
4.1. MODELOS DE CONVERGÊNCIA E A ABORDAGEM ECONOMÉTRICA 51
4.2. FONTE DOS DADOS E TRATAMENTOS REALIZADOS 55
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES **57**
5.1. RESULTADO DOS TESTES DE CONVERGÊNCIA-Σ, CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA E CONDICIONAL 57
5.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 68
6. CONCLUSÃO **73**
REFERÊNCIAS **76**
APÊNDICES **82**

RESUMO

Dinâmica e convergência da produtividade total dos fatores da agropecuária brasileira entre 1975 e 2006

A Produtividade Total dos Fatores da agropecuária brasieleira cresceu a uma taxa média de 2,2% ao ano entre 1975 e 2006, entretanto esse cresceimento não ocorreu de forma homogênea entre os estados que compõem o país. Enquanto alguns estados além de terem taxas consistentes de crescimento, por vezes acima da média nacional, outros tiveram um trajetória que oscilava entre momentos de crescimento e estagnação. Tendo em vista essas diferenças na trajetória estadual da produtividade, o objetivo do trabalho é compreender a dinâmica do crescimento da PTF agropecuária brasileira e testar a hipótese das convergências sigma e beta – absolutae condicional - a um nível geográfico interestadual entre os anos censitários de 1975 e 2006. Para atingir tal objetivo foi utilizado um modelo de regressão linear simples, para o teste da convergência sigma, e um modelo de dados em painel para os casos da convergência beta. Os resultados obtidos não identificaram convergência sigma, indicando um aumento da dispersão da produtividade interestadual, mas há evidências de convergência beta, tanto absoluta quanto condicional, sendo que o tempo de meia-vida para convergência variou entre 168 anos, no caso absoluto, e 172 anos, no caso condicional. A partir dos resultados argumenta-se que o longo período temporal necessário para a convergência beta não consegue ser compreendido sem que se leve em consideração o aumento da dispersão do nível da PTF, evidenciada pela não convergência sigma, pela própria dinâmica da produtividade interestadual e por fatores exógenos, como a condução da política agrícola durante o período em análise.

Palavras-chave: Convergência beta; Convergência sigma; Produtividade total dos fatores ; dinâmica produtiva

ABSTRACT

Dynamics and convergence of total factor productivity in Brazilian farming from 1975 to 2006

Brazilian farming total factor productivity grew at an average rate of 2.2% per year from 1975 to 2006, however this growth did not occur in a homogeneous way among the states. While some states besides having consistent rates of growth, sometimes above the national average, others had a trajectory that oscillated between moments of growth and stagnation. In view of these differences in the state productivity trajectory, the objective of this work is to understand the dynamics of the growth of Brazilian agricultural TFP and testing the hypothesis of sigma and beta - absolute and conditional – convergences at a geographical interstate level between. To achieve this objective, a simple linear regression model was used for the sigma convergence test and a panel data model for the cases of beta convergence. The results obtained did not identify sigma convergence, indicating an increase in the dispersion of interstate productivity, but there is evidence of beta convergence, both absolute and conditional, and the half-life for convergence varied between 168 years in the absolute case and 172 years, in the conditional case. From the results it is argued that the long time period required for the beta convergence can't be understood without taking into account the increased dispersion of the TFP level, evidenced by sigma non convergence, by the interstate productivity dynamics itself and by exogenous factors such as the conduct of agricultural policy during the period under review.

Keywords: Beta convergence; Sigma convergence; Total factor productivity; Productive dynamics

.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. RESUMO DAS TEORIAS 24

FIGURA 2. DESIGUALDADE PRODUTIVA VERSUS PRODUTIVIDADE DO TRABALHO 32

FIGURA 3. COMPARÇÃO POR REGIÕES BRASILEIRAS DO ÍNDICE DE DESIGUALDADE PRODUTIVA VERSUS O VALOR ADICIONADO POR POPULAÇÃO OCUPADA (INDICADORES PADRONIZADOS) 33

FIGURA 4. SÍNTESE DOS PRINCIPAIS TRABALHOS APLICADOS À CONVERGÊNCIA E A PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA 34

FIGURA 5. TAXA MÉDIA ANUAL DE CRESCIMENTO DA PTF DOS ESTADOS BRASILEIROS (1975-2006) 37

FIGURA 6. EVOLUÇÃO INTERESTADUAL DO NÍVEL NORMALIZADO DA PTF ENTRE OS CENSOS AGROPECUÁRIOS DE 1975 E 1980 38

FIGURA 7. EVOLUÇÃO INTERSETADUAL DO NÍVEL NORMALIZADO DA PTF ENTRE OS CENSOS AGROPECUÁRIOSDE 1980 E 1985 38

FIGURA 8. EVOLUÇÃO INTERESTADUAL DO NÍVEL NORMALIZADO DA PTF ENTRE OS CENSOS AGROPECUÁRIOSDE 1985 E 1995 39

FIGURA 9. EVOLUÇÃO INTERESTADUAL DO NÍVEL NORMALIZADO DA PTF ENTRE OS CENSOS AGROPECUÁRIOS DE 1995 E 2006 39

FIGURA 10. EVOLUÇÃO DO INDICADOR DA TAXA DE CRESCIMENTO INTERESTADUAL DA PTF ENTRE 1975-2006 42

FIGURA 11. LOGARITMO DO CRÉDITO RURAL TOTAL PARA O PERÍODO 1975-2006 47

FIGURA 12. LOGARITMO NATURAL DA VARIÂNCIA E DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO NÍVEL DA PTF ENTRE 1975 E 2006 57

FIGURA 13. ANÁLISE GRÁFICA DA CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA ENTRE OS ESTADOS BRASILEIROS 1975-2006 59

FIGURA 14. ANÁLISE GRÁFICA DA CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA ENTRE OS ESTADOS BRASILEIROS NO SUBPERÍODO 1975-1980 60

FIGURA 15. ANÁLISE GRÁFICA DA CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA ENTRE OS ESTADOS BRASILEIROS NO SUBPERÍODO 1980-1985 60

FIGURA 16. ANÁLISE GRÁFICA DA CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA ENTRE OS ESTADOS BRASILEIROS NO SUBPERÍODO 1985-1995 61

FIGURA 17. ANÁLISE GRÁFICA DA CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA ENTRE OS ESTADOS BRASILEIROS NO SUBPERÍODO 1995-2006 61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. PTF E INTENSIDADE TECNOLÓGICA DAS PROPRIEDADES AGROPECUÁRIAS SEGUNDO CENSO (2006) 31

TABELA 2. PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES PARA O BRASIL E ESTADOS BRASILEIROS (1970 – 2006) 36

TABELA 3. VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO (EM %) POR ESTADO E TIPO DA ATIVIDADE EM 1975. 44

TABELA 4. VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO (EM %) POR ESTADO E TIPO DE ATIVIDADE EM 2006 45

TABELA 5. RESULTADOS DA REGRESSÃO PARA CONVERGÊNCIA-Σ 58

TABELA 6. RESULTADOS DO MODELO DE CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA UTILIZANDO MODELO DE DADOS EMPILHADOS 62

TABELA 7. RESULTADOS DO MODELO DE CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA COM BINÁRIAS TEMPORAIS PELO MÉTODO DE DADOS EMPILHADOS 63

TABELA 8. TESTE DE CHOW E TESTE DE HAUSMAN PARA DIAGNÓSTICO DE MODELO PARA DADOS EM PAINEL 64

TABELA 9. RESULTADOS DO MODELO DE CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA PELO MÉTODO DE EFEITOS FIXOS 64

TABELA 10. RESULTADOS DO MODELO DE CONVERGÊNCIA-B ABSOLUTA COM BINÁRIAS TEMPORAIS PELO MÉTODO DE EFEITOS FIXOS 65

TABELA 11. RESULTADOS DO MODELO DE CONVERGÊNCIA-B CONDICIONAL PELO MÉTODO DE EFEITOS FIXOS 66

TABELA 12. TESTE DO FATOR DE INFLAÇÃO DA VARIÂNCIA (FIV) 67

TABELA 13. TAXA ANUAL DE CONVERGÊNCIA E TEMPO DE MEIA-VIDA DO PROCESSO DE CONVERGÊNCIA DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (1975-2006) 67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEPAL	Comissão Econômica para América Latina e Caribe
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PTF	Produtividade Total dos Fatores
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural

1. INTRODUÇÃO

A temática da produtividade permeia os estudos econômicos tanto em nível macroeconômico quanto microeconômico. O interesse se justifica porque oscilações na produtividade podem interferir em variáveis importantes, tais como o nível geral de preços, salários e eficiência produtiva. Para o setor agropecuário o interesse em estudar a produtividade tem aumentado em virtude da pressão de demanda por alimentos e fibras, além do mais garantir aumentos de produtividade auxilia no processo de desenvolvimento de outros setores, como o industrial, essa interação entre produtividade na agricultura e desnvolvimento dos demais setores ainda é um tema caro para vários países pobres e/ou em desenvolvimento (LUDENA, 2010).

Segundo Alves (2010) há pelo menos duas formas de se mensurar a produtividade de um setor econômico, as medidas podem levar em consideração apenas um fator de produção, ou, um conjunto mais amplo de insumos utilizados setorialmente. O primeiro caso refere-se às medidas parciais de produtividade que podem ser exemplificadas com a produtividade da terra, do trabalho e do capital. Já o segundo grupo é deonominado de indicadores de produtividade total cujo índice mais conhecido é o da Produtividade Total dos Fatores (PTF). Alves (2010) afirma que a PTF é uma medida mais apurada porque teoricamente leva em consideração todos os fatores de produção e insumos utilizados na produção agropecuária. Para o cálculo da PTF dispõe-se de métodos paramétricos e não paramétricos. A primeira metodologia aborda casos como a estimação conhecida por "resíduo de Solow", método da fronteira estocástica e análise envoltória de dados, enquanto a segunda baseia-se fundamentalmente nos índices de Tornqvist e Malmqvyst.

O relatório da OCDE (2011) demonstrou crescimento do número de trabalhos acadêmicos que utilizam a PTF ao invés de indicadores parciais de produtividade. Esse aumento é ratificado por Alston, Babcock e Pardey (2010) que organizaram um trabalho com estimações da PTF com dados da Austrália, Nova Zelândia, Canadá, Reino Unido, Estados Unidos, China, diversos países da ex União Soviética, da Europa oriental., Índia, Indonésia, África do Sul e Argentina. Alston, Babcock e Pardey (2010) e OCDE (2011) apontaram que a taxa de cresciento da PTF da agropecuária dos países em desenvolvimento foi superior a dos países desenvolvidos, além de que alguns desses países tiveram crescimento à taxas decrescentes da produtividade. O caso mais explorado por Alston, Babcock e Pardey (2010) foi o da França que obteve crescimento de 1,5% ao ano entre 1960-1979, 1,1% ao ano entre 1979-1996 e 0,6% entre 1990-2006. A explicação de Alston, Babcock e Pardey (2010) aponta que a causa dessa desaceleração do crescimento foi causada pela redução na eficiência do capital utilizado na agricultura francesa.

Ludena (2010) destacou que, ao contrário do que ocorreu na França, os países latinoamericanos apresentaram crescimentos expressivos da PTF agropecuária e entre eles o Brasil foi que obteve as maiores taxas de crescimento durante o século XX. Gasques et al (2010) demonstraram que no período 1970-2006 a agropecuária brasileira obteve aumentos da PTF da ordem de 124% o que representou aumento da produção, mas utilizando menos insumos, principalmente terra e trabalho. Com um crescimento tão expressivo da produtividade questionou-se se a agropecuária brasileira não seguiria um rumo semelhante à francesa. O trabalho de Gaseques et al. (2016) descartou a hipótese do decrescimento da PTF da agropecuária brasileira, ao menos entre 1975-2014, período analisado pelos autores. Outro fator positivo da produtividade agrícola do Brasill foi levantado pelo estudo de Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) que encontraram evidências de redução da disparidade produtiva entre a PTF agrícola do Brasil e a dos Estados Unidos.

Entretanto o mesmo estudo de Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) apontou que, segundo dados do Censo Agropecuário (2006), mais de 50% dos estabelecimentos rurais no ano de 2006 não obtiveram renda líquida positiva. Alves (2010) demonstrou que um cenário de renda líquida negativa só poderia ocorrer se, e apenas se, os estabelecimentos não conseguissem ter Produtividade Total dos Fatores superior à unidade, ou seja, se seus custos excederem as receitas obtidas no ano corrente. A conclusão de Vieira Fillho, Santos e Fornazier (2013) foi a de que, apesar do Brasil estar fechando a brecha de produtividade em relação a outros países ainda haveriam grandes lacunas interestaduais de produtividade e que essas mereceriam ser melhor estudadas, bem como políticas públicas deveriam ser pensadas para agilizar a redução das diferenças. Ainda na visão desses autores, uma agenda de pesquisa útil seria a de realizar um estudo que avaliasse, utilizando uma série temporal mais longa, a tendência interestadual da Produtividade Total dos Fatores da agropecuária brasileira, se de convergência ou não.

Os dados da PTF interestadual publicados por Gasques et al (2010) revelam uma heterogeneidade muito grande na velocidade de crescimento entre os estados brasileiros durante o período 1970-2006. O estado do Mato Grosso aumentou em 418% sua PTF no referido período, São Paulo obteve aumento de 84% e o estado do Amazonas declinou 28% no mesmo período. Um outro grupo de estados apresentou uma trajetória oscilante, com elevações e quedas ao longo dos anos, entre eles se destacam a Bahia, Pará e Acre. Diante dessas disparidades cabe investigar se a trajetória interestadual da Produtividade Total da agropecuária brasileira tendeu a uma convergência.

Alguns trabalhos, como o de Lopes (2004), Barreto e Almeida (2009) e Raiher et al. (2016) investigaram a hipótese da convergência da produtividade no setor agropecuário brasileiro, mas nenhum deles utilizou um indicardor de produtividade total. Já Afonso (2017) testou a hipótese da convergência na agropecuária utilizando a PTF construído pela própria autora através do índice de Tornqvist para um período histórico recente, entre 1990 e 2014. Há portanto lacunas a serem cobertas nos estudos sobre convergência da produtividade na agropecuária brasileira. A primeira delas é a de adensar a discussão sobre a hipótese da convergência utilizando indicadores de produtividade total, uma segunda lacuna refere-se ao período temporal analisado, uma vez que o trabalho mais recente sobre o tema analisou o período 1990-2014, mas há dados publicados sobre a PTF agropecuária para os períodos censitários desde 1970 o que geraria um complemento as análises de Afonso (2017). Ao retroceder o período de análise encontra-se uma terceira justificativa para o estudo, porque entre 1970 e 2006, período com dados disponíveis pelo trabalho de Gasques et al. (2010), abrangem-se momentos históricos com profundas alterações nas na dinâmica produtiva da agropecuária e na condução das políticas macroeconômicas e agrícolas.

Essa tese tem como objetivo geral compreender a dinâmica da Produtividade Total dos Fatores da agropecuária brasileira no período 1975-2006. Para atingir o objetivo geral foram colocados três objetivos específicos:

a) Sistematizar uma revisão bibliográfica sobre as teorias econômicas que estudaram a dinâmica da produtividade tentando encontrar pontos em comum entre elas smepre que possivel, bem como salientar as diferenças entre as teorias quando necessário.
b) Organizar os trabalhos aplicados à convergência da produtividade no setor agrícola e/ou agropecuário no Brasil, partindo daqueles que estudaram o tema através de indicadores parciais até trabalhos mais recentes utilizando os índices de produtividade total.
c) Testar a hipótese da convergência no setor agropecuário brasileiro entre 1975 e 2006

A tese está organizada em mais cinco capítulos, além dessa introdução, de forma com que cumpram os objetivos específicos listados anteriormente. No Capítulo 2 são discutidas as principais teorias sobre produtividade,

ressaltando os pontos de concordância e discordância entre os autores a respeito do tema. Para facilitar a compreensão do aparato teórico será acrescentado ao final do capítulo um quadro resumo das teorias apresentadas.Argumenta-se, ao final do capítulo, a importância da pluralidade teórica para melhor compreensão da dinâmica da produtividade brasileira e reforça-se o argumento de que as teorias podem trazer visões complementares entre si, úteis nas explicações posteriores.

O terceiro capítulo divide-se em três partes, sendo a primeira uma breve contextualização histórica da agropecuária brasileira. Na segunda seção elabora-se uma revisão bibliográfica de trabalhos aplicados ao tema da convergência no setor agropecuário brasileiro, desde os que utilizaram a produtividade parcial como forma de mensuração até o trabalho de Afonso (2017) que utilizou a PTF. Assim como no primeiro capítulo, resumem-se os principais trabalhos sobre o tema em um quadro para melhor visualização do leitor. Já na terceira parte do capítulo faz-se um esforço qualitativo, a paritir dos dados de Gasques et al (2010), para compreender a dinâmica da produtividade total dos fatores na agropecuária brasileira entre 1975-2010. Figuras e tabelas serão apresentadas para elucidar essa dinâmica e, até mesmo, ganhar intuição sobre a hipótese da convergência.

O quarto capítulo apresenta a metodologia utilizada para o teste da hipótese da convergência, a fonte dos dados utilizados e os tratamentos realizados com eles. Por sua vez o quinto capítulo primeiramente expõe os resultados econométricos obtidos e explora a consistência e robustez dos modelos estimados. Num segundo momento os resultados obtidos são comparados aos estudos previamente citados e busca-se compreender as estimativas obtidas não apenas com base no ferramental econométrico, mas aglutinando a ele explicações de cunho histórico e qualitativo. Nesse ponto as teorias apresentadas no capítulo 2 são retomadas na tentativa de explicar os resultados obtidos, entre eles o interessante caso de convergência da PTF da agropecuária brasileira, que apresenta convergência da taxa de crescimento interestadual, apesar de uma maior dispersão em termos do nível da produtividade

O sexto capítulo traz as principais conclusões obtidas na tese.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Teorias sobre diferenças de produtividade

Diversas escolas do pensamento econômico teorizaram a respeito dos fatores que levariam ao crescimento e desenvolvimento econômico. A discussão se iniciou no âmbito macroeconômico com os modelos de Harrod (1948) e o de Solow (1956), os quais chegaram a conclusões diferentes: para aquele o crescimento econômico era instável, a convergência da renda teria um único ponto de equilíbrio, fato esse que tornou sua teoria conhecida como "o fio da navalha". Já para Solow (1956) o crescimento poderia atingir um estado equilibrado de crescimento, desde que algumas pressuposições do modelo de Harrod (1948) fossem flexibilizadas.

O modelo de Solow (1956) tinha por objetivo entender a dinâmica da acumulação do capital sob algumas hipóteses. Basicamente essas hipóteses podem ser separadas em dois conjuntos, aquelas que se referiam ao comportamento das firmas e as que descreviam o comportamento do consumidor. Em relação ao primeiro conjunto Solow (1956) teorizou com base numa função de produção neoclássica, conhecida por função Cobb-Douglas, com retornos constantes à escala, retornos marginais decrescentes aos fatores de produção e, inicialmente, sem levar em consideração efeitos do progresso técnico. Já no tocante aos consumidores, assumia-se que tinham funções utilidades semelhantes, logo poderiam ser considerados agentes representativos, que poupavam uma parte constante da renda, destinada ao investimento, e consumiam o restante dela Além do mais o modelo baseava-se numa economia fechada e sem governo.

Com tais pressuposições e utilizando duas equações fundamentais, uma função de produção agregada e uma equação para acumulação de capital, Solow (1956) conseguiu desenvolver as principais implicações de seu modelo. Para melhor compreendê-las, a equação (1.1) traz a chamada "regra de ouro" do modelo de Solow[1], que relaciona a taxa de crescimento do capital com o nível de investimento, a taxa de crescimento populacional e a depreciação do capital.

$$\dot{k} = sy - (n + d)k \tag{1.1}$$

Onde:

$\dot{k}$: é a variação do capital per capita ao longo do tempo

sy: é a o investimento per capita

n: é a taxa de crescimento anual da população

d: é a taxa anual de depreciação

k: é o estoque inicial de capital per capita da economia

Através da equação fundamental, descrita em (1.1), Solow (1956) conseguiu dar embasamento a alguns fatos observados rotineiramente, entre eles, o de que nações com maior taxa de poupança tendem a ser mais ricas, em termos de renda per capita, do que as com baixo nível de poupança. Outro ponto importante da equação acima é

[1] Para uma derivação completa do modelo veja Solow (1956). Já Jones (2001) traz a derivação do modelo de Solow (1956) de forma simplificada.

de que, no ponto de equilíbrio, o investimento per capita deve ser igual à taxa de depreciação do capital e ao crescimento da população para manter constante o capital per capita. O modelo de Solow (1956) também permite afirmar que países ricos, com elevada acumulação de capital, ou ainda, com capital per capita acima do estado equilibrado, tenderiam ao ponto de equilíbrio, mas com uma taxa de crescimento menor do que as nações incialmente mais pobres, aquelas com baixo capital per capita, ou, abaixo do estado de equilíbrio.

Em termos de renda Solow (1956) afirma que a tendência, tudo o mais constante, seria que nações inicialmente mais pobres teriam taxas de crescimento mais elevadas do que as nações inicialmente mais ricas, gerando assim uma convergência entre o nível de renda per capita dos países. Barro e Sala-i-Martin (2004) afirmaram que essa tendência ficou conhecida na literatura como convergência-β absoluta. Segundo Jones (2001), atingido o estado equilibrado, o crescimento da renda per capita seria nulo. O modelo básico de Solow permite que as nações possuam diferentes rendas per capita de equilíbrio, mas não conseguia explicar a evidência empírica da manutenção do crescimento consistente da renda per capita em diversos países. Outra fraqueza do modelo básico de Solow (1956) era o fato da acumulação de capital explicar, em termos empíricos, apenas uma pequena fração do crescimento econômico. Boa parte do crescimento recaia no chamado resíduo de Solow, que contemplava todas as demais variáveis não incluídas no modelo. As falhas do modelo de Solow (1956) somente viriam a ser contornadas com os modelos da escola da Nova Teoria do Crescimento Econômico, por volta de 1980.

Na mesma década em que Solow (1956) escrevia sobre os fatores macroeconômicos do crescimento econômico, Lewis (1954) atentava-se ao fato que, em algumas sociedades, coexistiam setores produtivos modernos – geralmente o urbano-industrial - e outros atrasados, tal qual o agrícola. A dicotomia do urbano versus o rural, ou, desenvolvidos versus atrasados, ficou conhecida na literatura como teorias dualistas de desenvolvimento. Nela o desenvolvimento setorial era mensurado pela produtividade da mão de obra, quanto maior fosse a produtividade, maior era o grau de desenvolvimento do setor.

Garcia (1990) resumiu as perguntas fundamentais que o modelo de Lewis (1954) visava responder: como ocorre a evolução dessa sociedade dualista? O setor urbano e o agrícola tendem a interagir e a se homogeneizar em termos de produtividade? Quais os limites que essa dualidade impõe para a economia? Para responder a tais questionamentos se faz necessário compreender as premissas do modelo de desenvolvimento proposto por Lewis. Segundo Lewis (1954) a produtividade marginal da mão de obra do setor agrícola era muito pequena, até mesmo nula, o que acarretava uma remuneração de subsistência a tal setor. Além do mais, a existência de grande contingente de desempregados no campo e a crescente demanda por trabalhadores na região urbana que se industrializava fazia com que eles migrassem, sem que isso acarretasse elevações no custo da mão de obra. Esse processo de migração continuaria até o ponto em que a transferência de um trabalhador rural adicional para a zona urbana acarretaria um aumento do preço dos insumos e gêneros agrícolas e, consequentemente, o nível salarial deixaria de ser o de subsistência. Nesse ponto Lewis (1954) afirma que o processo de desenvolvimento se estagnaria.

Os estudos sobre as sociedades dualistas tiveram continuidade com Ranis e Fei (1961) que partiram dos mesmos pressupostos de Lewis (1954): uma economia dual com produtividade marginal da mão de obra próxima a zero e que, inicialmente, se poderia transferir mão de obra do setor agrícola para o urbano-industrial. Essa transferência possibilitaria simultaneamente o aumento da produtividade agrícola e da produção urbano-industrial. O primeiro ponto de inflexão nessa economia dual se daria quando a produtividade marginal da mão de obra agrícola se tornasse positiva, ou seja, a transferência de um trabalhador do campo para a cidade não geraria na agricultura um aumento de produção suficiente para suprir o consumo do novo trabalhador urbano. Tal problema poderia ser

resolvido por um aumento da produtividade na indústria e/ou uma diminuição do crescimento populacional do setor urbano-industrial.

Ocorreria um segundo ponto crítico, na análise de Ranis e Fei (1961), quando a taxa salarial do setor agrícola passasse a ser superior aquela institucionalmente determinada, fato causado pela elevação da produtividade marginal do trabalho agrícola. Nessa situação o setor moderno estaria incorrendo em perda de rentabilidade relativamente ao setor agrícola, uma vez que, se se desejasse continuar contratando mais trabalhadores, deveria aumentar o salário ofertado. Para esse caso a indicação de Ranis e Fei (1961) seria a de modernização da agricultura, permitindo gerar maior produtividade. Segundo Bacha (1992) para que isso fosse factível seriam necessárias grandes inovações, sejam elas de produto ou de processo, as quais permitiriam à agricultura um grande salto tecnológico. Fei e Ranis (1975) defendiam a necessidade da modernização agrícola quando a taxa de salário do campo passasse a competir com a industrial, a fim de que se supere o dualismo e se atinja uma sociedade desenvolvida.

Jorgenson (1961) também estudou o processo de transição de uma economia dualista para uma desenvolvida, entretanto seus pressupostos diferem bastante daqueles adotados por Ranis e Fei (1961), exceto pelo fato de ambos os trabalhos considerarem a agricultura como o setor atrasado e o setor urbano-industrial como o moderno. Jorgenson (1975) relata diversos estudos, como de Schultz (1953) e Schultz (1956), os quais não comprovam a hipótese de Ranis e Fei (1961) de que existiria desemprego disfarçado na agricultura, consequentemente a produtividade marginal da mão de obra seria positiva (Jorgenson, 1961). Além do mais, Jorgenson (1975) apresentou dados que contestavam a hipótese de Ranis e Fei (1961) de que a produtividade da agricultura seria constante enquanto houvesse desemprego disfarçado. Com as duas hipóteses anteriormente contestadas não se pode admitir que o salário agrícola fosse constante, ao contrário, para Jorgenson (1961) o salário agrícola pressionava constantemente a lucratividade do setor urbano-industrial. Jorgenson (1961) propôs que a modernização do setor agrícola deveria ocorrer desde o início do processo de desenvolvimento, liberando mão de obra para o setor industrial e permitindo o processo de desenvolvimento econômico sem que se ocasionem pressões contra a lucratividade do setor urbano-industrial.

Bacha (1992) classificou os trabalhos de Ranis e Fei (1961) e de Jorgenson (1961) como modelos que explicam a função da agricultura no processo de desenvolvimento econômico, sendo que em ambos a função dela seria gerar um excedente de insumos e alimentos a fim de suprir a demanda do setor moderno, fato que para ser alcançado necessariamente implicaria em um profundo aumento de produtividade no setor atrasado. Isso ocorreria como consequência da modernização, a qual traria homogeneidade produtiva entre o setor urbano-industrial e o agrícola (Garcia, 1990).

Paiva (1971) foi pioneiro ao estudar o dualismo aplicado à agricultura brasileira. Trouxe novos componentes para a análise ao ir além da dicotomia urbano versus rural. Segundo Paiva (1971) o dualismo não poderia ser interpretado apenas como um fenômeno intersetorial, porque dentro da própria agricultura coexistiriam produtores com maior produtividade e rentabilidade do que outros. A causa dessa dualidade residia no variado grau de adoção e difusão tecnológica entre os agentes, ou como Paiva (1971) nomeou, no grau de modernização. A adoção estaria atrelada à aspectos microeconômicos, uma vez que adotar uma nova tecnologia dependeria da decisão individual do produtor, da comparação entre o lucro esperado com a nova tecnologia e aquele auferido com a antiga técnica produtiva. Já a difusão tecnológica estaria relacionada com fatores macroeconômicos. Convém ressaltar que Paiva (1971) analisou as diferenças entre agricultores tanto em nível geográfico quanto em nível de culturas

produtivas, concluindo que dentro de uma mesma região culturas idênticas poderiam gerar produtividades bastante distintas.

Os estudos da Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL), tais como Pinto (1970), Nohlen e Sturm (1982), Cimolli (2005) e CEPAL (2010) discordam da conclusão[2] encontrada pelos teóricos dualistas clássicos, como Ranis e Fei (1961) e Jorgenson (1961). A teoria cepalina tinha como objeto de estudo as economias latino-americanas - a periferia - e como objetivo entender os problemas que impediam tais nações de alcançar o nível de desenvolvimento dos países centrais, principalmente os Estados Unidos e alguns países europeus. Pinto (1970) observou que, tanto nas economias desenvolvidas quanto nas periféricas, setores de alta produtividade do trabalho – setores modernos – conviviam com aqueles de baixa produtividade da mão de obra – setores atrasados. Nesse sentido as análises de Pinto (1970) e Paiva (1971) se aproximam. Mas na visão de Pinto (1970) dois fatos diferenciam a situação produtiva dos países latino-americanos daquela vivenciada pelos países centrais.

Nos países latino-americanos a diferença intersetorial da produtividade do trabalho era muito maior quando comparada a dos países centrais. A produtividade da agricultura não alcançava a décima parte daquela mensurada no setor industrial e, mesmo dentro do próprio setor agrícola conviviam culturas modernas cuja produtividade era quatorze vezes maior do que a apurada em culturas tradicionais. O segundo problema consistia em que, nos países subdesenvolvidos, a maior parte da população ocupada estava inserida nos setores de baixo dinamismo produtivo, enquanto poucas se inseriam nos setores modernos, exatamente o oposto do que se notava nos países desenvolvidos.

Consequentemente, os trabalhadores dos setores tradicionais recebiam remunerações inferiores, bem como a manutenção dessa estrutura produtiva limitaria a possibilidade de esses países ascenderem à classe desenvolvida. Para Pinto (1970) o que existia não era simplesmente uma dualidade, mas uma situação na qual as diferenças de produtividade entre e dentro dos setores se perpetuavam e poderiam até se alastrar ao longo do tempo. Essa característica de perpetuar as diferenças de produtividade ao longo do tempo entre e dentro dos setores produtivos ficou conhecida na literatura cepalina como Heterogeneidade Estrutural. Logo a Heterogeneidade Estrutural colocava-se de forma oposta às teses dualistas clássicas, porque mesmo que ocorresse a modernização do setor tradicional, não haveria garantias de que a produtividade do trabalho tendesse a se homogeneizar.

Nohlen e Sturm (1982) afirmam que a teoria dualista coloca o avanço dos setores modernos sobre os atrasados como uma das formas de eliminar o problema da dualidade, entretanto a teoria da Heterogeneidade Estrutural não corrobora tal forma de resolver o problema. Pinto (1970) afirma que não há evidências de que o avanço em termos absolutos do setor mais produtivo sobre o setor atrasado reduza as disparidades de produtividade e renda, ao contrário, nações que são estruturalmente heterogêneas tendem a empregar cada vez menos trabalhadores nos setores líderes, ao passo que a diferença de produtividade dele em relação ao setor atrasado tende a aumentar.

Ainda segundo Nohlen e Sturm (1982), o termo Heterogeneidade Estrutural foi utilizado durante a década de 1970 por diversos autores, mas nem sempre com o rigor e sentido original proposto por Pinto (1970), fato esse que gerou controvérsias sobre seu poder teórico para explicar as disparidades de produtividade e desenvolvimento. Além do uso inadvertido do termo, começou-se a questionar o método pelo qual a

---

[2] Conclusão de que, através do processo de modernização, a produtividade dos setores atrasados tenderia a se igualar com os setores líderes.

Heterogeneidade era mensurada, se realmente a produtividade do trabalho seria o melhor indicador desse fenômeno. Ademais, Nohlen e Sturm (1982) reconhecem que o sistema capitalista é heterogêneo, diferenças na produtividade seriam normais e poderiam até mesmo estimular o processo concorrencial. Entretanto nas sociedades da periferia a tendência é de aumento da disparidade entre os polos de maior e menor produtividade ao longo do tempo, ao contrário do que previam Solow (1956) e os teóricos dualistas. Dessa forma a heterogeneidade deixaria de ser algo comum à sociedade e passaria a ser um fenômeno que se alastra e se perpetua no tempo, torando-se estrutural (Gusso, Nogueira e Vasconcelos, 2011). As dificuldades em mensurar o fenômeno da Heterogeneidade Estrutural juntamente com o uso inadvertido do termo fizeram com que tal teoria encontrasse percalços para avançar empiricamente.

No início da década de 1980 e durante a década de 1990 houve uma retomada dos modelos neoclássicos de crescimento econômico (Lopes, 2004). Os trabalhos de Romer (1986), Lucas (1988) e Barro e Sala-i-Martin (1990; 1991; 1992) ampliaram e sofisticaram o modelo proposto por Solow (1956), uma vez que os dados e a evidência empírica contestavam as predições do modelo de Solow (Barro e Sala-i-Martin, 2004). Os trabalhos das décadas de 1980 e 1990 passaram a considerar a acumulação de capital e a tecnologia como endógenos ao modelo, nele também foram acrescentados novos elementos, principalmente o papel do capital humano, bem como se ampliou a teoria para acomodar funções de produções com retornos crescentes à escala. Tais modificações constituíram o núcleo da chamada Nova Teoria do Crescimento Econômico (Lopes, 2004).

A Nova Teoria do Crescimento Econômico além de considerar a possibilidade de convergência absoluta – chamada de β-convergência teorizada por Solow (1956) – acrescentou dois novos tipos de convergência: a convergência-β condicional e a convergência σ. A convergência-β condicional propõe que o processo de convergência pode ser influenciado por variáveis que geram diferentes taxas de crescimento entre os países[3], as quais não foram consideradas por Solow (1956), como grau de escolaridade, qualidade de vida, nível de saúde e outras características que diferem entre as nações. Ao controlar essas variáveis esperava-se que a convergência condicional ocorresse (Acemoglu, 2009; Barro e Sala-i-Martin, 2004). Já a convergência σ trata do padrão de dispersão das variáveis e, segundo Barro e Sala-i-Martin (2004), haveria convergência σ se a variância da produtividade entre os indivíduos fosse reduzida ao longo do tempo. Barro e Sala-i-Martin (2004) afirmam que convergência-β é uma condição necessária, mas não suficiente para convergência σ.

Surgiram a partir das bases da Nova Teoria do Crescimento Econômico trabalhos empíricos que buscavam testar a hipótese da convergência da renda per capita, como o de Barro e Sala-i-Martin (2004)[4]e Acemoglu (2009)[5], ao passo que Lopes (2004) compilou os principais trabalhos sobre a hipótese de convergência-β, convergência-β condicional e convergência σ para a renda per capita e produtividade do trabalho tanto no Brasil quanto em outros países. Esses modelos passaram a ser utilizados também para testar a hipótese da convergência no

---

[3] Apesar dos trabalhos originais tratarem da convergência entre países a análise pode ser aplicada a estados, regiões e até mesmo distintos setores produtivos.

[4] O leitor interessado nesses trabalhos deve procurar por Barro e Sala-i-Martin (2004, cap.11).

[5] Acemoglu (2009, cap.1) descreve e interpreta diversos trabalhos sobre convergência.

setor agrícola. Os trabalhos[6] de Lopes (2004), Almeida, Perobeli e Ferreira (2008) e Raiher et al (2016) testaram a hipótese da convergência da produtividade da terra na agricultura brasileira, enquanto que Afonso (2017) testou a convergência da Produtividade Total dos Fatores da agropecuária brasileira.

Gusso, Nogueira e Vasconcelos (2011) afirmaram que a Nova Teoria do Crescimento Econômico dominou o meio acadêmico durante toda a década de 1990 e início dos anos 2000, somente tendo seus poderes explicativos e preditivos questionados a partir de 2007, quando se deflagrou a Crise do Subprime. Desde então se retomaram os estudos sobre Heterogeneidade Estrutural como forma de compreender os fatores que impediram as nações subdesenvolvidas de alcançar o nível de desenvolvimento e produtividade dos países ricos. Mesmo antes dessa retomada, Cimolli (2005) organizou um estudo em que autores latino-americanos reportavam estudos intra e intersetoriais em seus respectivos países que apontavam para um aumento do desvio padrão da produtividade do trabalho entre os setores líderes e os atrasados, ou seja, um aumento da Heterogeneidade Estrutural.

O trabalho de Cimolli (2005) além de argumentar que a Heterogeneidade Estrutural se alastrava, também propôs avanços teóricos na compreensão do fenômeno. Para tal autor a teoria cepalina deveria avançar na explicação dos fatores causais da diferença de produtividade, a qual não se restringia mais numa relação apenas intersetorial, indústria versus agricultura, mas em relações intrassetoriais. Para Cimolli (2005) as diferenças de produtividade estariam relacionadas à velocidade que diferentes setores e agentes econômicos geram, adotam e difundem as inovações tecnológicas, visão endossada por Kupfer e Rocha (2005), os quais encontraram num estudo sobre o Brasil um pequeno grupo de empresas que adotam técnicas semelhantes àquelas encontradas na fronteira tecnológica mundial, ao passo que grande parte das firmas possui produtividade abaixo dos padrões internacionais.

A temática do aprofundamento da heterogeneidade originou o trabalho da CEPAL (2010) que tinha como objetivo discutir a brecha externa, diferença de produtividade entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, como também alertar para as brechas internas de produtividade. O trabalho da CEPAL (2010) afirmou que a brecha externa pode ser explicada pela diferença no grau de adoção e difusão da tecnologia, enquanto que a brecha interna se deve, além dos fatores tecnológicos, à estrutura produtiva nacional, a qual geralmente na América Latina emprega muitas pessoas em setores com baixa capacidade de inovação tecnológica. Dada a relevância da temática o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) celebrou em 2011 um acordo com a CEPAL para juntos aprofundarem os estudos sobre a Heterogeneidade Estrutural. Nesse convênio foram abordados tanto temas macroeconômicos, quanto setoriais, dentre eles o da Heterogeneidade Estrutural na agropecuária brasileira.

2.2. Considerações a respeito das teorias

Ao longo desse capítulo foram expostas três grupos de teorias que tentam explicar a dinâmica do crescimento econômico e da produtividade entre países e setores econômicos. O primeiro grupo engloba as teorias do Crescimento Econômico e da Nova Teoria do Crescimento Econômico, o segundo grupo pode ser sintetizado nas teorias dualistas de desenvolvimento, enquanto que o último grupo congrega os autores de filiação cepalina que descreveram o fenômeno da Heterogeneidade Estrutural. A presente seção pretende apontar algumas similaridades e diferenças entre elas.

---

[6] Os trabalhos serão discutidos no próximo capítulo, uma vez que o objetivo do presente é apenas demonstrar como o avanço teórico balizou os trabalhos empíricos.

Nota-se que tanto a teoria do Crescimento Econômico desenvolvida por Solow (1956) quanto a Nova Teoria do Crescimento Econômico, elaborada por Romer (1986), Lucas (1988) e Barro e Sala-i Martin (1990) afirmam que existe teoricamente uma tendência à convergência de longo prazo, convergência essa que pode ser da renda per capita, indicando assim uma convergência da produtividade do trabalho, ou de qualquer outra medida de produtividade. O avanço da Nova Teoria do Crescimento Econômico se deu devida à introdução de variáveis, tais como o capital físico e humano, permitindo concluir que a diferença no tempo necessário para convergência entre os países – ou regiões – deveria estar relacionada com outras variáveis, exógenas aos modelos.

As teorias dualistas de Jorgenson (1971), Fei e Ranis (1975) e Paiva (1971) diferem em relação às Teorias do Crescimento Econômico pelo fato de estudarem a produtividade setorialmente, logo eram teorias microeconômicas. Além do mais, os autores dualistas não desenvolveram um aparato formal a respeito da hipótese da convergência produtiva, mas indicavam que o processo de modernização levaria a uma redução das diferenças de produtividade entre e dentro dos setores produtivos. Dessa forma encontra-se uma semelhança entre os modelos duais e os modelos de crescimento: a tendência à convergência da produtividade, mas destaca-se que a teoria dualista vai além, utilizando o termo homogeneização.

Por sua vez a Teoria da Heterogeneidade Estrutural utilizou uma metodologia descritiva para analisar a tendência da produtividade do trabalho nos países latino-americanos. Os resultados apontaram em sua grande maioria para um aumento persistente ao longo dos anos da diferença de produtividade entre os setores mais produtivos em relação aos de menor produtividade. A explicação para esse aumento da dispersão produtiva, segundo os estudiosos da CEPAL, residia na estrutura produtiva latino-americana a qual concentrava a maior parte de sua mão de obra em setores com menor capacidade de inovação. Para que os países, regiões ou setores atrasados alcançassem o nível de seus respectivos pares desenvolvidos seriam necessárias mudanças na estrutura produtiva, rumo a setores com maior grau de geração de inovações tecnológicas. Ao transitar para setores mais dinâmicos, se geraria maior produtividade e, assim, se reduziria a brecha entre os países, regiões ou setores. Diferentemente das teorias do crescimento econômico, não há na Teoria da Heterogeneidade Estrutura, ou teoria Cepalina, qualquer mecanismo que garanta a convergência da produtividade. Ao contrário, a evolução da produtividade dependeria da dinâmica das inovações setoriais que compõem determinado país ou região.

A teoria de Solow (1956) e a Nova Teoria do Crescimento não negam que diferenças de produtividade possam permanecer mesmo depois de alcançado o estado de crescimento equilibrado ("*steadystate*") uma vez que os países, regiões, ou setores podem estar convergindo para níveis diferentes de produtividade, formando assim clubes de convergência. Outra situação possível seria a ocorrência da β-convergência, sem que ocorra a convergência-σ, haja vista a convergência-σ é condição necessária para a β-convergência. Nessa situação os países, setores, ou regiões poderiam estar convergindo para uma taxa média de crescimento, mesmo com ampliação da variância do nível da produtividade, mantendo após o equilíbrio uma dada diferença de produtividade.

As teorias expostas nesse capítulo foram sintetizadas na Figura1, abaixo, para condensar seus principais argumentos. A pluralidade de teorias auxiliará na explicação dos resultados obtidos nos capítulos subsequentes, uma vez que múltiplas visões sobre o assunto podem ser conciliadas para explicar o caso brasileiro. Não deseja-se testar se determinada teoria está correta, mas à luz delas encontrar um substrato para explicar o caso brasileiro.

Teoria	Principais autores	Resultados e Conclusões
Dualista	Ranis e Fei (1961), Lewis (1954) e Jorgenson (1961)	Há uma tendência à homogeneização da produtividade devido a modernização dos setores atrasados.
Teoria do Crescimento e Nova Teoria do Crescimento	Solow (1956), Romer (1986), Lucas (1988) e Barro e Sala-i Martin (1990)	Pode haver convergência da produtividade, seja ela do tipo σ, β, ou ambas. Ela pode ser absoluta ou condicionada.
Heterogeneidade Estrutural	Pinto (1971), Nohlen e Sturm (1982), Cimolli (2005) e CEPAL (2010)	As economistas latino-americanas tendem a acentuar a brecha de produtividade ao longo do tempo entre seus países, regiões e setores. Não descartam a possibilidade de convergência, mas apontam mais para uma redução das disparidades do que para a convergência *stricto sensu.*

Figura 1. Resumo das teorias

Fonte: Elaboração própria

Expostas as principais correntes teóricas que discutem o tema da produtividade pretende-se no próximo capítulo explorar trabalhos acadêmicos que trataram especificamente da questão da produtividade da agropecuária brasileira. Serão apresentados tantos os trabalhos que discutem a hipótese da convergência produtiva quanto os que buscam ressaltar a Heterogeneidade Estrutural do setor em análise. Vale ressaltar que não foram encontrados trabalhos aplicados que seguiram a corrente teórica dualista, a qual perdeu espaço frente às outras duas escolas do pensamento analisadas. Num segundo momento o próximo capítulo discutirá a dinâmica da produtividade total dos fatores da agropecuária brasileira, mas se considera relevante que o leitor tenha acesso a uma breve descrição da evolução recente da agropecuária no Brasil. Desse modo, o capítulo seguinte inicia-se com esse aparato histórico, conveniente para situar historicamente o leitor.

3. DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

3.1. Breve panorama histórico da produção agropecuária brasileira

Boa parte da história econômica brasileira ocorreu num contexto agrícola, prova disso foi que Furtado (1959) dividiu sua obra de acordo com os ciclos econômicos brasileiros, que por sua vez dependiam da principal cultura produtiva explorada. Entre os principais ciclos da formação econômica brasileira destacam-se o da cana de açúcar (1530-1660), o auge ciclo do ouro (1701-1788) e o ciclo do café (1860-1930). Outras atividades agropecuárias também eram desenvolvidas entre elas o cultivo da mandioca, do milho, algodão, erva-mate, extração de frutas tropicais, criação de mulas e de gado. Essa produção geralmente não se destinava à exportação, mas ao comércio interno e subsistência. Mesmo quando eventualmente eram exportadas, não tinham grande expressão em termos da formação da renda nacional. O gado e os muares além de servirem à subsistência e ao comércio interno também serviam como fonte de energia e tração, o primeiro nos engenhos de cana e o segundo no transporte a longas distâncias.

Além da dependência de bons preços externos e da demanda internacional por seus produtos a economia brasileira baseada no modelo agroexportador sofria com um problema recorrente, que era a baixa produtividade da agropecuária. Furtado (1959) argumenta que em todos os ciclos vivenciados a produtividade da mão de obra era muito baixa e a explicação para tal fenômeno residia em na falta de inovações tecnológicas. O baixo grau de inovações era decorrente da vasta quantia de terras férteis que estimulava o plantio extensivo e a abertura de novas fronteiras agrícolas à medida que o solo ia se degenerando.

O problema da baixa produtividade da agropecuária persistia na primeira metade de século XX, segundo Gasques e Bastos (2014) esse foi o maior entrave do setor no Brasil entre 1940 e 1960. Os autores afirmam que durante esse período o número de estabelecimentos rurais passaram de 1,9 milhão em 1940 para 3 milhões em 1960, com destaque para o aumento de 34,2 milhões de hectares de áreas de pastagens, enquanto o aumento da área de lavouras aumentou em 9,9 milhões. Boa parte do aumento da área de pastagens pode ser explicada pela abertura do centro-oeste, principalmente com a produção pecuária, geralmente utilizada para desbravar novas áreas a despeito de sua baixa produtividade.

A urbanização brasileira que avançava desde meados de 1930 impunha aumento de demanda por alimentos resultando em maiores índices de inflação, em partes, decorrente da falta de produtividade. Gasques e Bastos (2014) apontam com base nos dados dos Censos Agropecuários que a população rural em relação à população total declinou de 68%, em 1940, para 44% em 1970, ano no qual se consolidou o processo de urbanização. De modo geral, o período pós Segunda Guerra Mundial colocou como desafio, não apenas ao Brasil, a necessidade de gerar excedentes de produção agrícola para alimentar uma população que voltava a crescer. Para gerar esse excedente seriam necessárias inovações tecnológicas que poupassem o fator de produção escasso. Hayami e Ruttan (1988) citam os distintos caminhos seguidos pelos Estados Unidos e Japão, aqueles optaram por aperfeiçoar e criar novas máquinas agrícolas em virtude da escassez relativa de mão de obra, enquanto os nipônicos apostaram em técnicas de manejo da terra e produtos agroquímicos em virtude da escassez do fator terra.

Gasques e Bastos (2014) apontam que a necessidade de ganhos de produtividade da agropecuária brasileira se justificava tanto em função da crescente urbanização, quanto da intensificação da industrialização, haja

vista ambas exerciam pressão de demanda sobre o setor de gêneros agropecuários. A industrialização e urbanização ocorriam em meio a flutuações macroeconômicas que intercalavam momentos de elevado crescimento, a exemplo do Plano de Metas, e períodos recessivos como a crise de estagnação com inflação do período 1960-1964 (Serra e Tavares, 1971). Foi durante tal crise que em 1964 os militares assumiram a presidência da república e avançaram na modernização, tanto para a indústria quanto para a agropecuária.

O processo de modernização da agropecuária brasileira foi descrito por diversos autores, entre eles Kageyama (1990) e Bacha (2012). A primeira autora destaca a modificação da base técnica da agricultura brasileira, que deixou seu status de complexo rural para assumir uma identidade de complexo agroindustrial, no qual as relações de trabalho e produção se assemelham e se adequam às necessidades do setor urbano-industrial. Já Bacha (2012) destacou a importância da criação das instituições necessárias para a operacionalização da modernização, tais como o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), redes de assistência técnica no campo, além de esforços do governo nacional em internalizar a produção de insumos e bens de capital para a agricultura.

A política agrícola que reuniu crédito rural com taxas de juros subsidiadas, ações de pesquisa, desenvolvimento e assistência técnica cumpriu o objetivo de aumentar a produtividade e trouxeram consigo modificações na estrutura produtiva da agropecuária sintetizadas por Gasques e Bastos (2014). Esses autores dividiram temporalmente as mudanças, que foram verificadas a partir dos recenseamentos agropecuários de 1975 a 2006, nessa seção serão comentadas as principais modificações apontadas por tais autores.

O primeiro período destacado por Gasques e Bastos (2014) se situa entre os anos de 1970-1985, auge do processo de modernização da agropecuária brasileira. Entre tais anos a área média das propriedades agrícolas passou de 59,7 hectares para 64,6 hectares, fundamentalmente pelo chamado "efeito centro-oeste" região que concentrava a nova fronteira agrícola baseada em grandes propriedades. Outro destaque foi a tendência de aumento da área de lavouras temporárias, com crescimento de 16,2 milhões de hectares no referido período. Essa tendência se amplificaria nos períodos subsequentes e, via de regra, a produção de culturas temporárias superou a de culturas permanentes. Nas pastagens houve forte aumento das pastagens plantadas, aumento de 44,4 milhões de hectares, ao mesmo tempo em que as pastagens naturais reduziram em 19,3 milhões de hectares. Nesse período, a exemplo de 1940-1960, continuou havendo pressão sobre a utilização de terras, uma vez que houve redução do número de terras improdutivas e em repouso.

O segundo período, 1985-1995, marcou algumas inflexões, tanto em termos de política agrícola quanto da estrutura produtiva na agropecuária. No primeiro caso o governo brasileiro passou por um período de grave crise fiscal e elevada inflação, o que praticamente obrigou a reduzir os repasses via crédito rural para custeio e investimento, ainda que o crédito para comercialização via programa de pagamento de preços mínimos tenha sido bastante atuante (Bacha, 2012). Em termos da estrutura produtiva o ano de 1985 marcou o pico histórico da área dos estabelecimentos rurais, com 374,9 milhões de hectares, desde então a área total das propriedades apresentou uma tendência de queda, ratificada pelo Censo Agropecuário de 2006, que contabilizou uma área total de 333,7 milhões de hectares. Para Gasques e Bastos (2014) a redução da área total teve como implicação uma menor pressão sobre o fator terra, uma vez que os índices da PTF mostram que a produção pode crescer mesmo com menor incorporação de terras. Por outro lado os mesmos autores afirmam que a redução da área foi reflexa da demarcação de terras indígenas e de áreas de preservação ambiental.

Finalmente entre 1995-2006 Gasques e Bastos (2014) notaram uma redução da área de pastagens naturais, mas crescimento das lavouras temporárias, elevação de 14,7 milhões de hectares plantados, e de lavouras

permanentes, com aumento de 4,1milhões de hectares, o maior aumento registrado para esse tipo de cultura desde 1940. Outro destaque do período foi o crescimento do setor florestal, que através das matas plantadas passaram a ser o terceiro maior complexo agroexportador da economia brasileira, ficando atrás apenas dos complexos da soja e carnes. A silvicultura ganhou notoriedade, não apenas em termos de valor produzido, mas por cumprir um importante papel ambiental, freando a extração ilegal e predatória de madeiras nobres e lenha.

As mudanças na política agrícola, principalmente a estrutura de incentivos a produtos exportáveis, ocorrido durante os governos militares, alterou também a composição produtiva dos estados. Gasques e Bastos (2014) detalharam essas alterações entre os dez principais produtos agropecuários entre 1940-2006, os parágrafos a seguir irão apenas elucidar quais eram os principais estados produtores entre os anos iniciais e finais.

A laranja foi a primeira cultura analisada e historicamente sua produção se concentrou no estado de São Paulo, lugar que também contém importantes agroindústrias processadoras dessa fruta, com grande integração vertical entre produtores rurais e agroindústria processadora. Outra cultura que se concentrou em no estado paulista foi a da cana de açúcar, incialmente dispersa entre os estados da Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Pernambuco e Alagoas, além do próprio estado de São Paulo, foi gradualmente se transferindo para o interior paulista, onde concentram-se diversas agroindústrias processadoras de álcool e açúcar.

O algodão fez o caminho inverso, saindo de São Paulo e indo, em 2006, para o Mato Grosso, Bahia e Goiás. Já a cultura do café, que na década de 1940 era muito importante para os paulistas, paranaenses e mineiros, passou a se concentrar apenas em Minas Gerais e ganhou importância no estado do Espírito Santo. A soja migrou dos estados do sul, fundamentalmente do Rio Grande do Sul, para os estados do Centro-oeste. Os estados do centro-oeste por sua vez passaram a "empurrar" o gado antes ali lotado para os estados do norte, principalmente o Pará.

Arroz e feijão, principais itens da alimentação brasileira, também sofreram algumas alterações dos locais de produção. Em 1940 os principais produtores do primeiro produto eram São Paulo, Minas Gerais e o Rio Grande do Sul, já em 2006 a produção se localizava majoritariamente no Maranhão e no estado gaúcho. No caso do feijão os principais produtores em 1940 também eram São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, a partir de 2006 os estados do Ceará e Bahia passaram a ser importantes produtores, São Paulo e Minas Gerais continuaram nesse grupo, mas não o Rio Grande do Sul.

Os parágrafos anteriores mostraram diversas mudanças ocorridas no setor agropecuário brasileiro tanto em termos da condução da política agrícola, quanto da localização da produção das principais culturas. Em síntese, os autores Gasques e Bastos (2014) notaram uma tendência de aumento da produção de culturas temporárias, que geralmente são as mais dinâmicas em termos de inovações e valor agregado, sem redução da importância de culturas temporárias tradicionais, fato possibilitado em virtude dos ganhos de produtividade.

Feito esse panorama histórico cabe ainda analisar a evolução da produtividade intersetorial da agropecuária brasileira. As próximas seções desse capítulo fecham tal lacuna, primeiramente na seção 3.2 com uma revisão bibliográfica dos trabalhos aplicados à produtividade agropecuária brasileira. De modo mais específico foram sintetizados os artigos, teses e relatórios que buscaram analisar a tendência da produtividade, se de convergência ou não. A seção 3.3 dedica-se a explicar a dinâmica da produtividade total dos fatores interestadual entre 1975 e 2006 observando o comportamento tanto do nível quanto da taxa de crescimento desse indicador na agropecuária.

3.2. Estudos sobre produtividade aplicados à agropecuária

Esta seção tem por objetivo expor os trabalhos sobre produtividade na agropecuária brasileira, tanto aqueles que estudaram a hipótese da convergência quanto os que argumentam uma possível intensificação da lacuna entre os polos de maior e menor produtividade. Pretende-se mostrar também que, ao menos nos últimos dez anos, vêm ganhando importância os trabalhos que utilizam a Produtividade Total dos Fatores como forma mais apurada de mensurar a produtividade, ao invés de indicadores parciais, tais como a produtividade da terra e do trabalho. Primeiramente serão expostos os artigos relacionados à hipótese da convergência e, posteriormente, os que argumentam sobre o aumento da Heterogeneidade Estrutural na agropecuária brasileira.

Um dos primeiros trabalhos encontrados testando a hipótese da convergência da terra na agricultura brasileira foi o de Lopes (2004). A autora utilizou o período temporal entre os 1960-2001 e testou a hipótese de convergência para as culturas do algodão herbáceo, arroz, batata inglesa, café, cana de açúcar, feijão, fumo, laranja, mandioca, milho e soja. Dessas culturas apresentaram convergência-β: café, cana de açúcar, fumo, laranja, mandioca e soja. Apresentaram também convergência σ para o período 1960-2001 as culturas de soja, laranja e mandioca, demonstrando que, além de uma convergência produtiva, essas culturas tiveram redução da variância da produtividade ao longo do tempo. Lopes (2004) separou os estados brasileiros com maior produtividade nas culturas de algodão herbáceo, batata inglesa e feijão para testar a hipótese da formação de clubes de convergência, hipótese essa confirmada pelos testes econométricos. Testou-se a hipótese da convergência-β condicional para as culturas, nesse modelo a autora incluiu como variáveis explicativas a deficiência hídrica e o capital humano. O algodão herbáceo, feijão e a batata inglesa apresentaram resultados significativos, mas arroz e milho não apresentaram evidências de convergência nem do tipo beta, tanto absoluta quanto condicional, nem convergência sigma.

Os trabalhos de Almeida, Perobelli e Ferreira (2008) e Raiher et al (2016) utilizaram dados microrregionais para testar a convergência da terra no setor agrícola, sendo que o primeiro trabalho testou a hipótese para o Brasil entre 1991-2003, enquanto o segundo delimitou o período entre 1995-2006 e a região sul do Brasil como objeto de estudo. Ambos os trabalhos inovaram ao utilizar técnicas de econometria espacial, a qual testa se a produtividade de uma determinada localidade afeta, como um efeito transbordamento, a produtividade da região vizinha. Almeida, Perobelli e Ferreira (2008) encontraram evidências de convergência, todavia a um ritmo bastante lento, cerca de 0,636% ao ano de taxa de convergência. Raiher et a.l. (2016) encontraram convergência absoluta e condicional da ordem de 23,5% ao ano destacando que um dos principais fatores da convergência condicional foi o aumento da intensidade de utilização dos insumos modernos.

Barreto e Almeida (2009) analisaram a hipótese da convergência estadual da renda per capita dos trabalhadores da agropecuária brasileira para o período 1986-2004. Os autores incluíram no modelo de convergência espacial condicional as variáveis defasadas temporalmente: infraestrutura rodoviária, telecomunicações por trabalhador, capital agropecuário por trabalhador, pesquisa e desenvolvimento, capacidade de armazenagem, área irrigada, crédito e uma variável de interação entre a defasagem temporal da pesquisa e desenvolvimento e o patamar inicial da renda per capita. Encontraram evidencias de convergência da renda per capita entre os estados, bem como as variáveis de controle Pesquisa e Desenvolvimento, crédito rural e a variável interativa entre a P&D e o patamar inicial da renda reforçaram e aceleraram o ritmo da convergência.

Fochezzato e Stülp (2008) utilizaram a técnica de cadeias de Markov para testar a hipótese da convergência da produtividade do trabalho entre 1990-2000 de diversos setores da economia brasileira, entre eles a do setor agropecuário. A produtividade do trabalho nesse artigo foi mensurada pela divisão entre a renda de cada

setor e o número de pessoas ocupadas em cada um deles, com preços constantes do ano 2000. Os autores não encontraram evidência de convergência para a produtividade do trabalho no setor agropecuário. Comparativamente a média nacional pode-se observar que, no período analisado, a agropecuária teve um aumento de produtividade, entretanto com a formação de um grupo com elevada produtividade – composto dos estados do centro-sul do Brasil - e outro cuja produtividade estava aquém da média nacional. Segundo os autores formaram-se assim dois clubes de produtividade, reproduzindo os padrões de dualidade.

Os trabalhos expostos até aqui utilizaram índices parciais para mensuração da produtividade, ou seja, aqueles que consideram apenas um fator de produção. A abordagem com tais indicadores é válida, ainda que sujeita a severas críticas. Segundo Alves (2010) a produção agropecuária é realizada por diversos fatores de produção que conjuntamente geram o produto final. Portanto, ao calcular a produtividade parcial se ignoraria a contribuição dos demais fatores. Além do mais, Alves (2010) argumenta que os insumos utilizados atualmente, como fertilizantes, máquinas e até mesmo a mão de obra, possuem uma qualidade superior àqueles utilizados no passado, levando a uma falsa interpretação de aumento da produtividade na terra, problema que deve ser corrigido utilizando um índice de produtividade que considere todos os insumos e produtos, por exemplo, a Produtividade Total dos Fatores (PTF).

A PTF contorna tal problema ao utilizar uma relação entre todos os produtos gerados e insumos necessários. Entre os métodos mais utilizados para calcular a PTF estão os índices de Tornqvist e Malmqvist, o primeiro utiliza preços e quantidades dos produtos e insumos para chegar ao resultado da produtividade, enquanto o segundo utiliza as quantidades de insumos, ou produtos, para calcular uma fronteira de produção e, através dela, indicar se a produção obtida está acima, abaixo ou exatamente no ponto de ótimo da referida fronteira. Afonso (2017) afirma que por sua simplicidade de cálculo o índice de Tornqvist tem sido preferido ao de Malmqvist, ainda que Gasques et al (2010), Ellery Jr (2014) e Messa (2014) destaquem limitações do cálculo da PTF utilizando o índice de Tornqvist, tais como problema de agregação dos insumos, dos produtos, escolha do índice de preços a ser utilizado e da função de produção adotada. O índice de Tornqvist é calculado tomando um ano como base e encadeando os anos subsequentes, podendo-se afirmar que ocorreu ganho de produtividade se o índice no ano "t+1" é superior ao apurado no ano "t".

Alves (2010) afirma que outra maneira de se calcular a PTF seria através da razão entre o valor bruto da produção e o dispêndio total necessário para obtê-la. O valor bruto da produção muitas vezes é utilizado como variável *Proxy* da renda bruta do estabelecimento rural e, ao extrair o logaritmo da razão entre valor bruto e os custos chega-se a uma aproximação da renda líquida do estabelecimento. Alves (2010) argumenta que mais do que uma medida de produtividade a PTF também pode ser utilizada como medida de mensuração da renda, uma vez que possuir uma PTF superior à unidade implica ter uma receita bruta acima dos custos. Logo, renda líquida positiva ocorre se, e apenas se, a PTF for superior à unidade. A recíproca, nesse caso, é verdadeira[7].

Afonso (2017) testou a hipótese da convergência espacial da produtividade total dos fatores para a agropecuária brasileira no período 1990-2014. A autora que estudou a convergência em nível estadual incluiu em seus

---

[7] A renda líquida será positiva se e apenas se a PTF for superior à unidade, bem como, a PTF será superior à unidade se e apenas se a renda líquida for positiva. Essa condição é extremamente importante porque demonstra que para obter renda líquida positiva é necessário eficiência na produção..

modelos as variáveis de controle: capital humano – mensurado pela taxa de analfabetismo -, o crédito rural, gastos em P&D e a capacidade de armazenamento. A hipótese de convergência-β condicional foi comprovada tanto para os modelos sem dependência espacial quanto com dependência espacial, ainda que o processo de convergência seja bastante lento, apontando para uma convergência de 0,49% ao ano para o modelo sem dependência espacial e de 0,67% ao ano quando considerada a influência espacial. Nesse último caso a estimativa do tempo de meia vida para convergência foi de 103 anos. O estudo apontou que, nos modelos com dependência espacial, a diminuição em 1% do analfabetismo gera um crescimento da PTF em 0,15% e que o aumento de 1% na capacidade de armazenamento implica em crescimento de 0,018% da PTF. Curiosamente as variáveis do crédito agrícola e gastos em P&D não foram estatisticamente significativas.

O relatório da CEPAL (2010) investigou a hipótese da convergência-β da renda entre as regiões dos países latino-americanos entre 1993-2002 e entre 2002-2006, sendo que para o primeiro período nenhum país analisado apresentou convergência, enquanto para o segundo período apenas Brasil, Chile e Colômbia apresentaram convergência-β. Os estudos do convênio CEPAL-IPEA exploraram diversas facetas da heterogeneidade estrutural, entre elas a que se faz presente na agropecuária brasileira. Fornazier e Vieira Filho (2013) argumentaram que o Brasil vem reduzindo desde 1970 a diferença de produtividade em relação aos Estados Unidos, país que os autores consideram como referência de produtividade. Entre 1975-2009 a Produtividade Total dos Fatores cresceu 80% nos EUA, ao passo que no Brasil o crescimento foi de 270%, indicando assim uma convergência produtiva entre os países. Entretanto a redução da brecha externa não implicou em redução das disparidades produtivas entre os estados brasileiros, Fornazier e Vieira Filho (2013) apontam através de estudos de Gasques et al (2010) que enquanto o estado do Mato Grosso obteve taxas de crescimento da PTF de 4,67% ao ano entre 1970-2006, taxa superior a do Brasil que foi de 2,27% no mesmo período, o estado do Amazonas apresentou redução do crescimento da ordem de -0,902% ao ano.

Poudel, Paudel e Zilberman (2011) testaram a hipótese da convergência estadual da PTF para os Estados Unidos entre 1960-1996 com um modelo de dados em painel controlando efeito da variável capital humano. Os autores não encontraram evidências para convergência entre todos os estados norte-americanos, ao invés disso encontraram evidências de formação de alguns clubes de convergência compostos por estados com maior produtividade e maior acumulação de capital humano, variável que se demonstrou significativa nos clusters onde a convergência ocorreu. É baseado no trabalho de Paudel, Poudel e Zilberman (2011) que Fornazier e Vieira Filho (2013) tentam compreender as discrepâncias interestaduais da PTF brasileira, uma vez que notam uma grande divergência entre os estados brasileiros. Fornazier e Vieira Filho (2013) apontam ainda que as diferenças encontradas no Brasil podem ocorrer não apenas entre os estados, mas dentro deles e entre as culturas produtivas, todavia seria impossível investigar a diferença de produtividade entre culturas haja vista não há dados o suficiente para que se calcule o índice de PTF nesse nível de desagregação.

Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) afirmam, em consonância com relatório da CEPAL (2010), que além de diminuir a distância produtiva entre países, como o caso do Brasil e Estados Unidos, também seria necessário reduzir as diferenças de produtividades dentro do próprio Brasil.. Utilizando microdados do Censo Agropecuário de 2006 calcularam o índice da PTF, definindo-o como uma relação entre receitas e despesas, podendo-se interpretá-lo como o retorno obtido, em termos monetários, de cada unidade monetária dispendida na forma de custo. Um índice de PTF superior à unidade indica renda líquida positiva para o produtor, enquanto que um resultado menor do que a unidade representa prejuízo para ele. Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) encontram que 60% dos estabelecimentos rurais brasileiros possuem PTF inferior à unidade, logo renda líquida

negativa. Bellik (2015) afirma que seria fundamental discutir os fatores que levam os estabelecimentos agropecuários a terem uma heterogeneidade tão grande e, baseado nos dados de Gasques et al (2010), sugere que a tecnologia poderia explicar boa parte dessa disparidade, uma vez que 90% do aumento de produção se deu por incrementos de produtividade e melhoria tecnológica e apenas 10% devido ao uso de mais insumos. O próprio trabalho de Bellik (2015) apontou o de Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) como uma importante referência para compreender os efeitos da tecnologia na heterogeneidade estrutural.

Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) analisaram além da PTF, a qual os autores chamaram de critério econômico da heterogeneidade estrutural, o perfil tecnológico das propriedades agropecuárias. As propriedades foram separadas entre comerciais e familiares. O objetivo dos autores era avançar na compreensão dos atributos que causavam essa grande heterogeneidade produtiva entre os estabelecimentos. Uma das hipóteses dos autores era que a tecnologia seria um dos principais elementos para compreender as disparidades produtivas. Os autores criaram então, a partir do levantamento de dados do Censo Agropecuário de 2006, uma taxonomia que cruzava o critério econômico, a PTF, com o critério tecnológico, classificando as propriedades em grupos de alta, média e baixa tecnologia. Os resultados encontrados pelos autores foram sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1. PTF e intensidade tecnológica das propriedades agropecuárias segundo Censo (2006)

Tipo de propriedade	Comercial				Familiar			
Critério econômico	PTF > 1		PTF < 1		PTF > 1		PTF < 1	
Taxonomia - intensidade tecnológica	Alta	Média		Baixa	Alta	Média		Baixa
% dos estabelecimentos	3%	2%	5%	6%	16%	19%	20%	29%

Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013, p.29)

Pelos resultados da pesquisa é possível observar que 19% dos estabelecimentos agropecuários possuem elevada intensidade tecnológica e produtividade total dos fatores acima da unidade, esses estabelecimentos podem ser considerados a vanguarda da produtividade e do progresso tecnológico. Por outro lado 35% dos estabelecimentos rurais não conseguiram gerar renda líquida positiva, PTF < 1, além de estarem classificados como propriedades de baixa intensidade tecnológica, reforçando assim a hipótese de que a tecnologia influenciaria a produtividade. Vieira Filho e Santos (2014) destacam que tanto na agricultura familiar quanto na comercial podemos encontrar a Heterogeneidade Estrutural, uma vez que no primeiro grupo 57,6% das propriedades auferem renda líquida negativa (PTF < 1), enquanto que no segundo grupo esse número chega a 67,7%, segundo dados do Censo Agropecuário de 2006.

Segundo o relatório da CEPAL (2010) outra forma de averiguar o alastramento da heterogeneidade estrutural seria por meio da concentração da produção, uma vez que sociedades que tem a maior parte da produção, ou da renda, concentrada em um pequeno número de indivíduos, ou empresas, tende a reproduzir e alastrar o fenômeno da Heterogeneidade Estrutural. A concentração da produção entre os produtores agropecuários também foi retratada por Alves e Rocha (2010) e Vieira Filho e Santos (2011) os quais constataram através dos dados do Censo Agropecuário de 2006 que 85% do valor bruto da produção agropecuária concentram-se em 15% dos estabelecimentos. Ambos os trabalhos apontam que a adoção de tecnologia no campo por um limitado grupo de produtores pode reforçar essa estrutura heterogênea.

Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) utilizando dados do Censo Agropecuário 2006 construíram uma taxonomia que conjuga um índice de desigualdade produtiva (IDP), o qual foi mensurado através de um índice de

Gini com dados da renda bruta de cada estabelecimento em salários mínimos mensais, e um índice de produtividade, mensurado através da relação entre o valor agregado e o número de pessoas ocupadas (VA/PO). Os resultados de cada estabelecimento foram agregados para o nível estadual. Ao juntar os índices de desigualdade e o de produtividade foi possível montar uma figura com quatro quadrantes, tal como apresentado abaixo:

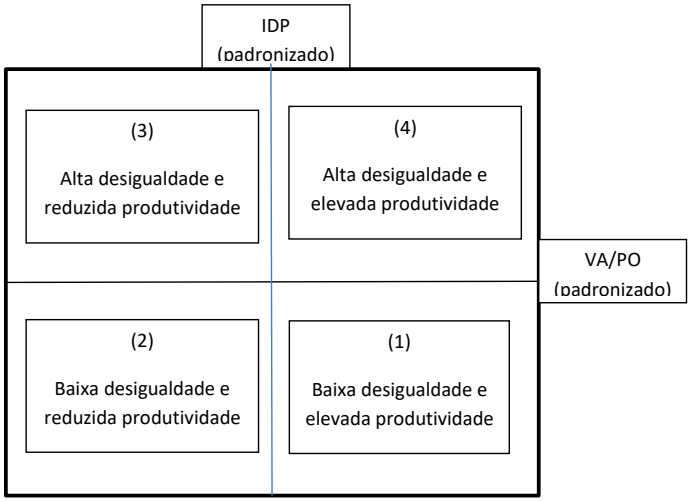

Figura 2. Desigualdade Produtiva versus Produtividade do Trabalho
Fonte: adaptado de Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013, p.21)

Os resultados obtidos por Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013), reportados na Figura 3, ilustram a heterogeneidade da agropecuária brasileira. Os autores chamaram a atenção para o quadrante número um[8] da figura, que contém estados com baixa desigualdade produtiva e elevada produtividade do trabalho, quadrante esse que pode ser interpretado como "a riqueza com igualdade". Destacaram o pequeno número de estados que possuíam tais características, sendo dois da região centro-oeste e um da região sul. Toda via a maioria dos estados estava ou na situação de baixa desigualdade e reduzida produtividade- quadrante dois - ou no quadrante de número três, com elevada desigualdade e baixa produtividade. Tanto o quadrante dois quanto o três refletem situações delicadas, uma vez que foram interpretados como quadrantes de "pobreza na igualdade" - caso do quadrante dois - e de "pobreza com desigualdade"- caso do quadrante três. Por sua vez o quadrante quatro, com elevada produtividade e desigualdade – "a desigualdade na riqueza" – também apresentou um padrão interessante, no qual dois estados da região sudeste, dois da região sul e um da região norte possuem produtividade mais elevada – acima de um desvio padrão - do que outros estados que estavam no mesmo quadrante, porém com produtividade próxima à média nacional. A figura ainda mostra alguns estados que estão no limiar entre os quadrantes três e quatro, seria interessante uma análise temporal para estudar a trajetória deles e definir para quais dos quadrantes estariam migrando.

[8] Ressalta-se que a numeração foi feita por Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) e não segue o mesmo padrão comumente utilizado em trabalhos matemáticos, estatísticos, etc.

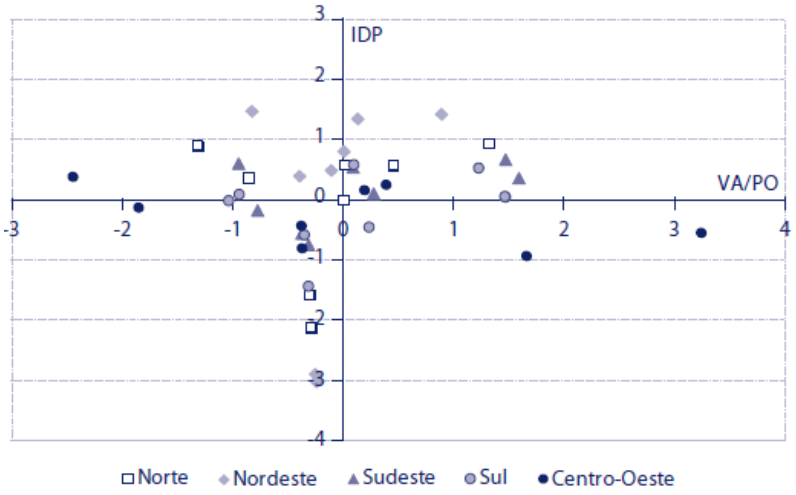

Figura 3. Comparação por regiões brasileiras do Índice de Desigualdade Produtiva versus o Valor adicionado por população ocupada (indicadores padronizados)

Fonte: Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013, p.37)

Bellik (2015) sintetizou os trabalhos citados anteriormente sobre Heterogeneidade Estrutural e avançou na tentativa de entender quais fatores geram esse fenômeno. Entre eles o autor cita a histórica concentração do crédito rural tanto a nível regional quanto entre as culturas produtivas; além da diferença no acesso à informação, acesso à tecnologia, pesquisa e extensão rural. Bellik (2015) conclui que para alcançar um desenvolvimento e crescimento inclusivo, reduzindo as brechas entre os extremos da produtividade, seria necessário não apenas aumentar a produtividade do agropecuarista, mas encontrar meios para que ele possa mantê-la ao longo do tempo. Entre as dificuldades que Bellik (2015) cita para a manutenção da produtividade em longo prazo estão: falta de investimento em capital humano, dificuldades de aquisição e absorção de novas tecnologias, extensão rural insuficiente e falta de adensamento em algumas cadeias agropecuárias. O último problema citado por Bellik (2015) já havia sido discutido por Kageyama (1990) a qual argumentou que o grau de integração das cadeias produtivas poderia influenciar na produtividade, haja vista cadeias mais integradas gerariam maior previsibilidade ao produtor rural.

Com a presente revisão de literatura foi possível diagnosticar visões acadêmicas diferentes a respeito da tendência da produtividade no setor agropecuário, sendo que alguns estudos apontaram para convergência da produtividade, ao passo que outros autores detectaram um aumento da heterogeneidade de tal indicador. Mostrou-se também como parte dos autores argumentam a favor do uso do índice da PTF como modo mais adequado para mensurar a produtividade. A Figura 4, logo a seguir, tem o intuito de sintetizar os argumentos dos principais autores citados.

Trabalho	Objetivo	Resultados obtidos
Lopes (2004)	Testar a hipótese da convergência, sigma e beta, da produtividade da terra em diversas culturas do setor agrícola no período 1960-2001	Café, cana de açúcar, fumo, laranja, mandioca e soja apresentaram convergência-β absoluta e convergência-σ para soja, laranja e mandioca. Algodão herbáceo, feijão e batata inglesa apresentaram convergência-β condicional. Arroz e milho não apresentaram convergência.
Almeida, Perobelli e Ferreira (2008)	Testar a hipótese da convergência da produtividade da terra na agricultura com dados microrregionais entre 1991-2003	Utilizando uma metodologia econométrica que controlou os efeitos espaciais, encontraram evidências de convergência a uma velocidade de 0,636% ao ano.
Fochezzato e Stülp (2008)	Testar a hipótese da convergência da produtividade da mão de obra em vários setores, entre eles o agrícola	Utilizaram uma metodologia de cadeias de Markov e não encontraram evidências de convergência. Ao contrário, formaram-se dois grupos, um de elevada e outro de baixa produtividade.
Barreto e Almeida (2009)	Testar a hipótese da renda estadual per capita na agropecuária no período 1986-2004.	Confirmou-se a hipótese da convergência, bem como variáveis exógenas (P&D e crédito) auxiliaram na convergência
CEPAL (2010)	Testar a hipótese da convergência da renda per capita em cada país da América Latina	Apenas Brasil, Chile e Colômbia demonstraram algum grau de convergência.
Poudel, Paudel e Zilberman (2011)	Testar a hipótese da convergência da PTF agropecuária nos EUA entre 1960-1996	Não encontraram evidências de convergência entre todos os estados, mas a formação de clubes de convergência.
Fornazier e Vieira Filho (2013)	Estudar a trajetória da PTF agrícola do Brasil e dos Estados Unidos.	A PTF da agropecuária brasileira aproximou-se da norte-americana entre 1975-2009, mas ainda restavam brechas de produtividades internas entre os estados brasileiros
Raiher et al (2016)	Testar a hipótese da convergência da produtividade da terra na agricultura da região sul do Brasil com dados microrregionais entre 1995-2006	Encontraram evidências de convergência a uma velocidade de 23,5% ao ano, destacaram o importante papel do aumento da utilização dos insumos modernos no processo de convergência.
Afonso (2017)	Testar a hipótese de convergência d PTF da agropecuária brasileira para o período 1990-2014	Os resultados demonstram um lento processo de convergência, taxa de 0,67% ao ano, com meia vida de 103 anos.

Figura 4. Síntese dos principais trabalhos aplicados à convergência e a produtividade agropecuária

Fonte: elaboração própria

Notou-se que ainda há uma lacuna nessa literatura, uma vez que poucos estudos explicaram a dinâmica da PTF entre os estados brasileiros ao longo do tempo. A próxima seção analisará tal dinâmica e, com base nos dados de Gasques et al. (2010), dos Censos Agropecuários e na literatura utilizada, tentará compreender a trajetória da Produtividade Total dos Fatores, principalmente entre 1975 e 2006.

3.3. Evolução da PTF dos estados brasileiros ao longo dos anos censitários

Entre os principais trabalhos que calcularam o índice da PTF para os estados brasileiros destacam-se Gasques et al. (2010) e Afonso (2017). O primeiro trabalho utilizou majoritariamente informações dos Censos Agropecuários para as estimativas do período 1970-2006, enquanto o segundo utilizou principalmente dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) para calcular o índice da produtividade entre 1990-2014. Ambos os trabalhos utilizaram o Índice de Tornqvist para efeitos de cálculo. Afonso (2017) poderia servir como um trabalho que atualizaria os dados de Gasques (2010), entretanto a diferença na base de dados não permite a comparação estrita entre eles. Apesar disso, ambos analisaram os fatores que levaram ao aumento da produtividade durante os referidos períodos de análise. Gasques et al (2010) ressaltaram que o aumento da produção se deu majoritariamente por aumentos da produtividade, melhoria na qualidade dos insumos, avanço tecnológicos e que apenas uma fração de 10% do aumento do produto pode ser atribuída ao aumento da utilização de insumos.

Gasques et al (2016) lançaram algumas hipóteses sobre quais fatores contribuíram para um crescimento tão expressivo da produtividade da agropecuária entre 1975-2014. Entre elas estavam: a inovação no plantio, tal como o realizado direto na palha; a tendência de manutenção dos preços dos principais insumos utilizados no setor, possibilitando ganhos de rentabilidade para o produtor advindo da redução dos custos; possibilidade de mais de uma safra por ano em algumas culturas, a exemplo do milho que passou a contar com a safrinha; e o efeito da pesquisa agropecuária, a qual Gasques et al (2016) comprovaram, através de uma análise de resposta ao impulso, ter um efeito positivo e cumulativo sobre a produtividade. Mendes (2015) comprovou através de uma metodologia de séries temporais e análise de resposta ao impulso que o aumento da produtividade total dos fatores pode trazer efeitos de redução de preço aos alimentos, indo ao encontro das hipóteses de Gasques et al. (2016). Afonso (2017) concluiu que o crédito rural, o decrescimento da taxa de analfabetismo no campo e o aumento da capacidade estática de armazenamento reduzem o tempo necessário para que a convergência interestadual ocorra.

Os trabalhos citados apresentaram componentes exógenos que conduziram a PTF da agropecuária brasileira para um determinado patamar, mas seria interessante analisar como se desenrolou a produtividade total dos fatores ao longo de períodos consecutivos, ou seja, entender a dinâmica temporal e estadual da produtividade para poder relacioná-la com os efeitos dos componentes exógenos citados. Para tanto, essa tese utilizará os dados estaduais da PTF publicados por Gasques et al (2010), que estão contidos na Tabela 2, logo a seguir. Os índices foram obtidos através do método de Tornqvist e contemplam os anos censitários de 1970 a 2006, penúltimo censo agropecuário disponível. Nota-se que a série para todos os estados só está completa a partir de 1985, haja vista o estado do Mato Grosso do Sul foi criado em 1977 e o do Tocantins em 1988, dessa forma tomou-se 1975 como base para o índice do primeiro estado e 1985 como o ano base para o segundo. As análises dessa subseção foram feitas considerando os dados da PTF a partir do ano de 1975, justificado pelo fato de, a partir dessa data, conter dados da maioria dos estados brasileiros, inclusive o Mato Grosso do Sul, importante unidade federativa em termos de sua produção agropecuária.

Tabela 2. Produtividade Total dos Fatores para o Brasil e estados brasileiros (1970 – 2006)

Estados	Anos						Crescimento (1975-2006)
	1970	1975	1980	1985	1995	2006	
Brasil	100	114	122	142	178	224	96%
Acre	100	87	86	72	82	128	47%
Amapá	100	108	137	71	92	228	111%
Amazonas	100	75	75	67	58	72	-4%
Pará	100	95	104	95	109	135	42%
Rondônia	100	76	52	78	91	150	97%
Roraima	100	84	119	171	171	320	281%
Tocantins	-	-	-	100	151	101	-
Alagoas	100	121	115	146	174	336	178%
Bahia	100	99	92	86	99	180	82%
Ceará	100	166	135	168	238	391	136%
Maranhão	100	118	146	146	153	309	162%
Paraíba	100	123	123	149	207	241	96%
Pernambuco	100	130	139	172	193	308	137%
Piauí	100	123	93	119	174	249	102%
Rio Grande do Norte	100	139	122	156	247	310	123%
Sergipe	100	100	121	120	145	217	117%
Espírito Santo	100	99	83	94	109	296	199%
Minas Gerais	100	89	79	105	137	185	108%
Rio de Janeiro	100	127	127	135	156	180	42%
São Paulo	100	117	120	160	164	184	57%
Paraná	100	160	192	234	284	343	114%
Rio Grande do Sul	100	98	97	123	149	167	70%
Santa Catarina	100	119	153	189	253	349	193%
Distrito Federal	100	130	146	209	260	292	125%
Goiás	100	119	127	204	258	287	141%
Mato Grosso	100	85	117	198	341	518	509%
Mato Grosso do Sul	-	100	130	180	304	315	215%

Fonte: Elaborado a partir dos dados de Gasques et al (2010, páginas 31 e 32).

A partir da Tabela 2 pode-se afirmar que a Produtividade Total dos Fatores no Brasil cresceu a uma taxa média de 2,2% ao ano entre 1975-2006. Entretanto esse crescimento não ocorreu de forma homogênea entre os estados da federação. A Figura 5 demonstra que os estados de Alagoas, Maranhão, Santa Catarina, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Roraima cresceram a taxas elevadas, acima de 3% ao ano, destacando-se ainda mais o crescimento de 6% do Mato Grosso no período. Outros, como Acre, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Pará cresceram aquém da média brasileira. Mais crítica foi a situação do Amazonas, que apresentou decrescimento de -0,13% ao ano e, se considerassemos o estado do Tocantins se constataria um crescimento de 1% no período 1985-2006, mas um decrescimento de -3,94% ao ano entre 1995-2006.

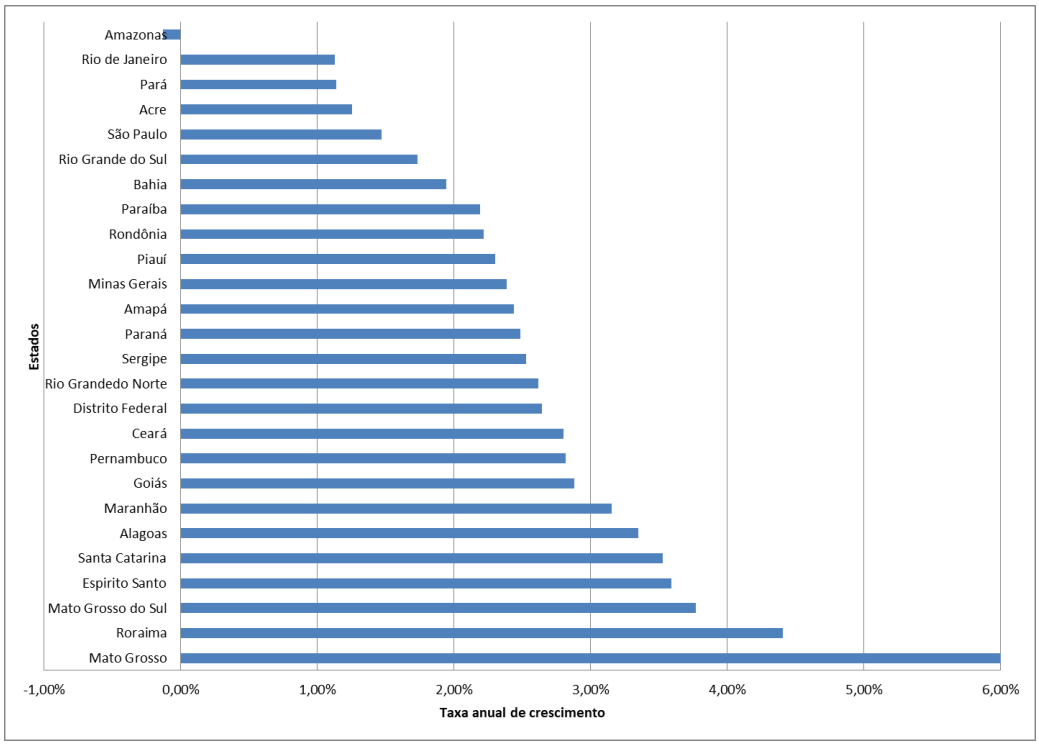

Figura 5. Taxa média anual de crescimento da PTF dos estados brasileiros (1975-2006)
Fonte: elaboração própria com base nos dados de Gasques et al (2010).

A análise ao longo do período 1975-2006, ilustrada pela figura anterior, demonstrou diferentes taxas de crescimento entre os estados, mas para uma melhor compreensão da dinâmica interestadual da PTF seria necessária a comparação desse indicador em períodos seguidos. Para compreender a trajetória do nível da PTF dos estados entre 1975-2006 criaram-se figuras que comparam o valor normalizado da produtividade entre dois anos censitários subsequentes, obtendo-se assim figuras de quatro quadrantes: o superior direito contém os estados cujo nível da PTF permaneceu acima da média em ambos os períodos, o superior esquerdo contém estados que possuíam PTF acima da média no período "t-1", porém abaixo dela no período t, o que pode indicar uma involução. O quadrante inferior esquerdo contém os estados cuja PTF esteve abaixo da média em ambos os períodos, por fim, o quadrante inferior direito composto pelos estados que tinham nível da PTF abaixo da média no período "t-1", mas acima dela no período t, indicando uma evolução. Os resultados[9] obtidos foram sintetizados nas figuras numeradas de 6 a 9, a seguir.

[9] O estado do Tocantins foi excluído uma vez que seus dados constam apenas a partir de 1985

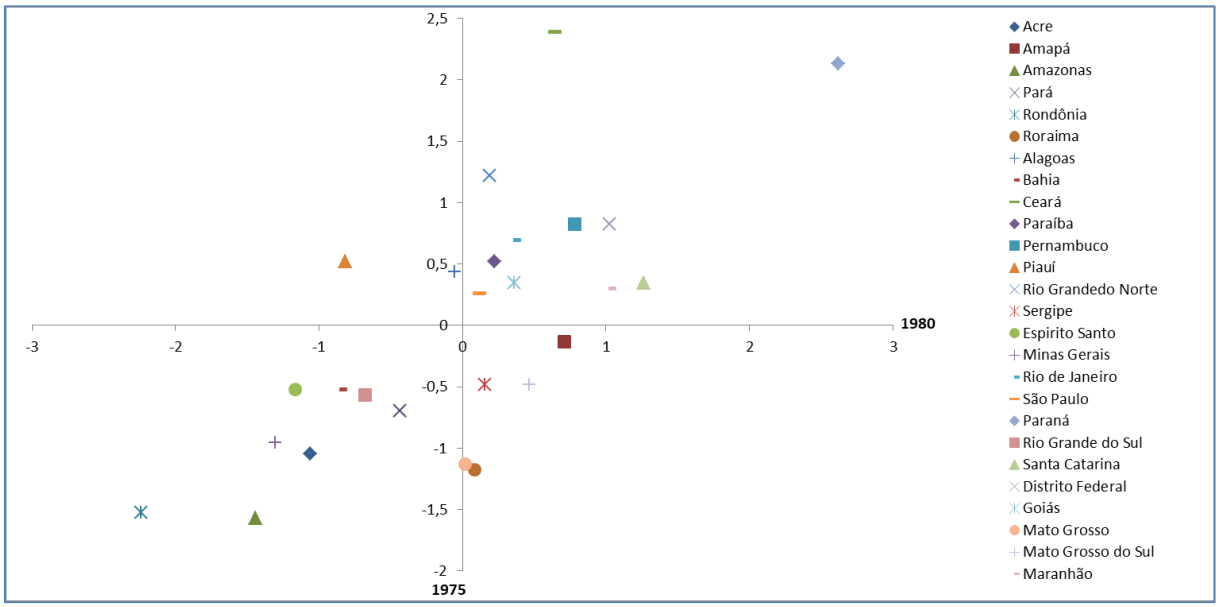

Figura 6. Evolução interestadual do nível normalizado da PTF entre os Censos Agropecuários de 1975 e 1980

Fonte: elaboração própria com base nos dados de Gasques et al (2010)

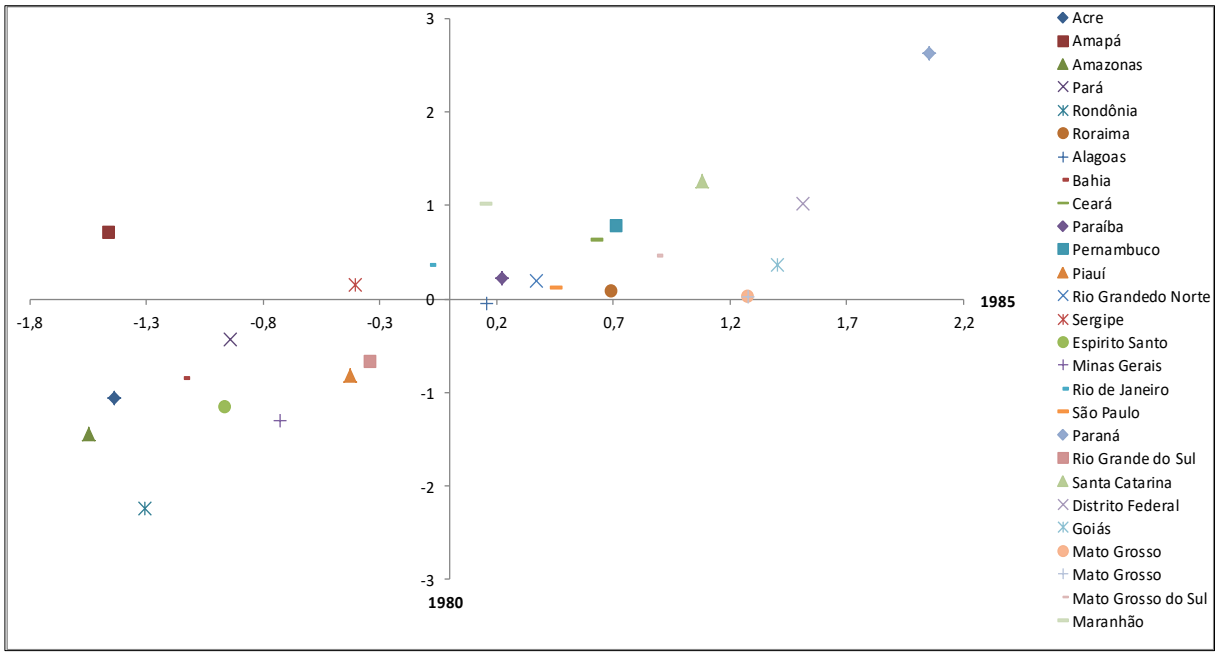

Figura 7. Evolução interestadual do nível normalizado da PTF entre os Censos Agropecuários de 1980 e 1985

Fonte: elaboração própria com base nos dados de Gasques et al (2010)

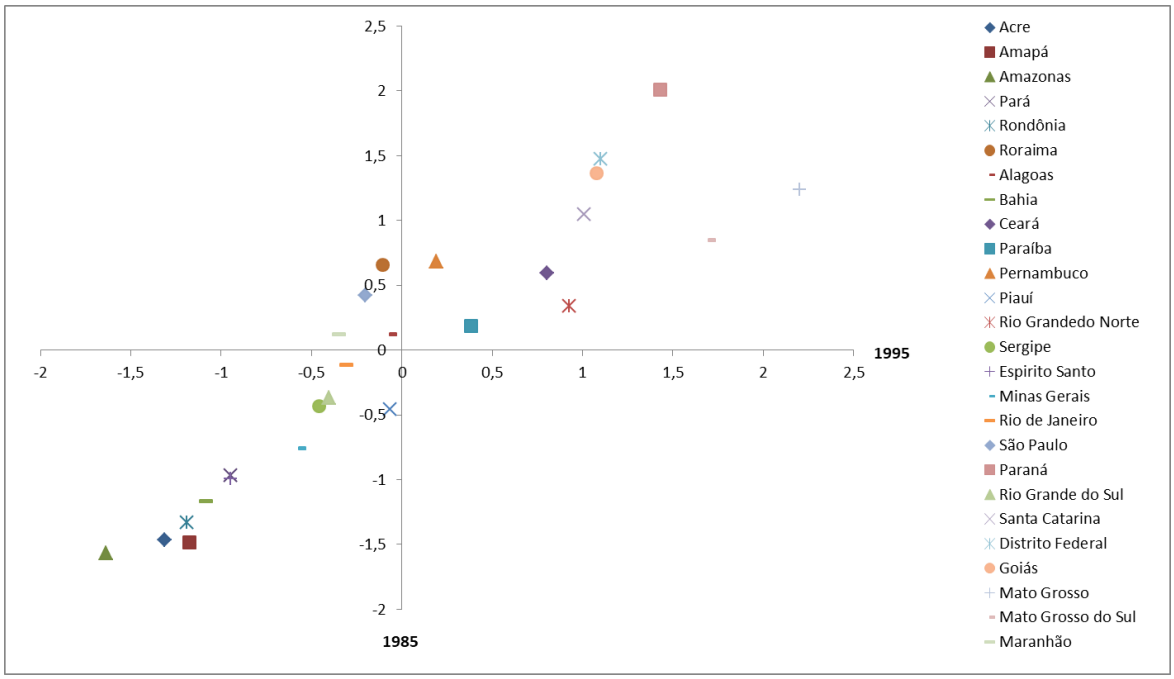

Figura 8. Evolução interestadual do nível normalizado da PTF entre os Censos Agropecuários de 1985 e 1995

Fonte: elaboração própria com base nos dados de Gasques et al (2010)

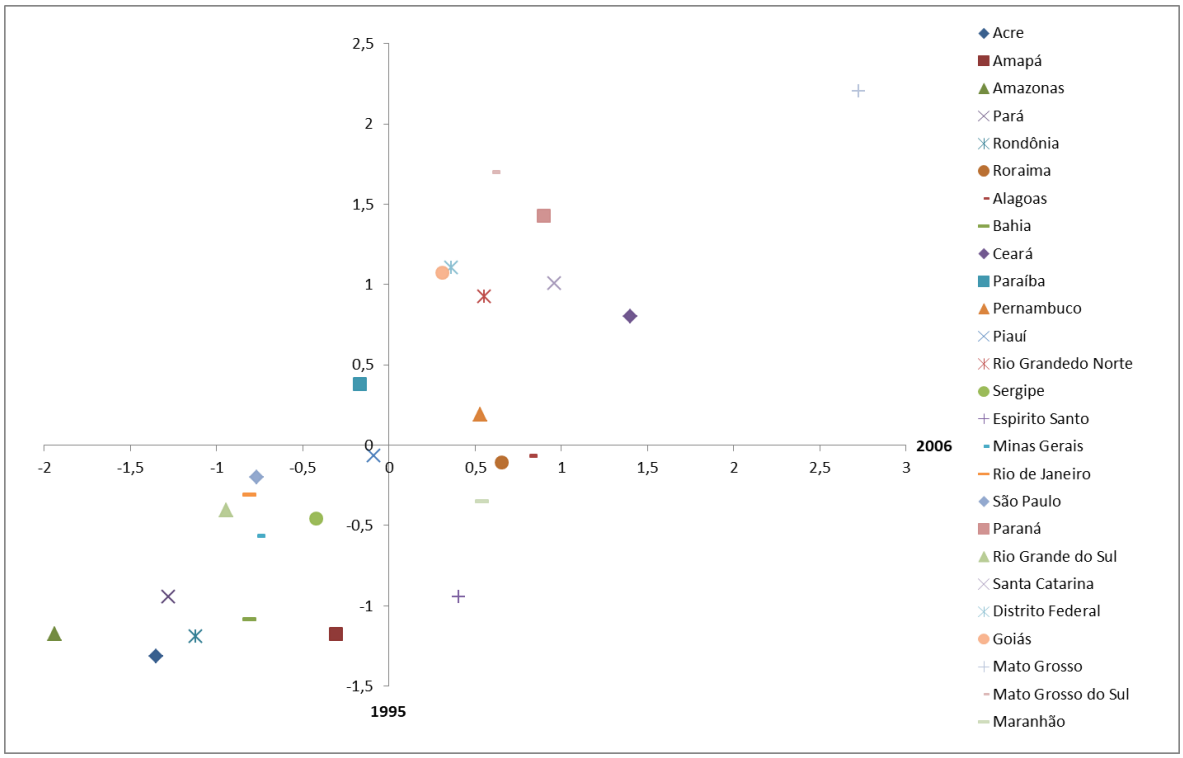

Figura 9. Evolução interestadual do nível normalizado da PTF entre os Censos Agropecuários de 1995 e 2006

Fonte: elaboração própria com base nos dados de Gasques et al. (2010)

De maneira geral notou-se que a amplitude entre os estados no período 1975-2006 aumentou. Em 1975 o estado que possuía o maior nível de produtividade, em termos normalizados, era o Ceará, que estava 2,39 desvios-

padrões acima da média, enquanto o Amazonas estava 1,56 desvios-padrões abaixo da média. Esse mesmo estado continuou sendo o de menor nível produtividade em 2006, 1,93 desvios-padrões abaixo da média, enquanto que o Mato Grosso passou a ser o estado mais produtivo, exibindo um nível de produtividade 2,7 desvios-padrões acima da média nacional. Ao se calcular o desvio-padrão da produtividade entre os estados se apurou que ele saltou de 22,9 em 1975 para 98,36 em 2006. Portanto, o distanciamento entre os estados não se deu apenas entre o de maior e menor produtividade, mas entre todos eles.

As figuras apresentadas permitiram outra interessante constatação: independente dos anos censitários que se tome por base de comparação ocorreu formação de um padrão no qual a maioria dos estados foi se concentrando, ao longo dos anos, no terceiro quadrante, poucos se mantiveram no primeiro e um reduzido número de estados conseguiu migrar para o quarto quadrante. Em outras palavras, houve um aumento do número de estados que se mantiveram abaixo do nível médio de produtividade –aqueles que ao longo do tempo rumaram ao terceiro quadrante- ao passo que poucos sustentaram historicamente um nível da PTF acima da média – primeiro quadrante. A transição do terceiro para o quarto quadrante, que significa passar do grupo de nível de produtividade abaixo da média para aqueles que estão acima dela, se demonstrou restrita para um pequeno número de estados.

Entre 1975-1980 os estados do Amapá, Sergipe, Mato Grosso do Sul e Roraima transitaram da faixa de produtividade abaixo da média para a faixa acima dela. Todavia, apenas os dois últimos estados citados se mantiveram até 2006 no primeiro quadrante. Os estados do Amapá e Sergipe juntaram-se, após 1980, a outros sete estados – Bahia, Rondônia, Amazonas, Rio Grande do Sul, Pará, Minas Gerais e Acre - os quais durante todo o período analisado nunca conseguiram obter níveis da PTF acima da média. Com base na Figura 7, os estados do Piauí e Alagoas migraram do estrato de elevado nível de produtividade para o nível de produtividade abaixo da média, o primeiro afastou-se consideravelmente da média no ano censitário de 1980, enquanto que Alagoas teve uma redução mais discreta.

Outro padrão demonstrado pelas figuras 7 e 8 foi o de que nos períodos entre 1980-1985 e 1985-1995 o quarto quadrante de ambas as figuras permaneceu vazio, indicando que nenhum estado conseguiu passar para a faixa de baixo para elevado nível produtivo. Já o segundo quadrante, que contém os estados que declinaram produtivamente, contou no período 1980-1985 com um novo integrante, o Rio de Janeiro, estado que não voltou a apresentar nível da PTF acima da média em nenhum outro período. São Paulo, um estado importante economicamente, apresentou uma tendência oscilante ao longo dos anos censitários: no período 1975-1980 estava enquadrado no segundo quadrante, mas entre 1980-1985 figurava no quarto quadrante. No período subsequente, 1985-1995, voltou para o grupo que retrocedeu em termos de produtividade e entre 1995-2006 não conseguiu se recuperar, passando para o terceiro quadrante. Nos períodos 1980-1985 e 1985-1995 um grupo de estados, composto por Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná e o Distrito Federal, conseguiu se distanciar produtivamente do restante. Esse mesmo grupo manteve-se no primeiro quadrante da Figura 9 que compara o período 1995-2006 e merece destaque o distanciamento produtivo do estado do Mato Grosso, que estava 2,7 desvios-padrões acima da média nacional.

Ao analisar conjuntamente as figuras de 6 a 9 os estados podem ser tipificados em três grupos: o primeiro que aglutinou Ceará, Paraná, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Distrito Federal, Santa Catarina, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Roraima, estados que se mantiveram sistematicamente no primeiro quadrante. Com alguma ressalva ainda seria possível incluir nesse grupo os estados do Maranhão, apesar dele ter apresentado nível da PTF abaixo da média apenas em 1995, e a Paraíba, que apresentou PTF abaixo da média apenas em 2006. Outro grupo bastante significativo se formou com os estados que se mantiveram historicamente abaixo do nível médio da PTF –

Bahia, Sergipe, Rondônia, Amazonas, Rio Grande do Sul, Pará, Minas Gerais e Acre. Um terceiro grupo apresentou uma trajetória oscilante, hora acima da média, hora abaixo dela, composto por São Paulo, Alagoas e Piauí. O estado do Espírito Santo apresentou, até 1995, nível produtivo abaixo da média nacional, entretanto recuperou-se significativamente no Censo Agropecuário de 2006; o Rio de Janeiro, como argumentado anteriormente, também oscilou, mas apresentou desde 1985 um nível da PTF abaixo da média. O estado do Tocantins não foi incluído nos gráficos porque sua série de dados começou no ano de 1985, mas caso fosse considerado estaria no grupo com PTF abaixo da média em todos os períodos[10].

As figuras anteriores permitem lançar a hipótese que a dispersão em termos do nível da PTF agropecuária entre os estados brasileiros aumentou entre 1975-2006, podendo originar uma não convergência do tipo sigma. Entretanto um estado pode ter um nível de PTF abaixo da média, porém apresentar expressiva taxa de crescimento ao longo do tempo. Se a taxa de crescimento da PTF for suficientemente elevada, então os estados que possuíam inicialmente um nível baixo poderão emparelhar-se, mas não necessariamente igualar-se, aos que detinham grandes níveis de produtividade, podendo originar assim uma convergência do tipo beta absoluta. Outra possibilidade seria a redução das distâncias entre os estados, mas com mais de um ponto de equilíbrio de longo prazo, formando assim clubes de convergência. Isso ocorreria se os estados retardatários conseguissem aumentar sua taxa de crescimento, mas a uma velocidade inferior a do crescimento dos demais.

Com intuito de analisar a evolução da taxa de crescimento da PTF interestadual ao longo do tempo foi construído um indicador através da divisão da taxa de crescimento da PTF estadual pela média nacional de crescimento no período em questão. Os possíveis resultados desse indicador são:

a) Crescimento estadual superior à média nacional – indicador resulta num número superior a 1
b) Crescimento estadual exatamente igual à média nacional – indicador exatamente igual a 1
c) Crescimento estadual abaixo da média nacional- indicador positivo, mas inferior a 1
d) Crescimento nulo – indicador exatamente igual a zero
e) Decrescimento – indicador resulta num número inferior a zero

Após o cálculo do indicador os estados foram organizados de modo a formar grupos que possam facilitar a análise da evolução da PTF ao longo dos anos. Cores diferentes foram utilizadas para tornar a figura mais intuitiva, de modo que os estados que tiveram crescimento superior ou igual à média nacional receberam a cor verde, enquanto aqueles que tiveram crescimento positivo, mas abaixo da média nacional, receberam a cor amarela, já os que não obtiveram crescimento, ou decresceram, foram marcados com a cor vermelha.

---

[10] Entre 1985-1995 o Tocantins apresentou uma taxa de crescimento da PTF da ordem de 3,822%, entretanto entre 1995-2006 um decrescimento anual de -3,59%. Entre 1985-2006 a taxa de crescimento foi de apenas 1% para todo o período.

Estados	Anos			
	1975-1980	1980-1985	1985-1995	1995-2006
Mato Grosso	4,71	3,47	2,41	1,82
Roraima	5,14	2,39	0,00	2,73
Santa Catarina	3,71	1,39	1,29	1,40
Mato Grosso do Sul	3,87	2,14	2,32	0,15
Paraná	2,69	1,30	0,86	0,82
Distrito Federal	1,71	2,36	0,97	0,50
Goiás	0,96	3,12	1,04	0,46
Minas Gerais	-1,76	1,87	1,18	1,31
Piauí	-4,12	1,62	1,68	1,56
Ceará	-3,05	1,44	1,54	2,16
Rio Grande do Norte	-1,92	1,62	2,03	0,99
Pernambuco	0,99	1,40	0,51	2,03
Amapá	3,51	-4,33	1,15	3,95
Maranhão	3,14	0,00	0,21	3,06
Sergipe	2,81	-0,05	0,84	1,75
Espirito Santo	-2,60	0,82	0,66	4,35
Alagoas	-0,75	1,57	0,78	2,86
Rondônia	-5,60	2,67	0,68	2,17
Paraíba	0,00	1,26	1,46	0,66
São Paulo	0,37	1,90	0,11	0,50
Pará	1,33	-0,60	0,61	0,93
Rio Grande do Sul	-0,15	1,56	0,85	0,50
Acre	-0,17	-1,17	0,58	1,94
Bahia	-1,08	-0,44	0,62	2,60
Rio de Janeiro	0,00	0,40	0,64	0,62
Amazonas	0,00	-0,74	-0,64	0,94

Figura 10. Evolução do indicador da taxa de crescimento interestadual da PTF entre 1975-2006

Fonte: elaboração própria através dos dados de Gasques et al (2010).

A figura anterior evidencia um grupo de estados composto por Mato Grosso, Roraima e Santa Catarina que sempre obtiveram crescimento da produtividade acima da média nacional. Outros estados como Mato Grosso do Sul, Paraná e o Distrito Federal também apresentaram crescimento acima da média durante períodos consecutivos, sendo que o Mato Grosso do Sul manteve tal tendência até 1995, continuando a crescer no período 1995-2006, porém abaixo da média nacional. Já o Paraná e o Distrito Federal conseguiram se mantiveram acima da média até 1985 e, a partir daí, cresceram também abaixo da média nacional. O estado de Goiás entre 1975-1980 cresceu a uma taxa bastante próxima a da média nacional. Acelerou seu ritmo de crescimento entre 1980-1985, quando cresceu 212% acima da média e manteve crescimento acima da média no período 1985-1995.

Os sete primeiros estados listados na Figura 10 também apareceram sistematicamente no primeiro quadrante das figuras numeradas de 6 a 9. Sendo assim são estados que obtiveram um nível da PTF acima da média e também conseguiram taxas de crescimento acima da média nacional em quase todos os períodos, destacando-se ainda mais Mato Grosso, Roraima e Santa Catarina que conseguiram tal feito em todos os períodos. Os sete referidos estados podem ser considerados como os líderes nacionais em termos de Produtividade Total dos Fatores.

Na sequência da Figura 10 encontram-se quatro estados, Minas Gerais, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, com características bastante homogêneas em termos da dinâmica de crescimento da PTF. Esse quarteto decresceu entre 1975-1980, com maiores quedas para os estados do Piauí e Ceará. Entretanto de 1980 até 2006 todos apresentaram taxas de crescimento acima da média nacional[11]. O referido conjunto de estados pode ser classificado como um grupo que caminha rumo à convergência, reduzindo a distância entre os que eram inicialmente mais produtivos em relação aos menos produtivos. Dois outros estados, Pernambuco e Amapá, poderiam ser adicionados a esse grupo, porém com algumas ressalvas. No período 1975-1980 o estado pernambucano ficou muito próximo à taxa média de crescimento nacional, já entre 1980-1985 e 1995-2006 teve crescimento acima da média, ao passo que no período 1985-1995 conseguiu crescer, mas abaixo da média nacional. Por sua vez o Amapá apresentou taxas de crescimento acima da média em quase todos os períodos, exceto durante 1980-1985 quando sofreu uma grande involução.

Um terceiro conjunto composto pelos estados do Maranhão, Sergipe, Espírito Santo, Alagoas, Rondônia e Paraíba foram agrupados porque apresentaram oscilações entre os períodos de análise. Em alguns períodos decresceram, como foram os casos de Alagoas, Rondônia, Espírito Santo e Paraíba entre 1975-1980, enquanto que Maranhão e Sergipe que haviam crescido acima da média entre 1975-1980 apresentaram taxa de crescimento negativa no período 1980-1985. Entre 1985-1995 e 1995-2006 os estados do Maranhão e Sergipe apresentaram comportamento semelhante: ambos cresceram abaixo da média nacional durante a transição da década de 1980 para 1990 e acima dela entre 1995-2006. Já Alagoas e Maranhão seguiram rotas semelhantes entre si, cresceram abaixo da média entre 1985-1995, mas acima dela no período 1995-2006.

Por sua vez o estado do Espírito Santo apresentou um comportamento peculiar: sofreu forte decrescimento em relação à média nacional entre 1975-2006, recuperou-se lentamente durante 1980-1995 e experimentou uma grande elevação da taxa de crescimento da produtividade, a maior entre todos os estados brasileiros para o período 1995-2006. O comportamento da taxa de crescimento da PTF nesse estado pode ajudar a explicar o porquê de ele ter saltado do terceiro quadrante na Figura 6 para o quarto quadrante da Figura 9. A Paraíba completa esse grupo, cuja característica fundamental foi a oscilação na taxa de crescimento entre os anos. O estado nordestino não cresceu durante a primeira etapa analisada (1975-1980), o que implica um distanciamento dele em relação aos estados mais produtivos. Nos dois períodos subsequentes, 1980-1985 e 1985-1995, apresentou taxa de crescimento da PTF acima da média nacional, enquanto que no período 1995-2006 a Paraíba cresceu, mas a uma velocidade inferior à média.

Um último grupo de estados – São Paulo, Pará, Rio Grande do Sul, Acre, Bahia e Amazonas – foram aglutinados pela característica de crescerem a taxas mais modestas, ou ainda, acumularem repetitivos decrescimentos da Produtividade Total dos Fatores. No primeiro caso, o dos estados com taxas modestas de crescimento, pode-se incluir São Paulo que, excetuando o período 1980-1985, sempre cresceu aquém da média nacional, bem como se inclui nesse primeiro caso os estados do Pará e Rio Grande do Sul. O estado paraense apresentou o primeiro período, 1975-1980, um crescimento acima da média, mas a partir de 1980-1985 quando declinou sua produtividade não mais conseguiu figurar entre os mais produtivos. Já no caso do estado gaúcho a taxa de crescimento da PTF que

---

[11] Uma observação deve ser feita quanto ao estado do Rio Grande do Norte que no período 1995-2006 teve um índice de 0,99, matematicamente não é um índice superior à média nacional, mas muito próximo a ela.

era inferior à média nacional em 1975-1980 passou por uma recuperação entre 1980-1985, entretanto o estado não conseguiu superar a média nacional desde então.

Acre e Bahia tiveram trajetórias de evolução da PTF similares, ambos acumularam decrescimentos da produtividade entre 1975-1985, bem como cresceram abaixo da média no período 1985-1995 e acima dela entre 1995-2006. Entre os estados que acumularam seguidos déficits de crescimento, Acre e Bahia seriam aqueles que, futuramente, poderiam ter alguma possibilidade de convergir caso mantenham a tendência de aceleração no crescimento da PTF. Situações bem mais complicadas se encontravam os estados do Rio de Janeiro e Amazonas que, além de nunca terem crescido acima da média, acumularam déficits de crescimento. O estado do sudeste apresentou queda na taxa de crescimento da PTF desde 1975 até 1985, enquanto que o estado localizado no norte do país apresentou decrescimento de 1975 a 1995. Esses últimos dois estados foram no período analisado os mais atrasados tanto em termos do nível da PTF, como demonstraram as figuras de 6 a 9, quanto na taxa de crescimento da PTF.

Alguns fatores podem ter influenciado a formação dos grupos descritos anteriormente. Sabendo-se que a PTF é uma medida de produtividade que relaciona um índice de produtos e insumos, bem como de acordo com o argumento de Gasques et al. (2010) pode-se afirmar que o grupo "líder" e o formado por estados que rumaram à convergência utilizaram mais eficientemente seus insumos comparativamente aos demais. Cabe investigar se alterações ao longo do tempo nos tipos de atividades produtivas de cada estado poderiam elucidar a dinâmica de crescimento e/ou queda de produtiva entre os grupos expostos nas figuras anteriores. As tabelas 3 e 4, a seguir, retratam a porcentagem do Valor Bruto da Produção por tipo de atividade agropecuária para os estados da federação nos Censos Agropecuários de 1975 e 2006.

Tabela 3. Valor Bruto da Produção (em %) por estado e tipo da atividade em 1975.

Estadsos	Tipo de produção								
	Aves e animais de pequeno porte	Extração Vegetal	Animais de Grande Porte	Horticultura e floricultura	Animais de Médio Porte	Culturas Permanentes	Silvicultura	Culturas Temporárias	Total
Mato Grosso	2,3%	2,5%	40,0%	0,3%	3,5%	2,9%	0,0%	48,5%	100,0%
Roraima	12,1%	3,1%	43,3%	0,4%	3,1%	4,1%	0,0%	33,9%	100,0%
Santa Catarina	10,8%	7,0%	12,7%	0,7%	16,1%	3,2%	1,0%	48,5%	100,0%
Mato Grosso do Sul	1,4%	3,0%	52,2%	0,3%	1,7%	2,4%	0,5%	38,5%	100,0%
Paraná	2,8%	8,4%	9,8%	0,4%	5,5%	28,6%	0,7%	43,8%	100,0%
Distrito Federal	20,6%	0,6%	11,3%	27,4%	4,9%	11,4%	0,2%	23,5%	100,0%
Goiás	2,1%	1,8%	44,8%	0,3%	4,9%	1,5%	0,0%	44,6%	100,0%
Minas Gerais	5,5%	4,1%	46,0%	0,9%	5,2%	10,7%	1,2%	26,5%	100,0%
Piauí	6,9%	8,6%	18,6%	0,1%	10,2%	8,2%	0,0%	47,4%	100,0%
Ceará	6,2%	4,2%	21,3%	0,4%	4,3%	22,5%	0,0%	41,1%	100,0%
Rio Grandedo Norte	4,8%	3,3%	21,0%	0,7%	2,2%	31,7%	0,0%	36,2%	100,0%
Amapá	17,1%	12,1%	15,3%	2,2%	5,9%	6,7%	0,0%	40,8%	100,00%
Maranhão	5,4%	14,1%	10,8%	0,3%	4,3%	2,5%	0,0%	62,7%	100,00%
Sergipe	3,9%	1,5%	36,4%	0,3%	1,9%	10,6%	0,0%	45,4%	100,00%
Espirito Santo	6,0%	4,0%	36,6%	0,8%	3,9%	28,8%	0,8%	19,2%	100,00%
Alagoas	2,3%	0,4%	12,8%	0,0%	1,0%	3,5%	0,0%	80,0%	100,00%
Pernambuco	8,6%	1,3%	15,1%	1,4%	2,3%	8,0%	0,0%	63,3%	100,00%
Rondônia	5,8%	9,6%	7,1%	0,3%	2,7%	7,5%	0,0%	67,0%	100,00%
Paraíba	3,1%	1,2%	15,8%	1,0%	1,9%	32,2%	0,0%	44,8%	100,00%
São Paulo	10,9%	0,4%	23,2%	2,9%	1,5%	22,9%	2,7%	35,4%	100,00%
Pará	5,1%	16,5%	15,5%	0,5%	2,4%	15,0%	0,0%	44,8%	100,00%
Rio Grande do Sul	3,7%	1,4%	16,5%	0,7%	8,0%	3,1%	0,8%	65,8%	100,00%
Acre	7,3%	30,9%	16,3%	0,4%	3,3%	2,2%	0,0%	39,5%	100,00%
Bahia	2,8%	3,5%	26,8%	0,5%	3,6%	38,4%	0,1%	24,4%	100,00%
Rio de Janeiro	15,7%	0,7%	26,8%	9,4%	1,8%	13,3%	0,4%	31,9%	100,00%
Amazonas	6,2%	26,0%	5,9%	0,7%	0,6%	6,7%	0,0%	53,9%	100,00%

Fonte: elaboração própria com base nos dados do Censo Agropecuário (1975).

Tabela 4. Valor Bruto da Produção (em %) por estado e tipo de atividade em 2006

Estadsos	Tipo de produção									
	Aves e animais de pequeno porte	Extração Vegetal	Animais de grande porte	Horticultura e floricultura	Animais de média porte	Culturas permanentes	Silvicultura	Culturas temporárias	Agroindustria	Total
Mato Grosso	1,4%	0,2%	21,4%	0,4%	1,5%	0,8%	0,4%	73,9%	0,1%	100%
Roraima	3,9%	1,0%	33,0%	1,9%	1,6%	12,0%	0,3%	46,0%	0,3%	100%
Santa Catarina	14,0%	0,7%	11,4%	2,6%	13,1%	10,3%	9,9%	38,1%	0,1%	100%
Mato Grosso do Sul	2,5%	0,1%	51,4%	0,4%	1,7%	0,3%	1,0%	42,4%	0,1%	100%
Paraná	9,8%	0,5%	13,8%	2,3%	4,3%	6,3%	4,6%	58,3%	0,0%	100%
Distrito Federal	32,7%	0,0%	6,1%	20,6%	7,1%	2,7%	0,8%	29,7%	0,2%	100%
Goiás	3,7%	0,1%	36,6%	2,1%	2,7%	1,5%	0,4%	52,7%	0,1%	100%
Minas Gerais	4,8%	0,3%	22,5%	3,1%	2,6%	30,8%	5,8%	29,8%	0,4%	100%
Piauí	9,6%	3,7%	14,0%	0,9%	4,4%	8,0%	0,7%	58,6%	0,3%	100%
Ceará	12,7%	1,4%	12,0%	4,3%	2,1%	32,7%	1,0%	33,4%	0,3%	100%
Rio Grandedo Norte	28,1%	1,3%	19,0%	1,6%	1,7%	13,1%	0,8%	34,2%	0,3%	100%
Amapá	1,4%	3,3%	15,2%	6,3%	0,5%	9,5%	46,9%	15,8%	1,2%	100%
Maranhão	3,7%	6,3%	20,4%	1,5%	1,1%	5,7%	1,4%	58,1%	2,0%	100%
Sergipe	6,8%	0,1%	18,0%	4,7%	1,2%	40,8%	0,3%	27,4%	0,6%	100%
Espirito Santo	9,5%	0,0%	13,8%	4,8%	1,7%	54,9%	4,3%	10,8%	0,1%	100%
Alagoas	3,0%	0,0%	6,2%	1,4%	0,5%	12,4%	0,1%	76,0%	0,4%	100%
Pernambuco	12,7%	0,2%	10,0%	3,2%	1,3%	39,1%	0,3%	33,0%	0,1%	100%
Rondônia	4,1%	0,2%	63,7%	1,4%	1,3%	14,2%	0,3%	14,6%	0,1%	100%
Paraíba	10,8%	1,8%	18,8%	4,5%	2,0%	25,9%	0,8%	35,3%	0,2%	100%
São Paulo	9,4%	0,1%	10,1%	5,7%	0,9%	20,4%	3,0%	50,3%	0,0%	100%
Pará	4,1%	7,0%	28,4%	1,2%	0,5%	13,4%	1,6%	42,6%	1,3%	100%
Rio Grande do Sul	6,3%	0,5%	16,1%	2,1%	7,3%	5,5%	5,6%	56,4%	0,1%	100%
Acre	5,2%	3,3%	36,8%	1,3%	1,0%	7,4%	1,6%	43,0%	0,5%	100%
Bahia	4,1%	1,2%	15,6%	2,4%	1,6%	31,7%	4,1%	38,8%	0,6%	100%
Rio de Janeiro	10,2%	0,0%	26,3%	30,1%	1,2%	8,3%	1,4%	22,1%	0,4%	100%
Amazonas	9,6%	5,7%	19,7%	3,1%	0,8%	13,3%	1,0%	45,6%	1,3%	100%

Fonte: elaboração própria com base em dados do Censo Agropecuário (2006)

As Tabelas 3 e 4 demonstram que o Brasil, entre 1975-2006, concentrou sua produção agropecuária fundamentalmente em três atividades: culturas temporárias, culturas permanentes e criação de animais de grande porte. As culturas temporárias estiveram em todos os estados e em ambos os períodos entre as três principais atividades em termos de porcentagem do valor bruto da produção. A pecuária de grande porte, na maioria dos casos, se situou entre a segunda e a terceira atividade de maior relevância para as unidades da federação, exceto em alguns casos, como o de Pernambuco e Distrito Federal, onde ela não esteve entre as mais importantes, enquanto os estados de Rondônia e Mato Grosso do Sul despontaram como locais onde a criação de grande porte foi a mais relevante em 2006, com porcentagens acima de 50% em ambos os estados.

Apesar da estrutura nacional de produção não ter se modificado, alguns estados intensificaram a produção de determinados produtos, enquanto outros migraram de um tipo de atividade para outra. Essas mudanças no tipo de produção entre os estados podem contribuir para entender a dinâmica da produtividade entre 1975-2006. Os parágrafos seguintes tentam relacionar essas mudanças nos estados com as análises apresentadas da Figura 10. Sendo assim tentou-se responder a seguinte questão: mudanças do tipo de produção nos estados podem dar pistas sobre as oscilações na taxa de crescimento, ou declínio, da Produtividade Total dos Fatores?

Comparando as Tabelas 3 e 4 averiguou-se que os onze primeiros estados tabulados, com exceção de Santa Catarina, Ceará e Rio Grande do Norte, aumentaram a importância relativa da produção de culturas temporárias. Os estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul chamam atenção porque concentraram suas atividades majoritariamente na produção de culturas temporárias e criação de animais de grande porte. Santa Catarina, Ceará e Rio Grande do Norte apesar de manterem as culturas temporárias como atividades principais, aumentaram a importância do valor bruto produzido por aves e pequenos animais. O Ceará adensou também sua

participação em culturas permanentes, ao passo que o Rio Grande do Norte que contava em 1975 com uma elevada porcentagem de culturas permanentes na sua produção setorial a reduziu em favor das aves, pequenos animais e animais de grande porte. Em síntese, os estados líderes e aqueles que rumaram à convergência, numa comparação com a Figura 10, tiveram como característica comum um adensamento da produção de culturas temporárias.

Entre os estados da Paraíba, Pernambuco, Rondônia, Sergipe, Amapá, Espírito Santo, Maranhão e Alagoas ocorreram reduções nas porcentagens do valor bruto produzido pelas culturas temporárias. Em alguns casos a redução foi mais discreta, como em Alagoas e no Maranhão, mas bastante significativa nos demais estados. Interessante notar que esses estados que reduziram significativamente sua participação nas culturas temporárias coincidem com aqueles que na Figura 10 foram classificados no grupo de estados que "oscilaram" em termos de crescimento da PTF. A redistribuição produtiva entre 1975-2006 variou consideravelmente em cada um dos casos. Nesse período o Amapá aumentou sua participação na silvicultura, Sergipe passou a ter como principal cultura a permanente, situação semelhante a que ocorreu no Pernambuco. Já o Espírito Santo além de reduzir sua participação nas culturas temporárias também sofreu uma inversão entre a criação de animais de grande porte, principal atividade em termos de Valor Bruto da Produção em 1975, e a plantação de culturas permanentes, que passou a ser a principal atividade do estado em 2006. O estado de Rondônia deixou uma elevada participação nas culturas temporárias, em 1975, para ter uma elevada participação estadual na criação de animais de grande porte, enquanto que a Paraíba reduziu tanto sua participação de culturas temporárias quanto as permanentes, mas aumentando consideravelmente a porcentagem do valor produzido por aves e pequenos animais e de forma incremental o valor bruto da produção de grandes animais.

Dos últimos estados listados nas Tabelas 3 e 4, São Paulo, Pará, Rio Grande do Sul, Acre, Rio de Janeiro e Amazonas, notou-se que os respectivos estados localizados na região norte aumentaram a porcentagem referente à criação de animais de grande porte e reduziram as participações relativas da extração vegetal. Acre e Amazonas também adensaram a produção de produtos temporários, cultura que se consolidou, em 2006, como a principal entre todos os estados desse último grupo, exceto para o Rio de Janeiro que passou a ter, em 2006, a horticultura e floricultura como principal componente do valor bruto de produção, seguida dos animais de grande porte e, em terceiro lugar, as culturas temporárias. O estado de São Paulo aprofundou, entre 1975-2006, a participação das culturas temporárias e reduziu a participação tanto das culturas permanentes quanto dos animais de grande porte em sua pauta produtiva. Caminho parecido realizou a Bahia, que em 1975 tinha nas culturas permanentes a principal fonte produtiva, todavia substituiu-a em 2006 pelas culturas temporárias. O Rio Grande do Sul, num caminho inverso, reduziu a porcentagem das culturas temporárias, ainda que ela tenha permanecido como a principal atividade do estado em 2006, mas abriu o leque de atividades ampliando principalmente a produção de aves e pequenos animais e animais de médio porte.

Em termos inter-regionais ocorreu uma migração das culturas temporárias rumo ao centro-oeste e parte do norte e nordeste. Os estados do sul, mais especificamente Santa Catarina e Rio Grande do Sul, reduziram suas participações em culturas temporárias em favor de aves, pequenos e médios animais. O estado do Paraná, apesar de ter aumentado sua participação em culturas temporárias, também expandiu sua atuação no segmento das aves, pequenos e médios animais. Os animais de grande porte, antes extensivamente criados no Mato Grosso rumaram para os estados no norte, entre eles, Amazonas, Acre e Rondônia Dessa forma pode-se afirmar que o centro-oeste "puxou" as culturas temporárias do sul e "empurrou" a criação de grande porte para a região norte. O sul, ao reduzir seu percentual nas culturas temporárias, abriu um novo ramo, o de aves. Alguns estados nordestinos também ampliaram tal produção. Como a produção temporária e de aves é mais capitalizada, possui melhor tecnologia e é

mais integrada produtivamente a montante e a jusante do que a pecuária extensiva realizada no norte construiu-se, em partes, pistas de como mudanças no tipo de culturas afetaram a dinâmica da Produtividade Total dos Fatores entre os estados e regiões. Para afirmar categoricamente que as mudanças de culturas influenciaram essa dinâmica, seria necessário calcular o índice da PTF por culturas e demais tipos de produção agropecuária, tarefa impossível com os dados disponíveis nos Censos Agropecuários.

Foi argumentado que a elevação, tanto do nível quanto da taxa de crescimento da PTF, poderia ter sido causada por reduções no uso dos insumos, aumento da eficiência na utilização deles, ou ainda, por alterações da composição produtiva rumo a produtos com maior valor de produção. Resta ainda elencar fatores exógenos que poderiam ter contribuído para as diferenças de crescimento da produtividade ao longo dos anos entre os estados. O trabalho de Afonso (2017) elencou alguns desses fatores exógenos, tais como crédito rural, capacidade estática de estocagem, educação e pesquisa e desenvolvimento, para o período 1990-2014. A argumentação de Afonso (2017) foi a de que essas variáveis contribuíram para acelerar a velocidade da convergência interestadual no referido período, ainda que nenhuma delas tenha sido significativa ao nível de significância de 5%.

A presente tese propõe que seja avaliado o impacto da política agrícola brasileira, especialmente a do crédito agrícola como fator que, além de poder acelerar o processo de aproximação produtiva entre os estados, também pode ajudar a explicar o porquê durante algumas décadas, especialmente entre 1970-1985, algumas unidades da federação tiveram taxas de crescimento tão díspares em relação aos demais estados. A escolha do crédito rural como variável exógena para explicar a dinâmica interestadual da PTF também reside no fato de que ela pode afetar tanto o índice de produto, uma vez que o governo brasileiro por décadas subsidiou o crédito para custeio de culturas voltadas para exportação (Bacha, 2012), quanto o índice de insumos, haja vista os subsídios governamentais também atingiram a compra de insumos e até bens de capital, como as máquinas e implementos agrícolas (Baricelo, 2015). Os dados apresentados na Figura 11, a seguir, foram coletados dos Censos Agropecuários (1975, 1980, 1985, 1995 e 2006) mantendo assim a mesma fonte de dados utilizada para construção do índice da PTF por Gasques et al (2010).

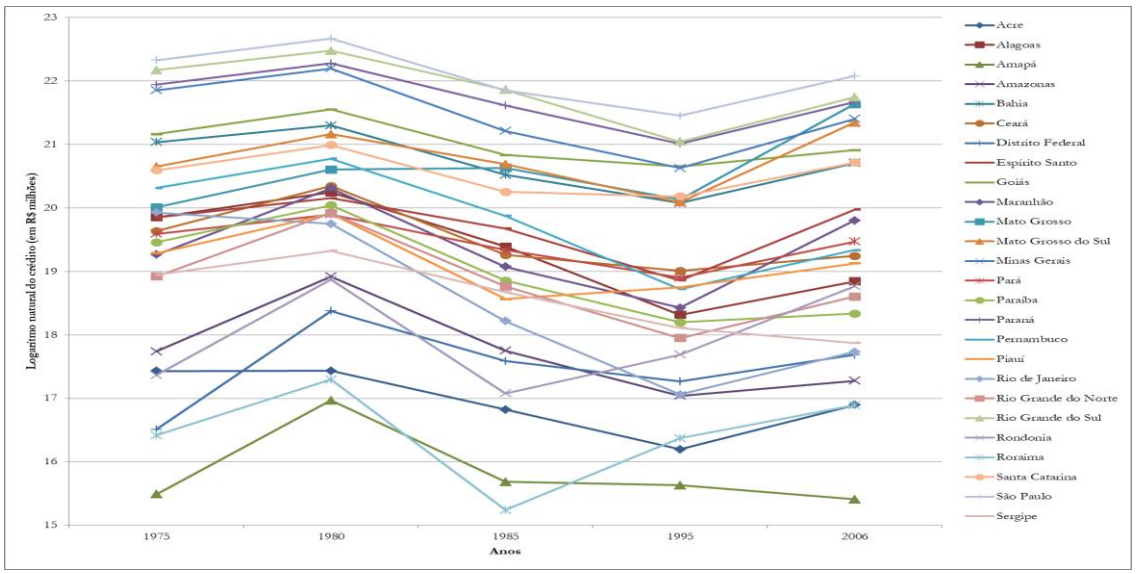

Figura 11. Logaritmo do Crédito Rural Total para o período 1975-2006

Fonte**:** elaboração própria com base nos dados do Censo Agropecuário (1975, 1980, 1985, 1995 e 2006)

Nota: valores absolutos em milhões de Reais deflacionados pelo IGP-DI (2006 = 100).

Os dados do crédito agrícola de 1975, 1980 e 1985 que estavam representados respectivamente em milhões de Cruzeiros (1975 e 1980) e milhões de Cruzados (1985) foram convertidos para a mesma unidade monetária, Reais, e deflacionados pelo IGP-DI (2006 =100). Os valores do crédito em termos reais foram reportados na Figura 11 na forma de logaritmo natural para suavizar as grandes diferenças entre os estados que mais demandaram crédito e aqueles que receberam uma pequena parcela dos recursos. Além do mais, a transformação logarítmica facilitou a análise visual, uma vez que se os valores fossem reportados em termos monetários absolutos haveria sobreposição de estados, tanto entre os que demandaram grandes valores quanto aos que receberam poucos recursos.

Em termos nacionais o crédito agrícola apresentou uma tendência de elevação na disponibilidade de recursos entre 1975-1980, aumento que segundo Bacha (2012) esteve atrelado à estratégia do governo militar em financiar o agronegócio, tanto com crédito para custeio quanto para investimento, a fim de incentivar culturas ligadas à exportação que pudessem trazer ao país as receitas em divisas estrangeiras necessárias para a Industrialização por Substituição das Importações. Bacha (2012) cita que, além do crédito agrícola, outras políticas foram adotadas para incentivar o setor agropecuário, entre elas estavam desonerações e incentivos fiscais, a manutenção de taxas de juros subsidiadas, as quais chegaram a ser negativas, bem como a manutenção de uma política macroeconômica de câmbio desvalorizado, incentivando as exportações.

No período 1970-1986 houve grande concentração entre as culturas produtivas que receberam crédito agrícola. Bacha (2012) afirma que no ano de 1970 as culturas de soja, trigo arroz, milho, algodão, café e cana de açúcar concentraram 66% do valor total concedido, ao passo que em 1985 essas mesmas culturas demandaram 72% do total de recursos disponíveis. Das sete culturas listadas ao menos cinco estavam diretamente ligadas à exportação, enquanto arroz e trigo destinavam-se ao consumo interno. Ao comparar essas sete culturas com as Figuras 10 e 11 se apreende que os estados que mais demandaram crédito também eram aqueles que produziam, ou passaram a produzir tais gêneros. Bacha (2012) também ressalta que foi no período 1970-1985 que foi iniciado o processo de abertura da fronteira agrícola no centro-oeste e expansão da produção agropecuária no norte brasileiro.

Um ciclo de contração do crédito rural ocorreu ao longo do período 1980-1995, sendo que no subperíodo 1980-1985 a retração do crédito ocorreu por indisponibilidade de recursos. Para Bacha (2012) a falta de recursos teve duas causas: por um lado foi reflexo da crise fiscal do Estado que reduziu os repasses do Tesouro Nacional e, por outro lado, ocorreu uma redução da parcela referente ao financiamento via depósitos à vista, que obrigatoriamente financiava o agronegócio. De 1990 em diante o governo federal modificou sua estrutura de financiamento, permitindo aos agropecuaristas buscassem fontes alternativas de crédito e até mesmo se autofinanciarem através da emissão de títulos, como a Cédula do Produtor Rural. Bacha (2012) afirmou que em 1986 o governo federal financiou 65% do total do crédito rural via empréstimos do Tesouro Nacional, enquanto que em 1999 tal porcentagem caiu para 0,11%, dados que demonstram uma transição com maior participação do setor privado no financiamento.

Após mais de uma década de restrição orçamentária e elevada inflação, o governo voltou a aumentar a cessão de crédito rural, sem reduzir a importância do setor privado na concessão do mesmo. De 1995 a 2006 a tendência foi de retomada do crédito. Novos e importantes programas foram criados, tais como o Programa Nacional para o Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e o Programa Nacional para Modernização da Frota de Máquinas Agrícolas (MODERFROTA). Algumas diferenças foram marcantes nesse novo ciclo, entre elas, a desregulamentação governamental de alguns setores, taxas de juros reais positivas para o crédito rural e o aumento da produção física da agropecuária com menor utilização tanto dos fatores terra e trabalho (BACHA, 2012).

Em termos estaduais replicou-se a tendência observada em nível nacional, todavia ocorreram diferenças importantes em termos do montante de recursos destinados entre os estados. Através da Figura 11 foram identificados três grupos de estados, um de elevada demanda por crédito rural, outro com valores medianos e um terceiro com baixa participação nos valores demandados de crédito rural. O primeiro agrupou os estados de São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais. Goiás, Bahia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Com a exceção de São Paulo, Rio Grande do Sul e Bahia, os demais estados coincidem com o primeiro grupo apresentado na Figura 10, aqueles que estavam à frente da média nacional em termos do crescimento da PTF. São Paulo e Rio Grande do Sul, apesar de não figurarem entre as maiores taxas de crescimento da PTF, sempre foram grandes demandantes de crédito rural e considerados estados com elevada intensidade tecnológica. Chabaribery (1999) estudou especificamente o padrão paulista de desenvolvimento produtivo, demonstrando que o estado paulista concentrou suas atividades produtivas principalmente em cana de açúcar, pecuária bovina e citricultura. Souza e Lima (2003) analisaram os fatores de modernização nas unidades federativas brasileiras e afirmaram que tanto São Paulo quanto o Rio Grande do Sul poderiam ser classificados dentro de um mesmo grupo de estados que se modernizaram através de compra de insumos modernos - máquinas, fertilizantes, defensivos, corretivos, entre outros – através de elevado nível de financiamento via crédito rural.

O segundo bloco de estados identificados da Figura 11 contém o Espírito Santo, Maranhão, Pernambuco, Ceará, Piauí, Alagoas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pará e Rondônia. Com exceção dos últimos dois estados, os demais foram classificados na Figura 10 como aqueles que ou estavam rumo à convergência, ou oscilaram durante o período analisado. Por fim, o grupo de estado com baixa participação no total de crédito rural foi composto por Acre, Rio de Janeiro, Amazonas, Roraima, Amapá, Distrito Federal e Sergipe. Boa parte desses estados, exceção de Roraima, Distrito Federal e, em partes, Sergipe, foram classificados na Figura 10 como regiões que não conseguiram alcançar a mesma velocidade de crescimento dos demais estados. Pode haver, portanto, uma relação entre a velocidade de crescimento da PTF e o montante de recursos obtidos pelos agropecuaristas através do crédito rural para financiar suas atividades produtivas.

Gasques et al (2004) citaram outras política que influenciaram a Produtividade Total dos Fatores da agropecuária brasileira. Os autores destacam, além do próprio crédito rural, a importância exercida pelo capital humano, principalmente através da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) elaborada pela Embrapa e universidades. Os autores destacaram também a importância da extensão rural como meio para qualificação do agropecuarista e consequente elevação da produtividade O trabalho de Gasques et al (2004) concluiu que, em termos comparativos, os investimentos em P&D tem efeitos mais expressivos sobre o crescimento da PTF do que aqueles averiguados pelo crédito rural.

As tabelas, gráficos e dados apresentados ajudaram a compreender como evoluiu o nível e a velocidade da taxa de crescimento da Produtividade Total dos Fatores entre os estados brasileiros no período 1975-2006. Outros fatores, como a composição produtiva setorial e o crédito agrícola, foram utilizados para auxiliar na compreensão desse fenômeno, todavia apenas uma metodologia formal pode testar se tal produtividade interestadual tendeu a uma convergência. Para tanto a próxima seção, Metodologia, discutirá a abordagem econométrica, os dados utilizados e o tratamento aplicado a eles.

4. METODOLOGIA

4.1. Modelos de Convergência e a abordagem econométrica

O trabalho testou tanto a hipótese da convergência-σ, quanto da convergência-β em suas formas absolutas e condicionais ao longo do período 1975-2006. É importante ressaltar a diferença entre essas abordagens, uma vez que a primeira testa a hipótese de ter ocorrido uma redução na variância do nível da produtividade entre os estados, ao passo que a abordagem da convergência-β testa se houve uma aproximação em torno da média da taxa de crescimento interestadual. Barro e Sala-i-Martin (2004) e Acemoglu (2009) afirmam que as abordagens de convergência-σ e convergência-β são complementares, uma vez que a convergência do primeiro tipo implica a segunda, mas a recíproca não é verdadeira.

Para testar a hipótese da convergência-σ foram adotadas dois procedimentos. Primeiramente foi realizada uma abordagem gráfica plotando a evolução da variância e do coeficiente de variação interestadual, no eixo y, para cada um dos anos censitários, no eixo x. A análise gráfica auxilia na compreensão do fenômeno, mas não é uma prova formal dele. Para tanto foi estimada a Equação (4.1), a qual testa formalmente a hipótese da convergência-σ.

$$ln(\sigma_t^2) = \alpha + \beta \ln(t) + \mu_t \qquad (4.1)$$

Onde:

ln (σ_t^2): é o logaritmo natural da variância do nível da PTF para o ano t.

α: é o intercepto do modelo

ln(t): é o logaritmo da tendência temporal

μ_t: : é o termo de erro aleatório para o período t

A análise teve por base os anos censitários de 1975 a 2006, então o ano de 1975 equivale a t=1, 1980 a t =2, 1985 a t=3, 1995 a t=4 e 2006 a t= 5. Para que a hipótese da convergência-σ seja possível é necessário que o valor de β seja negativo e estatisticamente significativo. Se o sinal de β for realmente negativo, então a interpretação seria de que, com o passar dos anos, a variância do nível da PTF entre os estados diminuiu, caracterizando uma convergência-σ. Se, ao contrario, o sinal for positivo e estatisticamente significativo, então não haveria evidências de convergência, mas de divergência entre o nível interestadual da PTF.

Para testar a hipótese da convergência-β absoluta e convergência-β condicional estimaram-se, respectivamente, as equações 4.2 e 4.3, a seguir. Para que haja evidências de convergência-β absoluta é necessário que o valor de β_1 seja negativo, indicando que a os estados que tinham um menor nível de produtividade no momento "t" passaram a crescer de forma mais acelerada nos períodos subsequentes do que os estados que inicialmente possuíam um nível mais elevado de produtividade. Caso a hipótese não se confirme, ou ainda, se há outras variáveis que podem influenciar no processo de convergência, então se testa o modelo de convergência-β condicional adicionando as variáveis de interesse. Para o modelo condicional, descrito na equação 4.3, o crédito rural foi elencado como uma possível variável influente no processo de convergência.

$$\left(\frac{1}{T}\right)\ln\left(\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}\right) = \alpha + \beta_1 \ln(PTF_{it-1}) + u_{it} \quad (4.2)$$

$$\ln\left(\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}\right) = \alpha + \beta_1 \ln(PTF_{it-1}) + \beta_2 ln(Cred_{it-1}) + u_{it} \quad (4.3)$$

Onde:

$\left(\frac{1}{T}\right)\ln\left(\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}\right)$: é a taxa média de crescimento da PTF no estado i entre o perído t e t-1.

T: é a diferença, em anos, entre o período t e t-1

α: é o intercepto do modelo

$\ln(PTF_{t-1})$: é o logaritmo natural da PTF do estado i no período t-1

$\ln(Cred_{it-1})$: é o logaritmo natural do crédito rural do estado i no período t-1

u_{it}: é o termo de erro aleatório do modelo

Tanto o modelo de convergência-β absoluta, descrito na equação (4.2), quanto o modelo (4.3) de convergência-β condicional, foram estimados pelo método de dados em painel balanceado. Segundo Gujarati (2006), Wooldridge (2013) e Judge et al (1982)a metodologia de dados em painel balanceado exige que todos os dados de corte transversal, indicados pelo subscrito "i" nas equações, estejam presentes em cada uma das séries temporais, indicadas pelo subscrito "t". Para o presente estudo foi considerado um painel contendo vinte e seis cortes transversais, os quais representam vinte e cindo[12] estados da federação e o Distrito Federal. A estimação dos modelos de convergência-β contaram com quatro séries temporais, haja vista a variável dependente do modelo é uma taxa de crescimento dividindo a PTF do período "t" pela produtividade do período "t-1". Os dados censitários utilizados para calcular a taxa de crescimento foram os de 1975, 1980, 1985,1995/1996 e 2006. Dessa forma a taxa média de crescimento do período 1975-1980 foi regredida contra o nível da produtividade obtido em 1975 e, no caso condicional adicionou-se o crédito concedido em 1975. Procedeu-se dessa mesma forma até a última taxa de crescimento calculada, 1995-2006, obtendo um painel balanceado com 104 observações.

Os parâmetros de (4.2) e (4.3) podem ser obtidos por três abordagens: dados empilhados, efeitos fixos e efeitos aleatórios. A abordagem com dados empilhados, ou metodologia "pooled" (Wooldridge, 2013); (Gujarati, 2006), consiste em agrupar observações aleatórias de cortes transversais ao longo do tempo e obter as estimativas dos parâmetros através de uma regressão calculada por Mínimos Quadrados Ordinários, tal qual a exposta por (4.4), a seguir:

$$\boldsymbol{\beta} = (\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{Y}) \quad (4.4)$$

Onde

β: é um vetor contendo as estimativas dos parâmetros estimados, bem como a constante do modelo.

X: é uma matriz contendo os valores das variáveis independentes do modelo a ser estimado

Y: é uma matriz contendo os valores da variável dependente do modelo.

---

[12] O estado de Tocantins não foi considerado porque sua série histórica de dados somente estava disponível a partir de 1985. Incluir tal estado violaria a metodologia de dados em painel balanceado.

Para Wooldridge (2013) o método "pooled" seria o mais adequado se a relação entre variável independente e pelo menos uma das variáveis independentes se mantivesse constante ao longo do tempo. Além do mais, Wooldridge (2013) complementa que, em termos empíricos, é comum que o mesmo indivíduo, ou corte transversal, seja analisado ao longo dos anos, como é o caso de um Censo Agropecuário, não fornecendo assim uma amostragem aleatória. Segundo Gujarati (2006), Wooldridge (2013) e Greene (2009) metodologias mais avançadas utilizando dados em painel foram elaboradas para solucionar tal problema. As mais utilizadas são as abordagens dos Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios. A abordagem dos Efeitos Fixos consiste em realizar uma transformação linear nas variáveis com objetivo de remover delas efeitos não observáveis que se perpetuam ao longo do tempo. O efeito não observável ao longo tempo, segundo Wooldridge (2013), pode ser representado da seguinte maneira:

$$\left(\frac{1}{T}\right)\ln\left(\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}\right) = \alpha_i + \beta_1 \ln(PTF_{it-1}) + \beta_2 \ln(\mathrm{Cred}_{it-1}) + u_{it} \tag{4.5}$$

Onde

$\left(\frac{1}{T}\right)\ln\left(\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}\right)$: é a taxa média de crescimento da PTF no estado i entre o período t e t-1.

T: é a diferença, em anos, entre o período t e t-1

α_i: é um efeito não observável do corte transversal, "i", persistente ao longo do tempo.

$\ln(PTF_{t-1})$: é o logaritmo natural da PTF do estado i no período t-1

$\ln(Cred_{it-1})$: é o logaritmo natural do crédito rural do estado i no período t-1

u_{it}: é o termo de erro aleatório do modelo

Wooldridge (2013) afirma que se o efeito não observável, α_i, estiver correlacionado com os regressores, então uma das possibilidades é estimar o modelo através dos Efeitos Fixos. Para tanto se deve obter a equação (4.5) em termos de sua média para cada corte transversal ao longo do tempo, como na equação (4.6), a seguir:

$$\left(\frac{1}{T}\right)\ln\left(\overline{\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}}\right) = \alpha_i + \beta_1 \ln(\overline{PTF_{it-1}}) + \beta_2 \ln(\overline{Cred_{it-1}}) + \overline{u_i} \tag{4.6}$$

Onde

$\ln\left(\overline{\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}}\right)$: é a média do logaritmo natural da razão entre a PTF do período t e t-1.

$\ln(\overline{PTF_{it-1}})$: é a média do logaritmo natural da PTF no período t-1

$\ln(\overline{Cred_{it-1}})$: é a média do logaritmo natural da PTF no período t-1

$\overline{u_i}$: é o termo de erro aleatório

α_i: é o efeito não observável constante ao longo do tempo

Subtraindo (4.5) de (4.6) se obtém a equação (4.7), a qual Wooldridge (2013) denomina de transformação de Efeitos Fixos:

$$\left(\frac{1}{T}\right)\ln\left(\frac{\ddot{PTF}_{it}}{\ddot{PTF}_{it-1}}\right) = \beta_1 \ln\left(\ddot{PTF}_{it-1}\right) + \beta_2 \ln\left(\ddot{Cred}_{it-1}\right) + \ddot{u}_{it} \quad (4.7)$$

A equação (4.7) eliminou qualquer efeito não observável ao longo do tempo podendo dessa forma ser estimada por meio de Mínimos Quadrados Ordinários, tal como apresentado na equação (4.4). Entretanto Gujarati (2006) e Wooldridge (2013) ponderam que, se a hipótese adotada for a de que o componente não observável, α_i, não está correlacionado com os regressores em qualquer período temporal, então a a abordagem dos Efeitos Aleatórios pode ser empregada. A equação para o modelo de Efeitos Aleatórios pode ser escrita da seguinte forma:

$$\ln\left(\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln(PTF_{it-1}) + \beta_2 ln(Cred_{it-1}) + v_{it} \quad (4.8)$$

Sendo que o componente de erro, v_{it}, pode ser decomposto em:

$$v_{it} = \alpha_i + u_{it} \quad (4.9)$$

Se a hipótese da convergência for confirmada, ou seja, se o parâmetro β_1 dos modelos apresentar sinal negativa e estatisticamente significativo à 5%, então será possível calcular a velocidade da convergência da Produtividade Total dos Fatores. Essa velocidade, em valor absoluto, pode ser calculada pelo método de Rey e Montouri (1999) utilizando a seguinte equação:

$$\theta = \frac{\ln(\beta_1 + 1)}{-k} \quad (4.10)$$

Onde

θ: é o estimador da velocidade de convergência

β_1: é o estimador de convergência dos modelos econométricos

k: é a extensão em anos do período temporal do modelo

A partir do estimador da velocidade de convergência é possível estimar a meia-vida (MV) do processo de convergência, pela equação (4.11). A meia-vida computa a metade do tempo necessária para que o processo de convergência-β ocorra, seja ela absoluta ou condicional.

$$MV = \frac{\ln(2)}{\theta} \quad (4.11)$$

Tanto o modelo de Efeitos Fixos, da equação (4.7), quanto o de Efeitos Aleatórios, representado por (4.8), podem sofrer algumas modificações para um melhor ajustamento. Greene (2009), Gujarati (2006) e Wooldridge (2013) afirmam que a inclusão de variáveis binárias regionais e/ou temporais pode tornar a modelagem mais apurada.

Wooldridge (2013) afirma que a equação (4.8) necessariamente apresenta um padrão de autocorrelação positiva, logo realizar a estimativa dos parâmetros por Mínimos Quadrados Ordinários ignoraria a autocorrelação,

acarretando em estimadores ineficientes. Para solucionar tal problema deve-se utilizar a estimação por meio de Mínimos Quadrados Generalizados[13]. Gujarati (2006), Wooldridge (2013) e Greene (2009) afirmam que tanto o modelo de Efeitos Fixos quanto o de Efeitos Aleatórios devem cumprir com as premissas básicas de homocedasticidade e ausência de autocorrelação dos resíduos. Para evitar qualquer problema de heterocedasticidade, os modelos foram estimados com o Método Robusto de White e para detecção de autocorrelação foi utilizado o teste de Durbin-Watson ao nível de significância de 5%. Outro teste importante na modelagem de dados em painel é o Teste de Hausmann que visa testar qual a melhor abordagem, se Efeitos Fixos ou Aleatórios. Esse teste também foi realizado ao nível de significância de 5%. O teste do Valor de Inflação da Variância foi utilizado para detectar possíveis problemas de multicolinearidade.

4.2. Fonte dos dados e tratamentos realizados

Os índices referentes à Produtividade Total dos Fatores foram obtidos através do trabalho de Gasques et al (2010). Os dados estavam disponíveis para os anos censitários de 1970, 1975, 1980, 1985, 1995/1996[14] e 2006e a abrangência geográfica era estadual. Vale ressaltar que os dados para o Mato Grosso do Sul tiveram início a partir de 1975 e para o estado do Tocantins a partir de 1985. O recorte temporal escolhido para essa tese foi o período 1975-2006, permitindo que o estado do Mato Grosso do Sul fosse incorporado ao modelo, mas excluindo o estado do Tocantins, haja vista trabalhou-se com a metodologia de painel balanceado.

Os índices estaduais da PTF calculados por Gasques et al (2010) foram obtidos através do Índice de Tornqvist , equação (4.12). O índice consiste na razão entre dos índices, o dos produtos e o dos insumos, obtidos em dois períodos censitários. O cálculo do índice exige a disponibilidade dos dados de preços e quantidades produzidas, tanto dos produtos quanto dos insumos. Gasques et al (2010) consideraram para o índice dos produtos[15] a agregação da pecuária, produção vegetal e agroindústria rural, totalizando 367 produtos. Para construir o índice de insumos os dados sobre referentes aos insumos disponíveis no censo foram combinados com as tabelas referentes às despesas censitárias. Segundo Gasques et al (2010) a lista de insumos considerada foi extensa, mas os principais itens encontram-se nas categorias de utilização de terras, tratores – utilizados como uma variável proxy do capital -, adubos, corretivos e agrotóxicos.

$$\ln\left(\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}\right) = \frac{1}{2}\sum_{i}^{n}\left(S_{it} + S_{i(t-1)}\right)\ln\left(\frac{Z_{it}}{Z_{i(t-1)}}\right) - \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{m}\left(C_{jt} + C_{j(t-1)}\right)\ln\left(\frac{K_{jt}}{K_{j(t-1)}}\right) \quad (4.12)$$

Sendo:

---

[13] Para uma demonstração formal do método de Mínimos Quadrados Generalizados sugere-se Hoffmann (2014, p.275).

[14] O Censo Agropecuário (1995-1996), diferentemente de todos os demais, foi realizado com base no ano safra ao invé do ano civil.

[15] Para a lista completa de cada um dos produtos considerados veja Gasques et al (2010, p.28)

$\ln\left(\frac{PTF_{it}}{PTF_{it-1}}\right)$: a variação da PTF em dois períodos de tempo

S_{it}: é a participação do produto "i" em relação ao valor total da produção no período t

$S_{i(t-1)}$: é a participação do produto "i" em relação ao valor total da produção no período t-1

Z_{it}: é a quantidade produzida do produto "i" no momento t

$Z_{i(t-1)}$: é quantidade produzida do produto "i" no momento t-1

C_{jt}: é a participação do insumo "j" no custo total de produção no momento "t"

C_{jt-1}: é a participação do insumo "j" no custo total de produção no momento "t-1"

K_{jt}: é a quantidade do insumo "j" utilizado no momento t

O Índice de Tornqvist descrito por (4.12) foi calculado por Gasques et al (2010) e, ao final o índice foi encadeado tendo 1970 como ano base. Para fins da modelagem da convergência-σ foram utilizados os dados originais, já demonstrados na Tabela 2. Para a modelagem da convergência-β e convergência-β condicional passou-se a utilizar 1975 como o ano base. Essa mudança não interfere na dinâmica de crescimento, isto é, a taxa de crescimento da PTF entre os períodos independe do ano base, uma vez que os dados foram calculados utilizando índices encadeados.

A taxa anual média decrescimento da PTF para cada estado, que é a variável dependente dos modelos econométricos de convergência-β, foi obtida através da divisão do índice da PTF do estado em questão no ano "t" pelo índice do ano "t-1" e em seguida tomado o logaritmo dessa divisão ponderada pelo período temporal entre os Censos Agropecuários utilizados. O método utilizado para obter a variável dependente é uma aproximação do verdadeiro valor da taxa decrescimento, que é calculado pela taxa geométrica de crescimento. Se o método do cálculo via taxa geométrica fosse aplicado não seria possível estimar os modelos na forma log-log, porque alguns estados em alguns subperíodos apresentaram taxa negativa de crescimento. Dessa maneira o cálculo aproximado da taxa de crescimento permite a estimação do modelo na forma logarítmica, podendo-se assim interpretar as estimativas dos parâmetros como elasticidades (Wooldridge, 2013).

Como variáveis independentes foram utilizadas o logaritmo natural do nível estadual da PTF defasado em um período e o logaritmo natural do crédito rural, também defasado em um período. O logaritmo natural da PTF com valor defasado em um período reflete a relação de convergência descrita pelas teorias de crescimento econômico (Barro e Sala-i-Martin, 1990) e, caso haja convergência, então o valor do estimador dela, β_1, deve ser estatisticamente significativo e negativo. Já os valores do crédito rural foram obtidos através dos Censos Agropecuários (1975, 1980, 1985 e 1995). Espera-se encontrar uma relação positiva entre o crédito e a taxa de crescimento da PTF. Os dados do crédito agrícola referentes aos anos de 1975 e 1980 estavam em cruzeiros, já o de 1985 em cruzados e o de 1995 em reais. Os valores expressos em cruzeiros e cruzados foram transformados em reais. Após essa conversão todos os valores monetários foram deflacionados pelo IGP-DI, com base no ano de 2006. A justificativa para utilizar a variável crédito com seu valor defasado procede do fato que o crédito destinado no período "t-1" acarretará efeitos nas variáveis econômicas, entre elas a taxa de crescimento da PTF, em períodos subsequentes. Os dados utilizados na regressão de convergência-σ encontram-se no Apêndice A, já os da regressão da convergência-β encontram-se no Anexo B. Todos os modelos foram estimados com auxílio do software GRETL.

.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Resultado dos testes de convergência-σ, convergência-β absoluta e condicional

Para testar a hipótese da convergência-σ iniciou-se com uma abordagem gráfica, qualitativa, na qual foi construído um gráfico com a evolução ao longo dos anos analisados (1975-2006) do logaritmo natural de duas medidas de dispersão, a variância e o coeficiente de variação. É esperado, com o passar do tempo, um aumento da variância da Produtividade Total dos Fatores da agropecuária, de certa forma isso reflete a habilidade específica de cada um dos estados. Da mesma forma espera-se que os estados evoluam produtivamente, logo a média do nível da PTF também tenderia a aumentar. Para contornar tais problemas metodológicos reportam-se tanto o logaritmo da variância da produtividade, quanto o coeficiente de variação, uma medida considerada por Penna e Linhares (2013) e Barro e Sala-i-Martin (2004) mais adequada, haja vista ela pondera o desvio padrão pela média.

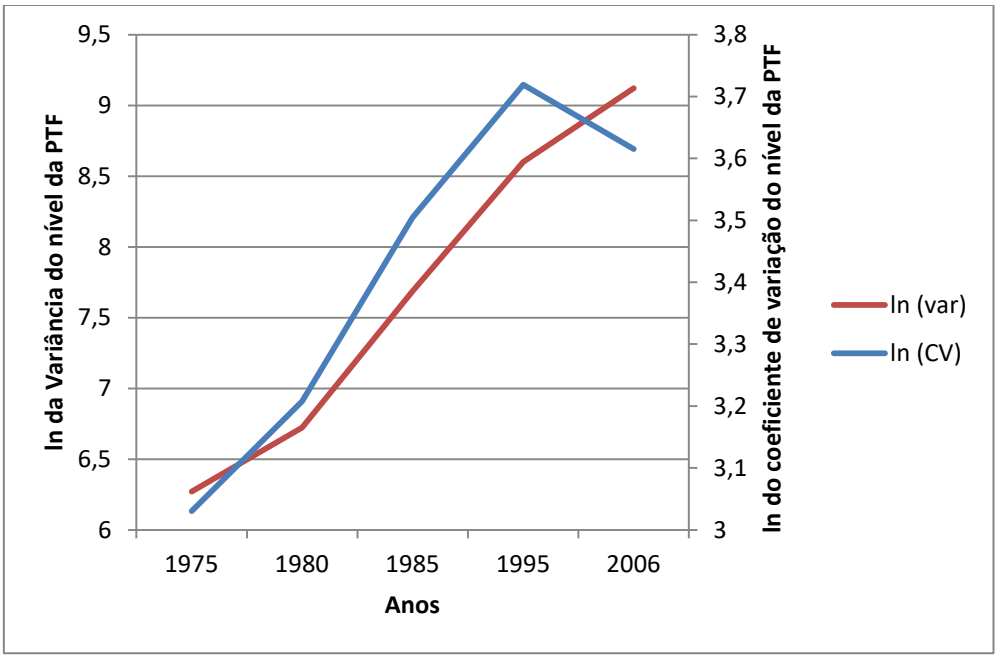

Figura 12. Logaritmo natural da variância e do coeficiente de variação do nível da PTF entre 1975 e 2006
Fonte: elaboração própria com base no índice da PTF de Gasques et al (2010).

A figura anterior revela que de 1975 até 1995 tanto a variância quanto o coeficiente de variação, medido pelo eixo vertical secundário, aumentaram. Isso gera indícios de que não houve convergência-σ em tal subperíodo, ao contrário, uma tendência de aumento da dispersão entre os estados que possuíam maior nível da PTF em relação aos que possuíam nível mais baixo dela. Entretanto no período 1995-2006 houve uma ligeira queda do coeficiente de variação, enquanto que a variância permaneceu sua tendência de elevação, indicando que, apesar do aumento da dispersão absoluta, mensurada pela variância, ocorreu um crescimento mais acentuado da média da produtividade entre a maior parte dos estados acarretando na discreta redução do coeficiente de variação. Observando a Figura 12 ao longo de todo o período, 1970-2006, nota-se uma tendência de elevação de ambas as estatísticas de dispersão,

aumentando as evidências de não ocorrência da convergência-σ. Para que se possa testar formalmente se houve, ou não, a convergência-σ procedeu-se com a estimação econométrica proposta pela equação (4.1) da seção metodológica, cujos resultados encontram-se na Tabela 5, a seguir..

Tabela 5. Resultados da regressão para convergência-σ

Coeficiente	Valor do coeficiente	valor-P
Constante	5,938341666	0,000455
ln (t)	1,818606782	0,010455
R-Quadrado	0,916783062	
R-quadrado ajustado	0,889044083	
Estatística F	33,05035315	0,010455
Observações	5	

Fonte: elaboração própria do autor

Os resultados da tabela anterior demonstram que o modelo possui um bom ajuste, uma vez que pela estimativa do R-quadrado ajustado pode-se afirmar que 88% da variação da variável dependente podem ser explicadas pela variação da tendência temporal. O teste F valida o modelo ao nível de significância de 5%. O parâmetro da tendência temporal, variável dependente do modelo, apresentou sinal positivo e estatisticamente significativo ao nível de 5%, o que indica que não houve convergência-σ no período 1975-2006, ao contrário, observou-se uma maior dispersão em termos do nível da produtividade entre os estados. A obtenção de um sinal positivo para o estimador da convergência-σ contraria, em partes, a Nova Teoria do Crescimento Econômico a qual afirma que existe uma tendência à convergência entre a produtividade interestadual. Entretanto para tais teóricos o resultado obtido na Tabela 5 não invalidaria a hipótese da convergência porque mesmo não havendo convergência-σ ainda se pode ter convergência-β. Com base nessa implicação matemática trabalhos como o de Almeida, Perobeli e Ferreira (2008), Barreto e Almeida (2009) e Afonso (2017) não testaram a hipótese de convergência-σ.

Entretanto é importante entender o porquê e as implicações dos resultados relatados na Tabela 5. Primeiramente, em termos teóricos, a CEPAL através da teoria da Heterogeneidade Estrutural, exposta nos textos de Pinto (1970), Nohlen e Sturm (1982) e Cimolli (2005), não descartava a hipótese de ocorrer um distanciamento do nível da produtividade entre os estados, distanciamento chamado por tais autores de aumento da brecha produtiva. Em segundo lugar, as figuras apresentadas nos capítulos anteriores dessa tese, principalmente as Figuras 6, 7, 8 e 9 demonstravam um padrão no qual, ao longo do tempo, se formavam dois grupos de estados: os que apresentavam sistematicamente um nível da PTF acima da média e outro abaixo dela. Ademais essas figuras também chamavam a atenção pelo fato da amplitude total interestadual ter aumentado entre 1975-2006, distanciamento esse provocado tanto pela evolução de alguns estados da fronteira produtiva quanto pela retração relativa de outros estados como Amazonas, Pará e Acre. Os resultados econométricos apresentados anteriormente sustentam formalmente a hipótese da Heterogeneidade Estrutural haja vista a não convergência-σ implica dizer que a distância do nível da produtividade entre os estados aumentou.

Barro e Sala-i-Martin (2004) afirmam que, mesmo não havendo convergência-σ a análise econométrica deve prosseguir e testar a hipótese da convergência-β absoluta e convergência-β condicional. A primeira tem por objetivo testar a hipótese de uma convergência em relação à taxa de crescimento da produtividade, sem levar em consideração outros fatores que podem afetar a dinâmica da convergência. Barro e Sala-i-Martin (2004) alertam que a não

ocorrência da convergência-β absoluta pode estar associada a uma má especificação econométrica, principalmente a omissão de variáveis exógenas importantes para explicar a dinâmica do crescimento da produtividade, devendo então acrescentar tais variáveis ao modelo, que passa a ser o de convergência-β condicional e testá-lo novamente. Ainda que o modelo de convergência absoluta tenha apresentado resultados que suporte a hipótese da convergência aconselha-se a estimação do modelo condicional, porque a velocidade da convergência tende a ser subestimada no modelo absoluto, justamente pela ausência de outras variáveis importantes no processo de convergência.

A análise da convergência-β absoluta começou também por uma abordagem gráfica e qualitativa. Acemoglu (2009) e Barro e Sala-i-Martin (2004) sugerem a construção de gráficos que contenham no eixo horizontal a taxa de crescimento da produtividade entre o momento inicial e final da serei histórica considerada e, no eixo vertical, o nível inicial da produtividade. Se existe a possibilidade da convergência, então é de se esperar que os dados plotados remetam a uma reta negativamente inclinada, indicando que os estados que inicialmente tinham menor nível de produtividade apresentaram uma taxa de crescimento mais elevada que os demais. A análise gráfica para o período 1975-2006 está apresentada na Figura 13, a seguir.

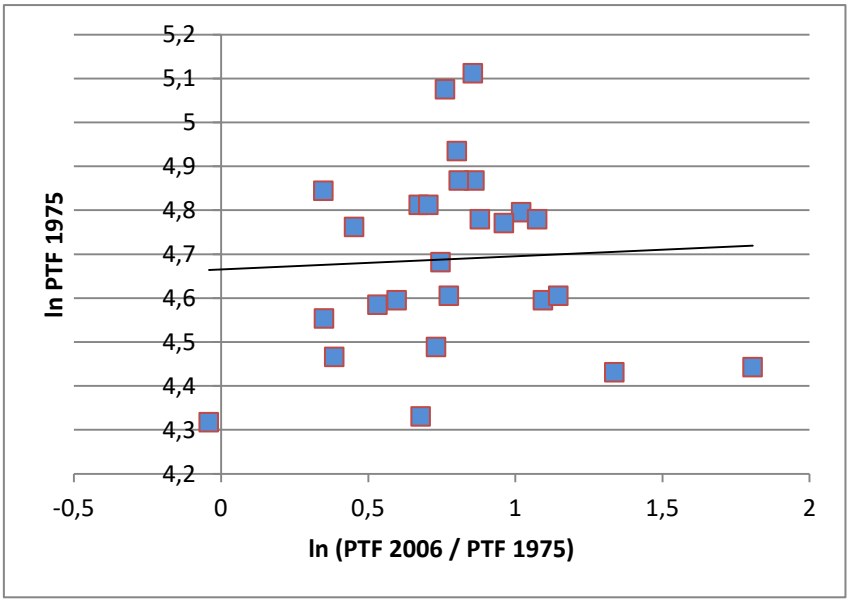

Figura 13. Análise gráfica da convergência-β absoluta entre os estados brasileiros 1975-2006
Fonte: elaboração própria

Visualmente não se detectou uma tendência negativa na Figura 13, podendo indicar a não ocorrência da convergência-β no período 1975-2006 entre os estados[16] brasileiros. A figura anterior contraria a evidência apresentada por Afonso (2017) que fez o mesmo gráfico, mas para o período 1990-2014 e encontrou uma reta negativamente inclinada suportando, ainda que de modo informal, a hipótese da convergência. Algumas considerações a respeito da Figura 13 devem ser feitas: ela retrata somente o ano inicial -1975 - e o final do período

[16] O estado do Tocantins não foi levado em consideração por não ter sua série de dados completa para o período selecionado.

analisado – 2006 – desconsiderando a trajetória ocorrida ao longo dos demais anos censitários. A figura assemelha-se mais a um gráfico do tipo "cross-section", quando o mais adequado para a presente tese seria analisar a evolução da taxa de crescimento em cada um dos períodos censitários, coincidindo com a metodologia proposta de utilizar dados em painel. A partir do entendimento que a melhor opção gráfica seria acompanhar a evolução da taxa de crescimento e do nível inicial da produtividade total dos fatores em cada um dos Censos foram elaboradas as Figuras numeradas de 14 a 17, a seguir.

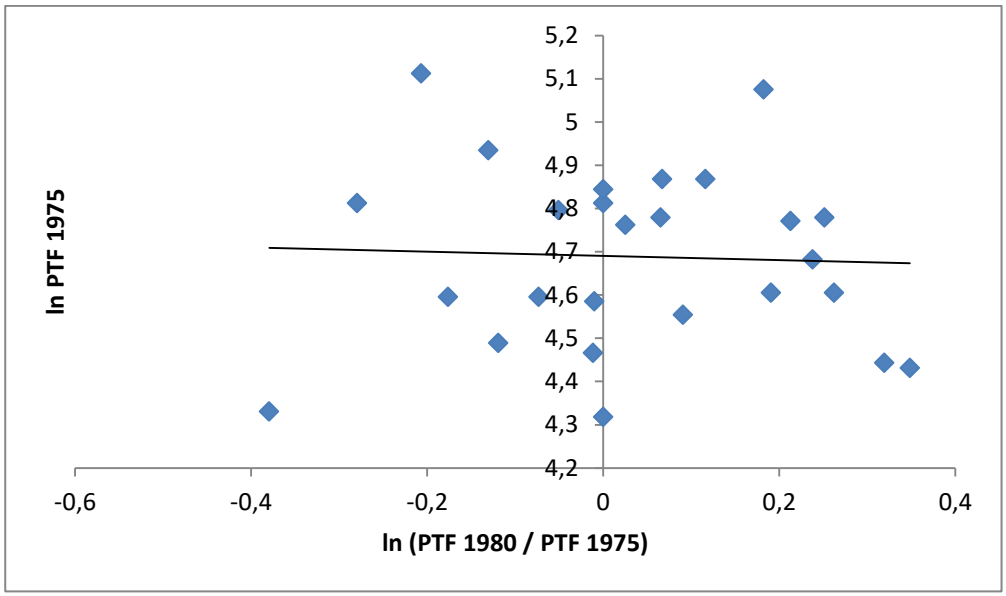

Figura 14. Análise gráfica da convergência-β absoluta entre os estados brasileiros no subperíodo 1975-1980

Fonte: elaboração própria

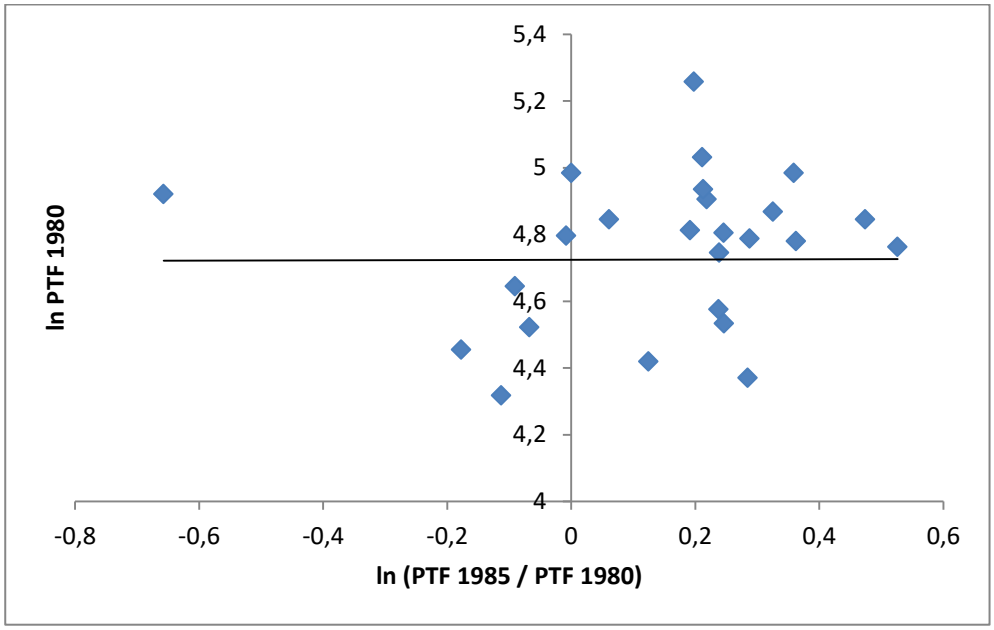

Figura 15. Análise gráfica da convergência-β absoluta entre os estados brasileiros no subperíodo 1980-1985

Fonte: elaboração própria

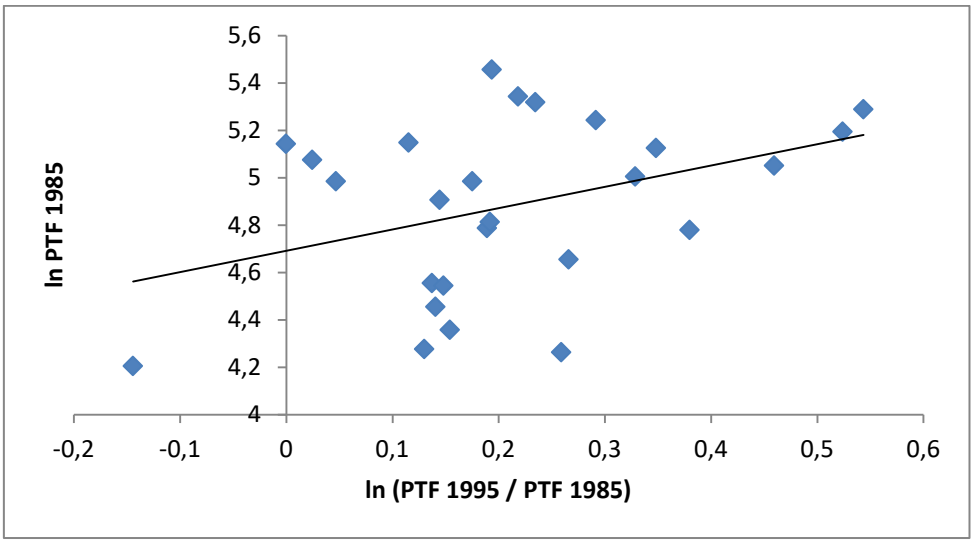

Figura 16. Análise gráfica da convergência-β absoluta entre os estados brasileiros no subperíodo 1985-1995
Fonte: elaboração própria

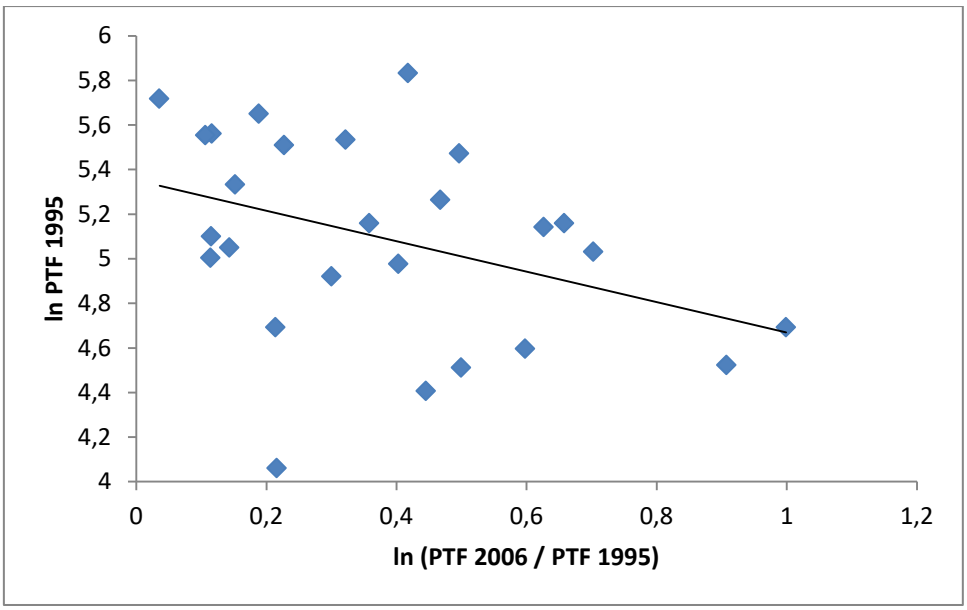

Figura 17. Análise gráfica da convergência-β absoluta entre os estados brasileiros no subperíodo 1995-2006
Fonte: elaboração própria

A primeira observação a ser feita das figuras numeradas de 14 a 17 é a de que a reta traçada é tão somente uma tendência obtida através de uma estimativa de regressão simples via mínimos quadrados ordinários para cada subperíodo, logo ela é útil no sentido de indicar uma possível tendência, mas não como uma estimativa formal de convergência. Por se tratarem de figuras que levam em consideração apenas um fator explicativo, a produtividade no momento inicial, pode-se incorrer então no problema da variável omitida. Tais razões justificam a análise gráfica somente como uma abordagem intuitiva, e não formal da convergência.

Entre 1975-1985 observou-se certa estabilidade em relação às taxas de crescimento interestaduais e o nível inicial da produtividade, ainda que na figura do subperíodo 1975-1980 haja uma leve inclinação negativa. Chama

atenção os dois subperíodos subsequentes que apresentaram tendências diametralmente opostas. Entre 1985-1995 a tendência foi de divergência, ou seja, os estados que possuíam um nível da PTF maior tenderam a crescer mais do que aqueles que possuíam um nível menor. Uma possível explicação para o aumento da disparidade pode ser encontrada juntando os resultados obtidos pelas Figuras 10 e 16. Na primeira figura demonstrou-se que um seleto grupo formado por Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Roraima acumularam taxas de crescimento da PTF acima da média nacional, enquanto que outro grupo de estados formado por Acre, Bahia, Rio de Janeiro e Amazonas, acumulou decrescimento da Produtividade Total dos Fatores. Essa tendência de um grupo "puxar" a reta de tendência para cima e outro "arrastar" a média das observações para baixo pode ter resultado na inclinação positiva da reta descrita pela Figura 16.

No período 1995-2006 houve uma tendência de convergência da PTF entre os estados, dada pela inclinação negativa da reta traçada na Figura 17. Os dados da última figura e os da Figura 10 podem ser comparados para possibilitar uma explicação para essa tendência convergente. No referido período os estados do Mato Grosso do Sul, Paraná, Goiás e o Distrito Federal, que formavam o grupo com taxas crescimento da PTF acima da média nacional, cresceram a uma velocidade menor, vale dizer abaixo da média nacional. Já o Maranhão, Sergipe, Espírito Santo, Alagoas e Rondônia, que cresceram abaixo da média nacional entre 1985-1995, obtiveram crescimento acima dela entre 1995-2006, mesma situação vivenciada por Acre e Bahia. O crescimento produtivo desses dois últimos estados foi ainda mais importante porque acumularam decrescimentos produtivos consecutivos nos períodos 1975-1980 e 1980-1985.

Outro fato que se evidenciou nas Figuras 14 a 17 foi que o número de estados que tiveram taxas de crescimento negativo foram se reduzindo ao longo dos subperíodos, ao ponto em que entre 1995-2006 todos os estados considerados obtiveram taxas positivas de crescimento da Produtividade Total dos Fatores. Deve-se averiguar se a taxa de crescimento dos estados que possuíam um nível inferior de produtividade foi suficientemente grande para gerar uma convergência interestadual da PTF, tanto em termos absolutos quanto condicionais.

A estimação do modelo de convergência-β realizou-se testando primeiramente a hipótese da convergência absoluta. Foram realizados os testes para detecção do modelo que possuía o melhor ajuste, se o modelo com dados empilhados, Efeitos Fixou ou Efeitos Aleatórios. Caso se verifique a hipótese da convergência se procederá com os cálculos da velocidade de convergência e de meia vida. Na sequência os mesmos procedimentos foram adotados para a estimativa do modelo de convergência-β condicional. O primeiro modelo testado foi o com dados empilhados ("pooled"), seguindo a equação (4.2) descrita na metodologia, cujos resultados encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados do modelo de convergência-β absoluta utilizando modelo de dados empilhados

	Coeficiente	*Erro Padrão*	*Estatística t*	*p-valor*
Constante	−0,00244910	0,0377607	−0,06486	0,9488
ln PTF (t-1)	0,00563895	0,00800282	0,7046	0,4876
R-quadrado	0,002197	-	-	
F(1, 25)	0,496489	-	-	0,48756
Durbin-Watson	1,632282	-	-	-

Fonte: elaboração própria

A regressão utilizando a metodologia de dados empilhados não obteve um bom ajuste, o coeficiente R-quadrado foi extremamente baixo, além do mais o teste conjunto das variáveis do modelo – teste F – aponta que o modelo não é estatisticamente significativo. O valor do parâmetro de lnPTF (t-11), responsável por testar a hipótese da convergência, foi não significativo e com sinal positivo, sendo ele o inverso daquele esperado segundo a teoria da convergência-β absoluta. No intuito de aperfeiçoar o modelo foram incluídas três binárias temporais, mantendo o período 1975-1980 como base. O novo modelo estimado é um aperfeiçoamento daquele proposto pela equação (4.2) e o método de estimação continuou o de dados empilhados.

Tabela 7. Resultados do modelo de convergência-β absoluta com binárias temporais pelo método de dados empilhados

	Coeficiente	*Erro Padrão*	*Estatística t*	*p-valor*
Constante	0,0648999	0,0715744	0,9067	0,3732
lnPTF(t-1)	−0,0125370	0,0159222	−0,7874	0,4385
dt(2)	0,0247998	0,0124861	1,986	0,0581
dt(3)	0,0164209	0,00885872	1,854	0,0756
dt(4)	0,0357252	0,012761	2,8	0,0097
R-quadrado	0,114372	-	-	-
F(4, 25)	4,095128	-	-	0,010932
Durbin-Watson	1,468917	-	-	-

Fonte: elaboração própria

A inclusão das binárias temporais, representadas por dt(2), dt(3) e dt(4), aumentaram o poder explicativo do modelo, uma vez que a estimativa do R-quadrado aumentou quando comparada àquela obtida pelo modelo anterior, bem como o teste F valida ao nível de 5% o modelo proposto pela Tabela 7. As variáveis binárias temporais foram estatisticamente significativas, a do período 1995-2006 ao nível de 1%, enquanto que as referentes ao segundo, período 1980-1985 (dt2) e a do terceiro período 1985-1995 (dt3), podem ser consideradas significativas caso considerado um nível de significância de 10%. Outro sinal de melhora foi a de que o coeficiente da variável independente apresentou o sinal teoricamente desejável, mas não foi estatisticamente significativo.

Como explicado na seção referente à metodologia, utilizar o método de dados empilhados pode não ser o mais adequado para estimação de um painel. Ainda que o modelo com variáveis binárias tenha incrementado o poder explicativo os parâmetros estimados continuaram não significativos. Para aperfeiçoar a metodologia pode-se testar a viabilidade dos métodos dos Efeitos Fixos e dos Efeitos Aleatórios. A Tabela 8, a seguir, demonstra os resultados dos testes de identificação do melhor modelo para o modelo de convergência-β absoluta, sendo que o Teste de Chow contrapõe os modelos empilhados e de Efeitos Fixos, tendo como hipótese nula que o modelo de dados empilhados seria preferível ao de Efeitos Fixos, enquanto a hipótese nula do Teste de Hausman é a de que o melhor modelo seria o de Efeitos Aleatórios. Dessa forma, rejeitar ambas as hipóteses nulas embasaria a tomada de decisão pelo modelo de Efeitos Fixos.

Tabela 8. Teste de Chow e Teste de Hausman para diagnóstico de modelo para dados em Painel

Teste	Estatística do Teste	p-valor
Teste de Chow	3,34508	0,00
Teste de Hausman	103,305	0,00

Fonte: elaboração própria

As estimativas dos parâmetros dos modelos apresentados nas Tabelas 6 e 7geravam indícios de que o modelo de dados empilhados poderia não ser o mais adequado para estimação. O Teste de Chow da Tabela 8 confirma tal suspeita, rejeita-se ao nível de significância de 1% que o modelo pooled é o mais indicado, validando a estimativa por meio do método de Efeitos Fixos. Quando se teste o método de Efeitos Aleatórios versus o de Efeitos Fixos, realizado pelo Teste de Hausman, a hipótese nula também é rejeitada, logo o modelo de Efeitos Fixos novamente é o mais adequado. Os resultados obtidos pelos testes de diagnóstico para dados em painel não são apenas estatisticamente significativos, mas estão em consonância com a teoria econométrica exposta por Gujarati (2006), segundo tal autor o modelo de Efeitos Aleatórios é o mais indicado quando os dados são obtidos através de amostragem aleatória, caso bastante diferente dos dados utilizados nesse trabalho, obtidos por meio de pesquisa censitária. Ainda de acordo com Gujarati (2004) o modelo de Efeitos Fixos permite uma estimação mais robusta quando se suspeita que um fator não observável persistente ao longo do tempo esteja correlacionado com os regressores, como por exemplo, a habilidade intrínseca de cada estado. Tendo em vista que o teste de especificação apontou o modelo de Efeitos Fixos foram estimadas as equações (4.2), (4.3) e variações dessa última equação adicionando binárias temporais e mudanças no formato funcional da variável crédito para obtenção de um melhor ajuste. Os resultados do modelo de convergência-β absoluta, descrita por (4.3), estimados a partir do método de Efeitox Fixos podem ser conferidos na Tabela 9.

Tabela 9. Resultados do modelo de convergência-β absoluta pelo método de Efeitos Fixos

	Coeficiente	Erro Padrão	Estatística t	p-valor
Constante	0,203808	0,0502185	4,058	0,0004
lnPTF(t-1)	-0,0376584	0,0105418	-3,572	0,0015
R-quadrado LSDV	0,228392	-	-	-
R-quadrado por dentro	0,071249	-	-	-
Estatístico teste F	12,7612	-	-	0,00147
Estatística do teste Durbin-Watson	1,77579	-	-	0,131671

Fonte: elaboração própria

Analisando a estimativa do R-quadrado LSDV e o teste geral de validação do modelo, teste F, nota-se que, de fato, o método dos Efeitos Fixos elevou a qualidade de ajustamento do modelo. A estimativa do R-quadrado LSDV permite afirmar que 22,83% da variação da variável dependente pode ser explicada pelo nível inicial da PTF no subperíodo em questão. Esse valor do R-quadrado foi substancialmente superior em relação ao obtido nos modelos com dados empilhados. O teste F permite concluir que o modelo é estatisticamente significativo a 1%, já o

teste-t aplicado à variável independente conclui que ela também é estatisticamente significativa a 1%. O parâmetro da variável lnPTF (t-1) é homocedástico, haja vista foi estimado pelo método de erros robustos de White, bem como é não autocorrelacionado serialmente com o termo de erro, o que pode ser comprovado pelo p-valor do teste de Durbin Watson.

Outro fato que merece destaque é que além da variável explicativa ser estatisticamente significativa, ela apresentou um valor estimado inferior à zero, ou seja, há evidências de convergência-β absoluta para a PTF da agropecuária brasileira no período 1975-2006. O valor estimado do parâmetro β foi bastante pequeno (-0,037) o que indica uma convergência lenta rumo ao ponto de equilíbrio de longo prazo. Alguns fatores estatísticos podem contribuir para uma estimativa tão baixa desse parâmetro, sendo o principal deles a omissão de variáveis explicativas relevantes. As estimativas apresentadas nas tabelas 5 e 7 apontam que as variáveis temporais tiveram influência significativa sobre a dinâmica do crescimento da Produtividade Total dos Fatores, portanto estimou-se o modelo de Efeitos Fixos com a inclusão de variáveis binárias temporais, mantendo o período 1975-1980 como base de comparação. Os resultados obtidos estão relatados na Tabela 10, a seguir.

Tabela 10. Resultados do modelo de convergência-β absoluta com binárias temporais pelo método de Efeitos Fixos

	Coeficiente	*Erro Padrão*	*Estatística t*	*p-valor*
Constante	0,558877	0,092158	6,064	0,0001
lnPTF(t-1)	-0,119803	0,0199602	-6,002	0,0001
dt(2)	0,0286424	0,0104867	2,731	0,0114
dt(3)	0,0371661	0,00894134	4,157	0,0003
dt(4)	0,0791689	0,012708	6,23	0,0001
R-quadrado LSDV	0,584231	-	-	-
R-quadrado por dentro	0,499557	-	-	-
Estatística do teste F	36,0252	-	-	0,00
Estatística do teste de Wald	46,6357	-	-	0,00
Estatística do teste Durbin-Watson	1,763570	-	-	0,133326

Fonte: elaboração própria

A inclusão das variáveis binárias temporais, descritas na tabela anterior por dt(2); dt(3) e dt (4), trouxe pelo menos dois efeitos notáveis para o novo modelo. O valor do R-quadrado obtido indica que 58,4% da variação da variável dependente pode ser explicada pela variação dos regressores, valor esse muito superior comparativamente aos obtidos em todos os outros modelos estimados. O teste de Wald rejeita a hipótese nula de que as binárias temporais sejam estatisticamente iguais a zero, adensando a importância da inclusão delas na modelagem. O segundo efeito percebido foi o aumento, em valor absoluto, do estimador da convergência que passou de -0,0376, no modelo da Tabela 9, para -0,1198 na modelagem atual, fato que implica um aumento na velocidade de convergência interestadual e, consecutivamente, uma redução no valor da meia-vida do processo de convergência. As variáveis explicativas foram significativas ao nível de 1%, exceção feita à binária temporal dt(2)que, a rigor, foi estatisticamente significativa à 5%. Ademais, os regressores são homocedásticos porque foram estimados com o método de correção

de erros robustos de White, bem como não há evidências de autocorrelação, haja vista o teste de Durbin-Watson apresentou um p-valor de 0,18, não rejeitando a hipótese nula de ausência de autocorrelação. O teste conjunto dos regressores, teste-F, rejeita a hipótese nula, a 1% de significância, de que todos eles sejam estatisticamente iguais a zero, corroborando a robustez da modelagem.

Os modelos estimados por meio de Efeitos Fixos, mais especificamente o que leva em consideração as binárias temporais, indicaram um processo de convergência-β absoluta para a agropecuária brasileira, desta forma, os estados que possuíam um menor nível de produtividade tendem a se aproximar daqueles que possuíam elevados níveis de produtividade. Antes de calcular a velocidade da convergência e a meia-vida do processo, que é o tempo necessário par que se complete a metade dos anos necessários para a convergência, deve-se examinar se existem outras variáveis que podem contribuir para a convergência. Nos capítulos anteriores foi levantada a hipótese de que o financiamento, através do crédito agrícola, poderia ser uma variável importante na compreensão da convergência, porque permite ao agropecuarista custear o pagamento da mão de obra, comercializar a produção e adquirir os insumos modernos, como tratores, colheitadeiras, fertilizantes, pesticidas e implementos necessários para o aumento da Produtividade Total dos Fatores. Ao incluir a variável explicativa do crédito rural o modelo de convergência passa a ser, como denominado por Acemoglu (2009) e Barro e Sala-i-Martin (2004), de modelo de convergência-β condicional, cujas estimativas tem por finalidade testar a hipótese de que a variável exógena adicional realmente contribuiu no processo de convergência bem como se ela foi capaz de aumentar a velocidade de convergência. Estimou-se então, por meio de Efeitos Fixos, a equação (4.3) proposta na seção de metodologia, entretanto a variável $\ln(Cred_{it-1})$ não foi estatisticamente significativa.

Porém Bacha (2012), Gasques et al (2010), Gasques et al (2004) e Vian et al (2013) enfatizaram a importância do crédito rural como um dos pilares do desenvolvimento do agronegócio brasileiro. Afonso (2017) também incluiu a defasagem do logaritmo do crédito rural como variável exógena em sua análise de convergência-β condicional e encontrou um impacto positivo dela na taxa de crescimento da PTF, todavia a variável foi significativa ao nível de 10%. Como a literatura indica a importância dessa variável foram testadas outras formas funcionais, seguindo a sugestão de Gujarati (2006), Greene (2012) e Wooldridge (2014), optou-se por um modelo log-linear, no qual a variável dependente, que é a taxa de crescimento da PTF, está em sua forma logarítmica, e as variáveis dependentes podem estar tanto na forma logarítmica quanto em nível. Em síntese, o modelo estimado é uma variação sutil do apresentado por (4.3), sendo a única diferença a estimação do coeficiente da variável crédito, a qual foi introduzida no modelo em nível, ao invés de em sua forma logarítmica.

Tabela 11. Resultados do modelo de convergência-β condicional pelo método de Efeitos Fixos

	Coeficiente	*Erro Padrão*	*Estatística t*	*p-valor*
Constante	0,536663	0,0869787	6,17	0,0001
lnPTF(t-1)	-0,117063	0,0190539	-6,144	0,0001
Cred(t-1)	1,006E-11	2,97E-12	3,386	0,0023
dt 2)	0,0240995	0,0108824	2,215	0,0361
dt (3)	0,0395707	0,00933591	4,239	0,0003
dt (4)	0,0837211	0,0131891	6,348	0,0001
R-quadrado LSDV	0,605752	-	-	-
R-quadrado por dentro	0,525461	-	-	-
Estatística teste F	18,8732	-	-	0,00
Estatística do teste de Wald	45,3388			0,00
Estatística do teste Durbin-Watson	1,772490	-	-	0,100419

Fonte: elaboração própria

A mudança da forma funcional permitiu detectar a importância da variável crédito na convergência da Produtividade Total dos Fatores, uma vez que ela obteve o sinal esperado, positivo, e foi estatisticamente significativa ao nível de 1%, pode-se afirmar que aumentos na demanda por crédito rural por parte dos agropecuaristas faz com que a produtividade se eleve. Como a variável crédito foi inserida no modelo em sua forma linear é necessário multiplicar o valor de seu parâmetro estimado por cem para que ela possa ser interpretada como uma elasticidade. Ao realizar tal multiplicação descobre-se que um aumento de 1% na demanda de crédito faz com que a taxa de crescimento da produtividade aumente em 0,000000001% ao ano. Não foi observado aumento, em termos absolutos, do valor do parâmetro que mensura a convergência – lnPTF(t-1) – indicando que o crédito apesar de influenciar positivamente na convergência, não impulsiona a velocidade de convergência dela. O modelo da convergência-β condicional exibe um bom ajustamento aos dados, haja vista o razoável valor obtido para o R-quadrado, significância estatística a 1% para o teste-F e ausência tanto de autocorrelação quanto de heterocedasticidade. Por fim, é importante testar se o modelo de convergência condicional não possui o problema da multicolinearidade. Aplicou-se o Teste do Fator de Inflação da Variância (FIV), cujos resultados estão disponíveis na Tabela 12. Os valores da estatística VIF nunca podem ser inferiores à unidade, ao passo que valores acima de 10 indicam que a variável em questão pode estar causando multicolinearidade no modelo. Como se pode observar, nenhuma das variáveis explicativas do modelo de convergência condicional atingiu tal valor, não havendo evidências de multicolinearidade.

Tabela 12. Teste do Fator de Inflação da Variância (FIV)

Variável	Valor do FIV
lnPTF(t-1)	3,24
Cred(t-1)	6,50
dt(2)	1,65
dt(3)	1,79
dt(4)	2,77

Fonte: elaboração própria

Com base nas tabelas 9, 10 e 11 que correspondem respectivamente aos modelos de convergência-β absoluta, convergência-β absoluta com binárias temporais e convergência-β condicional, foi calculada a taxa anual de convergência, descrita pela equação (4.10), e a meia-vida para o processo de convergência, explicada pela equação (4.11). A tabela a seguir apresenta os valores obtidos.

Tabela 13. Taxa anual de convergência e tempo de Meia-Vida do processo de convergência da agropecuária brasileira (1975-2006)

Modelo	Taxa anual de convergência (em %)	Meia-vida (em anos)
Absoluto	0,1238252	559
Absoluto com binária temporal	0,4116437	168
Condicional	0,4016175	172

Fonte: elaboração própria

Os resultados apontam um processo de convergência bastante lento, independente de qual modelo econométrico seja utilizado como referência. Claramente o modelo de convergência absoluta não é o mais indicado, porque foi o que apresentou as estatísticas mais baixas para o R-quadrado, apesar de ser estatisticamente significativo. Nesse modelo a taxa anual de convergência foi de 0,0012% ao ano, um valor extremamente baixo, implicando num tempo de meia-vida de 559 anos, um período muito superior a todas as outras estimativas já obtidas em estudos de convergência. Como já explicado, esses valores estão subestimados pela falta de variáveis importantes no modelo, logo as principais análises devem se concentrar nas estimativas dos modelos com binárias temporais e no de convergência-β condicional.

Comparando os resultados descritos pela tabela anterior entre os modelos de convergência absoluta com binárias temporais e o modelo condicional, nota-se que ambos apresentaram estimativas próximas tanto para a taxa anual de convergência, sendo de 0,41% ao ano no primeiro caso e de 0,40% no segundo, quanto para o processo de meia vida, 168 anos no caso absoluto e 172 anos no condicional. Apesar de próximos, os resultados apontam que o modelo absoluto com variáveis binárias poderia estar superestimando levemente a estimativa da convergência por não levar em consideração o crédito agrícola, variável que foi estatisticamente significativa, apesar de seu baixo impacto no aumento da PTF.

5.2. Discussão dos resultados

Expostos os resultados dos testes de convergência faz-se necessário discuti-los. A discussão se dividirá em três partes, sendo a primeira uma comparação entre os resultados obtidos e os modelos teóricos apresentados no Capítulo 2. Na sequência se discute uma aparente contradição nos resultados obtidos entre as estimativas de convergência-σ e convergência-β condicional e, por fim, os valores dos parâmetros estimados serão comparados com outros trabalhos de convergência na agropecuária brasileira, de forma ainda mais específica o trabalho de Afonso (2017), referência mais recente que tratou da convergência da PTF na agropecuária.

Três teorias, a Dualista; a da Heterogeneidade Estrutural e as Teorias de Crescimento Econômico foram utilizadas para embasar o presente trabalho. Tal qual resumido pela Figura 1, as teorias Dualista e as Teorias do Crescimento Econômico possuem alguns pontos de concordância, fundamentalmente no que se refere à tendência da produtividade setorial ao longo do tempo a teoria dualista clássica, de Ranis e Fei (1961) e Jorgenson (1961), apontava para uma homogeneização, enquanto a interpretação de Paiva (1971) era a de que poderia coexistir no mesmo setor produtores com maior produtividade do que outros, mas que tal diferença poderia ser reduzida com o avanço da modernização no campo. Já a Teoria do Crescimento Econômico não utilizou a palavra homogeneização, mas convergência. A diferença não é apenas semântica, uma vez que a essa teoria não garante que a produtividade interestadual tenderia a se igualar, porque mesmo após o período necessário para que os estados completassem a transição rumo ao estado de equilíbrio estacionário poderia restar diferenças entre eles.

Os resultados das estimativas de convergência-β, tanto absoluta quanto condicional, indicam um lento processo de convergência, mas não necessariamente de homogeneização. Dessa forma os resultados corroboram os argumentos da Teoria do Crescimento Econômico, porém faz-se um alerta de que durante, e mesmo após, o período de convergência as diferenças interestaduais da PTF podem persistir, ainda que em menor grau. Logo a argumentação de Paiva (1971), da coexistência de regiões com diferentes níveis de produtividade, em consequência do variado grau de modernização, auxilia a explicar o processo de transição. Por outro lado a Teoria da

Heterogeneidade Estrutural, explicada por Pinto (1970), Nohlen e Sturm (1982) e CEPAL (2010) haveria um afastamento entre o polo de maior produtividade em relação ao de menor, ou seja, ocorreria um aumento da amplitude total da produtividade. As Figuras 6, 7, 8 e 9 do capítulo 3 mostravam que, para além de um aumento na distancia do nível da PTF, durante alguns períodos, nenhum estado conseguiu transitar do grupo de produtividade abaixo da média para o grupo com produtividade acima dela. Os resultados da regressão para convergência-σ apontaram que não há evidências de redução da variância interestadual, ao contrário, ela aumentou entre 1975-2006.

Os resultados obtidos parecem, aparentemente, contraditórios. Para esclarecer tais resultados e dar uma interpretação do que ocorreu com a evolução da PTF agropecuária brasileira durante esse período pode-se recorrer a dois tipos de explicação, sendo uma justificativa formal e outra através de uma análise de cunho qualitativo. Formalmente Acemoglu (2009) e Barro e Sala-i-Martin (2004) demonstraram que a convergência-σ implica em convergência-β, mas a recíproca não é verdadeira, dessa forma não há qualquer problema em termos estatísticos dos resultados encontrados. Embasados por tal implicação matemática os trabalhos aplicados, expostos na seção 3.1 do capítulo 3, sequer testaram a hipótese da convergência-σ, exceto o trabalho de Lopes (2004) que realizou tal modelagem para testar a convergência da produtividade da terra em determinadas culturas produtivas da agricultura. O trabalho de Lopes (2004) também encontrou evidências de divergência do nível da produtividade para diversos produtos agrícolas e convergência-β para outros, entretanto a autora não avançou na explicação do porque de tais resultados.

Uma segunda tentativa de explicação para os resultados é de que, para compreender a evolução da PTF agropecuária brasileira é necessário levar em consideração tanto a análise sigma quanto beta. O primeiro ponto que chama atenção na análise da convergência-β é a velocidade de convergência, em torno de 0,40% ao ano, indicando uma convergência, em termos da taxa de crescimento da PTF, bastante lenta. Parte dessa lentidão pode ser explicada se somada aos resultados da convergência-σ e aos dados apresentados na Figura 10. O processo brasileiro de convergência-β não ocorreu tais quais os livros-textos de análise de convergência, onde homogeneamente os estados mais desenvolvidos crescem a taxas menores e os menos desenvolvidos crescem de forma superior à média. A Figura 9 ilustrou a formação de alguns padrões, dentre os quais a formação de um grupo líder, composto por Mato Grosso; Roraima; Santa Catarina e Mato Grosso do Sul que apresentaram crescimento da PTF acima da média da nacional e muito acima dos demais estados. Outro grupo, constituído entre Minas Gerais, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, conseguiram apresentar, a partir de 1980, crescimento acima da média nacional, entretanto no intervalo entre 1975-1980 esses estados decresceram produtivamente. Pode-se concluir que durante um determinado período tais estados tiveram que lutar para retomar o patamar anterior da produtividade e, apenas posteriormente, se aproximaram dos líderes. Esse tempo necessário para retomar o antigo nível de produtividade permitiu que os estados líderes se distanciassem.

A brecha entre o primeiro grupo, de maior aumento na taxa de crescimento da PTF, e o formado por estados como Acre, Bahia, Rio de Janeiro e Amazonas pode ter sido ainda maior, porque esse último grupo obteve sistematicamente decrescimentos da produtividade. Apenas Bahia e Acre conseguiram ter taxas de crescimento expressivas, todavia concentradas entre 1995-2006. O caso do Amazonas foi ainda mais crítico, acumulou sucessivas quedas no nível da produtividade e mesmo no Censo Agropecuário (2006) seu índice era inferior ao de 1975. Pode-se suspeitar que esse grupo "retardatário" contribuiu tanto para a queda na velocidade de convergência quanto para um aprofundamento das disparidades do nível da PTF, reforçando o resultado de divergência na análise da convergência σ.

Uma inferência que se tira das análises realizadas nos últimos dois parágrafos é a de que os resultados de divergência-σ e convergência-β não são contraditórios, mas relatam uma convergência peculiar da agropecuária brasileira, na qual pode ter ocorrido a formação de clubes de convergência, com distintas velocidades e, possivelmente, diferentes estados estacionários de equilíbrio[17]. As figuras numeradas de 14 a 17 também reforçam a argumentação de que o processo de convergência não foi homogêneo, pois se assim o fosse a reta de tendência declinaria ano após ano. Na verdade o que se observou foi uma reta pouco inclinada entre 1975-1980, praticamente horizontal entre 1980-1985, uma nítida divergência entre 1985-1995 e um processo de convergência entre 1995-2006. Novamente a Figura 9 ajuda na compreensão do fenômeno, porque mesmo entre os estados que tenderam a se aproximar dos mais eficientes notou-se um subconjunto que oscilou, hora acima da média, hora abaixo e, especialmente durante a década de 1980, com decrescimento da produtividade. Entre esses estados estavam o Amapá, Maranhão, Sergipe e Pará.

Na literatura um resultado semelhante foi obtido por Poudel, Paudel e Zilberman (2011) que analisaram a hipótese da convergência da PTF entre os estados Norte-americanos e não encontraram evidências nem de convergência-σ, nem convergência-β quando a modelagem leva em consideração o conjunto completo de estados. Pela grande disponibilidade de dados, tanto em termos de série temporal quanto de cross-section, os autores puderam fazer uma análise de cluster e através dela identificaram grupos de estados convergentes. O trabalho de Vieira Filho e Fornazier (2013) apontava que o Brasil reduziu sua brecha produtiva em relação aos Estados Unidos, ainda que esse país tenha um nível de produtividade ainda superior, mas que seria necessário investigar se entre os estados brasileiros tal problema estava se reduzindo. A presente tese contribuiu no sentido de testar e obter resultados que indicam o fechamento dessa lacuna, mas com a ponderação de que o processo de convergência, ou de redução da brecha produtiva na linguagem cepalina, ocorreu com as peculiaridades já apresentadas.

Com relação aos valores dos parâmetros estimados comparativamente aos trabalhos já publicados cabem alguns comentários, dos quais o primeiro se refere ao valor da velocidade de convergência e, consecutivamente do valor da Meia-vida, e o segundo refere-se ao valor do parâmetro do crédito rural. O valor da taxa anual de convergência encontrado nesse trabalho, levando em consideração o modelo de efeitos fixos para convergência-β condicional, foi de 0,40% ao ano, o que resulta em um tempo de meia-vida de 172 anos. Os valores encontrados podem ser comparados com os de Afonso (2017) porque utilizaram a mesma metodologia, apesar dos períodos temporais diferirem, uma vez que esse trabalho testou a convergência da PTF interestadual entre 1990 e 2014 e obteve uma velocidade de convergência de 0,67% ao ano e uma meia-vida de 103 anos. A comparação entre os valores estimados permite dizer que o processo de convergência da agropecuária brasileira continua lento, ainda que tenha se acelerado nos últimos anos. As Figuras numeradas de 14 a 17 indicavam que o processo de convergência foi mais acentuado entre 1995-2006, já o trabalho de Afonso (2017) complementa temporalmente a estimação e confirma a tendência à convergência afirmando de modo prudente que, ainda que haja convergência, restariam diferenças interestaduais no nível da Produtividade Total dos Fatores.

Afonso (2017) também testou o impacto do crédito rural sobre a Produtividade Total dos Fatores, tal qual o presente trabalho. Ambos encontraram um impacto positivo, uma vez que o aumento no crédito rural impulsiona a taxa de crescimento da PTF. Entretanto o parâmetro do crédito estimado por Afonso (2017) foi significativo a 10%,

---

[17] Para testar tais hipóteses seriam necessários métodos econométricos e estatísticos que fogem aos utilizados nessa tese, bem como fogem ao objetivo principal do trabalho.

enquanto o estimado nesse trabalho foi significativo à 1%, ademais a elasticidade encontrada por Afonso (2017) foi de 0,017%, enquanto que a presente tese encontrou uma elasticidade de 0,000000001%, um valor significativamente menor. O baixo valor estimado pode ser explicado em razão das oscilações que o crédito sofreu ao longo dos períodos censitários. Sabe-se que entre 1975-1980 houve expansão da oferta de crédito, mas de 1980 até 1995 a tendência foi de grande declínio. Os motivos para a queda do crédito rural durante a década de 1980 foram discutidos por diversos autores, mas pode-se citar o trabalho de Bacha (2012) que sintetizou boa parte deles, os quais geralmente atribuem à crise fiscal e inflacionária brasileira ocorrida nesse período, que só foi resolvida a partir da do Plano Real em 1994. Ainda de acordo com Bacha (2012), a partir da década de 1990 uma mudança na forma de gerir o crédito agrícola, dando maior liberdade ao produtor para negociar com o setor privado, permitiu uma retomada do financiamento, ainda que num patamar inferior ao vigente anteriormente.

Outra diferença não explorada em trabalhos que testaram o crédito como elemento explicativo da convergência é a diferença do montante de crédito contratado por estado. Bacha (2012) argumenta que a diferença entre o nível de crédito tomado por cada estado pode estar atrelado a algumas decisões governamentais, entre elas a do governo durante o Regime Militar em priorizar culturas produtivas ligadas à exportação, tais como café, milho e soja. Outra estratégia adotada durante a modernização agrícola brasileira era de dotar o campo de tecnologia através do uso de tratores, colheitadeiras, fertilizantes, corretivos, etc. Bacha (2012) comenta que essa modernização não ocorreu para todos os estados com a mesma intensidade, geralmente concentrou-se justamente naqueles que produziam os gêneros exportáveis.

A Figura 11 demonstrou um padrão que ratifica o argumento de Bacha (2012). Apesar de a tendência ter sido semelhante para quase todos os estados, crescimento da tomada de crédito entre 1975-1980, queda entre 1980-1995 e recuperação a partir de então, notou-se que os estados que mais demandaram crédito também eram aqueles responsáveis pelos produtos de exportação. Argumentou-se no capítulo 3, logo após a plotagem da Figura 11, que três grupos de estados se destacavam: os de alta demanda por crédito, os de média intensidade e os de baixo volume demandado. A maioria dos estados que compõem o primeiro grupo coincide com aqueles que estiveram à frente do crescimento da PTF brasileira, tais como Goiás, Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O estado de Minas Gerais também faz parte desse grupo e conseguiu atingir patamares mais elevados de crescimento produtivo, enquanto que São Paulo e Bahia, apesar da elevada demanda por crédito, não obtiveram taxas tão elevadas de crescimento da PTF, comparativamente aos outros. O segundo grupo aglutinou estados que conseguiram aumentar a velocidade de crescimento da PTF, tais como Espírito Santo, Maranhão, Pernambuco, Ceará, Piauí, Alagoas, Rio Grande do Norte e Paraíba, os quais tiveram uma média intensidade na demanda por crédito. O último grupo, o de baixa demanda por crédito, caracteriza-se também por coincidir com estados que não conseguiram obter crescimento expressivo da PTF, tais como Rio de Janeiro, Amazonas, Acre e Amapá. Fugiram a essa regra os estados de Roraima, Alagoas e o Distrito Federal, que apesar do baixo volume demandado conseguiram atingir maiores taxas de crescimento da produtividade.

As variações da demanda por crédito ao longo do tempo e as diferenças interestaduais na busca por tais recursos elucidam o baixo valor da elasticidade encontrada. Outro fator, de ordem econométrica, pode completar a explicação da baixa elasticidade da PTF em relação ao crédito. Optou-se por uma modelagem parcimoniosa, com um único estimador para o crédito, haja vista o painel de dados não dispunha de grande número de observações. Como ilustrado pela Figura 10, uma modelagem que incluísse variáveis binárias regionais interagindo com o crédito pudesse trazer melhores estimativas, porém diversos graus de liberdade seriam necessários. O trabalho de Barreto e Almeida

(2009) testou a convergência da renda per capita no setor agropecuário brasileiro e utilizou como uma das variáveis explicativas o crédito rural. Na modelagem de efeitos fixos os autores não obtiveram significância estatística para essa variável, mas ao controlarem os efeitos espaciais chegaram a conclusão que o aumento de 1% no crédito aumenta em 0,0007% a taxa de crescimento da renda per capita agropecuária. Ainda que essa tese tenha testado a convergência da PTF e Barreto e Almeida (2009) a da renda per capita agropecuária, nota-se a similaridade de um baixo valor da elasticidade em relação ao crédito.

O trabalho de Gasques et al (2004) estimou o impacto de determinadas variáveis, entre elas o crédito agrícola, sobre a Produtividade Total dos Fatores. Através de uma metodologia de séries temporais com função de impulso-resposta, utilizando dados agregados para o Brasil entre 1975 e 2002, os autores estimaram que um choque de 1% no crédito agrícola faz com que a PTF aumente em 0,05% no primeiro ano após o choque, podendo chegar a um aumento de 0,1% no terceiro período após o choque e retornando ao estado de equilíbrio 5 períodos após o distúrbio inicial. Gasques et al (2004) utilizaram uma metodologia diferente da proposta nessa tese, mas as conclusões quanto a variável de interesse, o crédito e seus efeitos na PTF, foram similares, haja vista ambos constataram uma baixa elasticidade. Ainda de acordo com esses autores, o crédito agrícola governamental para custeio e comercialização foi importante para o crescimento da PTF brasileira, mas ainda mais fundamentais foram as reformas que deram maior agilidade e possibilidade de atuação do setor privado no financiamento da agricultura.. Os autores salientaram a importância da retomada e crescimento do crédito para investimento, responsável por dar novo impulso modernizador no agronegócio brasileiro.

6. CONCLUSÃO

Essa tese se propôs a estudar a dinâmica da Produtividade Total dos Fatores do setor agropecuário brasileiro no intuito de compreender qual a tendência interestadual e temporal desse indicador. Um dos objetivos específicos foi realizar uma modelagem econométrica para testar a hipótese da convergência da PTF agropecuária entre os estados brasileiros no referido período. Entretanto antes de fazer o teste formal, dois outros objetivos específicos foram colocados: revisar a literatura teórica sobre o tema da produtividade e sistematizar trabalhos aplicados à hipótese da convergência na agropecuária brasileira. Os parágrafos que seguem fazem um entrelaçamento entre as teorias estudadas e os resultados obtidos na tese.

A revisão de literatura teórica realizada no Capítulo 2 abordou diferentes interpretações teóricas sobre qual tenderia a ser a dinâmica da produtividade, fosse ela em nível macroeconômico (Solow, 1956; Romer, 1986; Lucas, 1988 e Barro e Sala-i-Martin, 1990), ou ainda em termos setoriais (Lewis, 1954; Ranis e Fei, 1961; Jorgenson, 1961; Paiva, 1971; Pinto, 1971; Nohlen e Sturm, 1982; Cimolli, 2005 e CEPAL, 2010). Vale relembrar que os autores que estudavam a hipótese da convergência macroeconomicamente, chamados no Capítulo 2 de autores da Teoria do Crescimento Econômico e da Nova Teoria do Crescimento, tiveram seus trabalhos adaptados para estudos setoriais, entre eles o agropecuário. Os autores de cunho macroeconômico apontavam para uma tendência à convergência da produtividade, enquanto autores como Lewis, 1954; Ranis e Fei, 1961 e Jorgenson, 1961, que analisaram a produtividade setorialmente, e que receberam o nome de dualistas no capítulo 2, indicavam uma tendência a homogeneização da produtividade intersetorial. Apesar dos termos convergência e homogeneização parecerem sinônimos possuíam significados distintos para os teóricos, haja vista os autores que apontavam para uma convergência admitiam a possiblidade de que algum diferencial de produtividade restaria entre os agentes produtivos, enquanto que os que utilizavam o termo homogeneização chegavam a conclusão de que a produtividade marginal intersetorial, ou, interestadual tenderiam a se igualar. Apesar dessa diferença entre autores da Teoria do Crescimento Econômico e dos Dualistas notou-se uma tendência teórica afirmando em prol da redução das disparidades em termos da produtividade.

Já os teóricos da Heterogeneidade Estrutural, tais como Pinto (1971); Nohlen e Sturm (1982); Cimolli (2005), CEPAL (2010) e Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) discordavam das conclusões das correntes teóricas apresentadas anteriormente. Os primeiros autores da escola cepalina, Pinto (1971) e Nohlen e Sturm (1982), , eram bastante céticos quanto à possibilidade da convergência produtiva dos países latino- americanos em relação aos países desenvolvidos e também não acreditavam na redução das disparidades entre os setores produtivos dos países subdesenvolvidos. Os estudos mais recentes dessa linha, CEPAL (2010) e Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013), citavam uma redução do diferencial de produtividade do Brasil em relação aos EUA, mas ainda alertavam para as grandes disparidades interestaduais. Seriam necessários estudos para investigar se, ao longo do tempo, essa brecha de produtividade interestadual se reduziu.

A grande maioria dos trabalhos aplicados que foram debatidos na primeira seção do capítulo 3, tenderam a reforçar a argumentação de uma convergência da produtividade no setor agropecuário brasileiro. Boa parte desses trabalhos chegou a tal conclusão utilizando índices parciais de produtividade, sendo que apenas o trabalho de Afonso (2017) testou a hipótese da convergência através do índice da Produtividade Total dos Fatores. Apesar de chegar as mesmas conclusões dos trabalhos anteriores, o trabalho de Afonso (2017) avançou em termos de modelagem

econométrica, ao incorporar uma análise econométrica espacial e por ter conseguido calcular o tempo de meia vida necessário para o processo de convergência. A segunda seção do capítulo 3 teve por objetivo analisar a dinâmica da produtividade total dos fatores da agropecuária brasileira através de estatísticas produzidas com os dados de Gasques et al. (2010). De modo qualitativo analisou-se o nível e a taxa de crescimento da PTF entre os estados brasileiros e pode-se deduzir que em relação ao nível da PTF houve um distanciamento entre os estados no período 1975-2006, ao passo que ao observar-se a taxa de crescimento foram encontrados alguns grupos estaduais: o grupo líder, que continha um reduzido número de unidades federativas sempre com taxas de crescimento acima da média nacional; o grupo que se aproximou dos líderes e um grupo cuja taxa de crescimento oscilou ao longo dos anos analisados.

Ainda que de modo qualitativo a referida seção do capítulo 3 esboçou uma dinâmica não homogênea de crescimento entre os estados brasileiros. A análise do nível da produtividade conjuntamente com o da taxa decrescimento permitiu perceber que, principalmente durante a década de 1980, os estados que possuíam um baixo nível da PTF não conseguiram ascender produtivamente enquanto que um reduzido número de estados conseguiu distanciar-se dos demais. Condição ainda mais desfavorável foi a vivenciada por estados que decresceram produtivamente, cujos níveis da PTF foram inferiores aos obtidos anteriormente, acarretando em um decrescimento produtivo e aumentando assim a lacuna produtiva entre os estados brasileiros. No período 1995-2006 alguns estados conseguiram migrar para a categoria de estados com nível e crescimento da PTF acima da média nacional, revertendo em partes a distância criada na década anterior. Essa heterogeneidade em termos do nível e da taxa de crescimento apresentadas ao longo da seção levaram ao interesse, bem como a necessidade, de se testar formalmente a hipótese da convergência interestadual da PTF brasileira.

O teste de convergência dividiu-se em duas partes, sendo que num primeiro momento foi testada a convergência-σ e após as convergências-β absoluta e condicional. Para o primeiro teste foi utilizada uma abordagem com mínimos quadrados ordinários e para o segundo caso um modelo com dados em painel, cujas melhores estimativas foram extraídas dos Efeitos Fixos. Os resultados apontaram não convergência do tipo sigma, dessa maneira a dispersão do nível da produtividade entre os estados brasileiros aumentou entre 1975-2006. A teoria da Heterogeneidade Estrutural foi útil na explicação desse fenômeno, haja vista ela afirmava que haveria uma tendência ao aumento da dispersão da produtividade nos países da América Latina. As estimativas para convergência-β,entretanto, forneceram evidências para convergência tanto absoluta quanto condicional. Dessa forma, apesar de uma maior dispersão, os estados com menor nível de produtividade cresceram a uma taxa que permitiu reduzir o diferencial de produtividade entre eles tal qual apontavam a Teoria do Crescimento Econômico e a Nova Teoria do Crescimento.

Ao analisar conjuntamente esses resultados, aparentemente contraditórios, pode-se compreender melhor a dinâmica do nível e do crescimento da PTF da agropecuária brasileira. O resultado de aumento da dispersão produtiva, que em diversos trabalhos consultados sequer foi testado, não era inesperado, haja vista o panorama traçado pelas figuras numeradas de 6 a 9 do capítulo 3. Os resultados da convergência-β ressaltaram uma tendência convergente, a qual também foi expressa ainda que informalmente pela figura 10. O crédito rural, apesar de altamente significativo, surtiu um efeito bastante reduzido sobre a PTF, tal como argumentado por Gasques et al. (2004). Ao unir as análises de convergência do tipo sigma e beta pode-se concluir que o processo de convergência da PTF agropecuária brasileira ocorreu de modo diferenciado, ou seja, os estados que eram lideres não reduziram suas taxas de crescimento; alguns estados conseguiram alcançar um patamar mais elevado tanto no nível quanto na taxa de crescimento; ao passo que outros ficaram estagnados e/ou declinaram de produtividade, tentando, mas nem sempre tendo êxito em reverter esses maus resultados nas décadas subsequentes. Por mais que o período 1995-2006

tenha demonstrado uma nítida tendência à convergência, uma parte das unidades federativas obteve resultados tão ruins em décadas anteriores que implicou numa meia vida de convergência bastante elevada para o conjunto de estados brasileiros. Entre os fatores que contribuíram para esse elevado tempo de meia vida apontou-se principalmente para os efeitos das políticas públicas, mais especificamente a política do crédito agrícola, uma vez que a distribuição dele favoreceu um grupo de estados em detrimento de outro.

Algumas das limitações dessa tese devem ser reconhecidas. Metodologicamente o painel de dados utilizado foi um tanto quanto limitado pela série temporal disponível, além da ausência do estado do Tocantins cujos dados somente estavam disponíveis a partir do ano censitário de 1985. A inclusão de mais séries temporais como, por exemplo, o ano de 1970 ou ainda a inclusão do estado faltante implicaria numa metodologia de painel não balanceado, a qual pode ser um passo adicional para pesquisas futuras. O cálculo da PTF em nível estadual também pode esconder diferenças importantes dentro do próprio estado e entre os estados, porque dentro e entre eles há uma diversidade muito grande de culturas. Infelizmente são escassos os dados para que se possa calcular, ou estimar, um índice microrregional.

Existe uma agenda de pesquisa que pode ser seguida para complementar e melhorar os resultados e conclusões obtidos nessa tese. Um primeiro ponto seria a inclusão das séries temporais e cortes transversais ausentes, bem como a obtenção do índice da PTF referente ao Censo Agropecuário 2017, cujos dados não estavam disponíveis no momento da redação da tese. Ao integrar tais dados se estará atualizando a pesquisa e melhorando a qualidade dos resultados, bem como será possível observar a tendência em relação à dispersão da produtividade e da taxa de crescimento dela para um período mais recente. Novas variáveis explicativas podem ser incluídas ao modelo, entre elas uma proxy do capital humano, por exemplo, gastos em Pesquisa e Desenvolvimento no setor agropecuário nos respectivos anos censitários, para averiguar o impacto desses gastos na taxa de crescimento da PTF.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D. **Modern economic growth**. 1 ed. Princenton: Princeton University, 2009.

AFONSO, J. F. **Convergência Espacial da Produtividade Total dos Fatores da Agricultura Brasileira: implicações dos Investimentos em Infraestrutura de Armazenamento, Pesquisa, Capital Humano e Crédito Rural.** 2017. 257 (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas - PCE, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

ALMEIDA, E. S. D.; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural,** v. 46, n. 1, p. 31-52, 2008.

ALSTON, J. M.; BABCOCK, B. A.; PARDEY, P. G. **The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide**. Iowa: Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, 2010.

ALVES, E. O que significam as medidas de produtividade da agricultura? **Revista de Economia e Agronegócio,** v. 8, n. 3, 2010..

ALVES, E.; SOUZA, G. D. S.; ROCHA, D. D. P. Lucratividade da agricultura. **Revista de Política Agrícola,** v. 21, n. 2, p. 45-63, 2012.

ALVES, E. R. D. A.; ROCHA, D. D. P. **Ganhar tempo é possível?** Texto para discussão. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas (FGV)**:** 20 p. 2010.

BACHA, C. J. C. Alguns aspectos dos modelos de análise dos impactos de mudança tecnológica no comportamento do setor agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília,** v. 30, n. 1, p. 41-62, 1992.

_____. **Economia e política agrícola no Brasil**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Atrlas, 2012.

BARICELO, L. G. **A evolução diferenciada da indústria de máquinas agrícolas: um estudo sobre os casos norte-americano e brasileiro**. 2015. 142 (Mestrado em Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BARRETO, R. C. S.; ALMEIDA, E. A contribuição da pesquisa para convergência e crescimento da renda agropecuária no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural,** v. 47, n. 3, p. 719-737, 2009. ISSN 0103-2003.

BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. **Economic growth and convergence across the United States**. National Bureau of Economic Research. 1990

_____. Convergence across states and regions. **Brookings papers on economic activity**, p. 107-182, 1991..

_____. Economic Growth: MIT Press. **Cambridge, Massachusettes**, 2004.

BELIK, W. A Heterogeneidade e suas Implicações para as Políticas Públicas no Rural Brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural,** v. 53, n. 1, p. 9-30, 2015

CEPAL. **La hora de la igualdad: brechas por cerrar, caminos por abrir**. CEPAL. Brasília: Comissão Econômica para América Latina e Caribe. 1**:** 267 p. 2010.

CHABARIBERY, D. **Inovação e desigualdade no desenvolvimento da agricultura paulista**. 1 ed. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola de São Paulo, 1999.

CIMOLI, M. **Heterogeneidad estructural asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina**. Santiago, Chile: CEPAL, 2005.

ELLERY JR, R. Desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores. In: DE NEGRI, F. e CAVALCANTE, L. R. (Ed.). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea**. 1 ed. Brasília: IPEA, v.1, 2014. cap. 2, p.53-86.

FEI, J. C. H.; RANIS, G. Agrarianismo, dualismo e desenvolvimento econômico. In: ARAÚJO, P. F. C. e SCHUH, G. E. (Ed.). **Desenvolvimento da agricultura: natureza do processo e modelos dualistas**. São Paulo: Pioneira Editora, v.1, 1975. cap. 2, p.101-136.

FOCHEZATTO, A.; STÜLP, V. J. Análise da convergência da produtividade da mão-de-obra agropecuária entre os estados brasileiros: aplicação de matrizes de Markov, 1990-2000. **Revista de Economia e Sociologia Rural,** v. 46, n. 3, p. 739-765, 2008. ISSN 0103-2003.

FORNAZIER, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Heterogeneidade estrutural na produção agropecuária: uma comparação da produtividade total dos fatores no Brasil e nos Estados Unidos**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2013

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1959. 351.

GARCIA, Á. A. L. Agricultura e desenvolvimento econômico no Brasil: os debates nas décadas de 50 a 70. **Ensaios FEE,** v. 11, n. 1, p. 198-222, 1990. ISSN 1980-2668.

GASQUES, J. G. et al. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. In: VIEIRA FILHO, J. E. R. e GASQUES, J. G. (Ed.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade.** 1.ed. Brasília: IPEA, v.1, 2016. cap. 5, p.143-163.

_____. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Texto para discussão. Brasíla: IPEA**:** 1-33 p. 2004.

_____. Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos Censos Agropecuários. In: GASQUES, J. G.;VIEIRA FILHO, J. E. R., *et al* (Ed.). **Agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. 1ª edição. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), v.1, 2010. cap. 1, p.294.

GASQUES, J. G.; E.T, B. Uso da terra e produção agropecuária. In: SENRA, N. C. (Ed.). **O Censo entra em campo: o IBGE e a história dos censos agropecuários**. 1 ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2014. cap. 6, p.135-177.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 5 ed. Pearson Education, 2003. 827 ISBN 817758684X.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica. Tradução Maria José Cyhlar Monteiro**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

GUSSO, D. A.; NOGUEIRA, M. O.; VASCONCELOS, L. F. **Heterogeneidade Estrutural: uma retomada conceitual**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**:** 9-13 p. 2011.

HARROD, R. F. **Towards a dynamic economics: Some recent developments of economic theory and their application to policy**. Macmillan and Company, London, 1948.

_____. **Towards a dynamic theory. Some recent developments of economic theory and their applications to policy**: London: MacMillan 1948.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Departamento de Publicações, 1988.

HOFFMANN, R. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. Piracicaba: Portal de livros abertos da USP**:** 393 p. 2016.

IBGE. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**:** 467 p. 1975.

_____. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2**:** 535 p. 1980.

_____. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1**:** 399 p. 1985.

_____. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1**:** 358 p. 1996.

_____. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1**:** 775 p. 2006.

JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. 1ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000. 167.

JORGENSON, D. W. The development of a dual economy. **The Economic Journal,** v. 71, n. 282, p. 309-334, 1961. ISSN 0013-0133.

_____. Testes de teorias alternativas de desenvolvimento em economia dualista. In:

ARAÚJO, P. F. C. (Ed.). **Desenvolvimento da agricultura: natureza do processo e modelos dualistas**. São Paulo: Pioneira Editora, v.1, 1975. cap. 2, p.137-152.

JUDGE, G. G. et al. **Introduction to the Theory and Practice of Econometrics**. 2 ed. Estados Unidos: Willey, 1982.

KAGEYAMA, A. O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: DELGADO, G. C.;GASQUES, J. G., *et al* (Ed.). **Agricultura e políticas públicas**. Brasília: Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), v.-, 1990. cap. II, p.574.

KUPFER, D.; ROCHA, F. Productividad y heterogeneidad estructural en la industria brasileña. In: CIMOLI, M. (Ed.). **Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina**. Santiago, Chile.: Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL), 2005. cap. 3, p.72-100.

LEWIS, W. A. Economic development with unlimited supplies of labour. **The manchester school,** v. 22, n. 2, p. 139-191, 1954. ISSN 1467-9957.

LOPES, J. L. **Avaliação do processo de convergência da produtividade da terra na agricultura brasileira no período de 1960 a 2001**. 2004. 193 (Tese de doutorado). Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirpz" - ESALQ., Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LUCAS JR, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of monetary economics,** v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988. ISSN 0304-3932.

LUDENA, C. E. **Agricultural productivity growth, efficiency change and technical progress in Latin America and the Caribbean**. Washington D.C: Inter-American Development Bank**:** 35 p. 2010.

MENDES, G. M. **Efeitos dos ganhos de produtividade total dos fatores da agropecuária sobre os preços agrícolas no Brasil: 1970-2006**. 2015. 99 (Tese de doutorado). Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MESSA, A. Metodologias de cálculo da produtividade total dos fatores e da produtividade da mão de obra. In: DE NEGRI, F. e CAVALCANTE, L. R. (Ed.). **Produtividade no Brasil: Desempenho e determinantes**. 1 ed. Brasília: IPEA, v.1, 2014. cap. 3, p.87-110.

NOHLEN, D.; STURM, R. La heterogeneidad estructural como concepto básico de la teoría de desarrollo. **Revista de estudios políticos**, n. 28, p. 45-74, 1982. ISSN 0048-7694.

OCDE. **Fostering Productivity and Competitiveness in Agriculture**. Paris: OECD Publishing**:** 106 p. 2011.

PAIVA, R. M. Modernização e Dualismo Tecnológico na Agricultura. **Pesquisa Planejamento Econômico, Rio de Janeiro,** v. 1, 1971.

PENNA, C.; LINHARES, F. Há controvérsia entre análises de beta e sigma-convergência no Brasil? **Revista Brasileira de Economia,** v. 67, n. 1, p. 121-145, 2013. ISSN 0034-7140.

PINTO, A. Natureza e Implicações da Heterogeneidade Estrutural. **Cinqüenta anos de pensamento na CEPAL,** v. 2, 1970.

POUDEL, B. N.; PAUDEL, K. P.; ZILBERMAN, D. Agricultural productivity convergence: myth or reality? **Journal of Agricultural and Applied Economics,** v. 43, n. 1, p. 143-156, 2011. ISSN 1074-0708.

RAIHER, A. P. et al. Convergência da Produtividade Agropecuária do Sul do Brasil: uma análise espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural,** v. 54, n. 3, p. 517-536, 2016. ISSN 0103-2003.

RANIS, G.; FEI, J. C. H. A theory of economic development. **The american economic review**, p. 533-565, 1961. ISSN 0002-8282.

REY, S. J.; MONTOURI, B. D. US regional income convergence: a spatial econometric perspective. **Regional studies,** v. 33, n. 2, p. 143-156, 1999. ISSN 0034-3404.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. **Journal of political economy,** v. 94, n. 5, p. 1002-1037, 1986. ISSN 0022-3808.

SCHULTZ, T. W. **The economic organization of agriculture**. McGraw-Hill New York, 1953.

_____. The role of government in promoting economic growth. **The state of the social sciences,** v. 2, p. 372-382, 1956.

_____. **A transformação da agricultura tradicional**. Zahar, 1965.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The quarterly journal of economics,** v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956. ISSN 1531-4650.

SOUZA, P. M. D.; LIMA, J. E. D. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas Unidades da Federação. **Revista Brasileira de Economia,** v. 57, n. 4, p. 795-824, 2003. ISSN 0034-7140.

STURM, R.; NOHLEN, D. La heterogeneidad estructural como concepto básico de la teoría de desarrollo. **Revista de estudios políticos**, n. 28, p. 45-74, 1982. ISSN 0048-7694.

TAVARES, M. C.; SERRA, J. Más allá del estancamiento: una discusión sobre el estilo de desarrollo reciente. **El trimestre económico,** v. 38, n. 152 (4, p. 905-950, 1971. ISSN 0041-3011.

VIAN, C. E. D. F. et al. Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural,** v. 51, n. 4, p. 719-744, 2013. ISSN 0103-2003.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; DOS SANTOS, G. R.; FORNAZIER, A. Distribuição produtiva e tecnológica da agricultura brasileira e sua heterogeneidade estrutural. 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SANTOS, G. D. Heterogeneidade no setor agropecuário brasileiro: contraste tecnológico. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 14, 2011.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SANTOS, G. R. D.; FORNAZIER, A. **Distribuição produtiva e tecnológica da agricultura brasileira e sua heterogeneidade estrutural**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**:** 52p p. 2013.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory Econometrics–A Modern Approach**. 5 ed. Boston: Cengage, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Dados da regressão da convergência-σ

ln (vart)	ln (t)
6,269894	0
6,721818	0,693147
7,686182	1,098612
8,599713	1,386294
9,120666	1,609438

Fonte: elaboração própria

APÊNDICE B. Dados utilizados nas regressões betas absolutas e condicionais

(continua)

Estado	Período	Taxa anual de crescimento da PTF	ln $PTF_{(t-1)}$	Crédito $_{(t-1)}$
Mato Grosso	1975-1980	0,063904536	4,605170186	490096929,8
Mato Grosso	1980-1985	0,105218619	4,924692864	887384527,5
Mato Grosso	1985-1995	0,054361545	5,45078596	914402912,4
Mato Grosso	1995-2006	0,041809276	5,994401407	555006654,2
Roraima	1975-1980	0,069661339	4,605170186	13485687,38
Roraima	1980-1985	0,072508013	4,95347688	32478305,06
Roraima	1985-1995	0	5,316016944	4156493,668
Roraima	1995-2006	0,062665744	5,316016944	12891163,06
Mato Grosso do Sul	1975-1980	0,052473000	4,605170186	931240192
Mato Grosso do Sul	1980-1985	0,06508448	4,86753445	1551569713
Mato Grosso do Sul	1985-1995	0,052407085	5,192956851	965730319,1
Mato Grosso do Sul	1995-2006	0,003554494	5,717027701	530090937,6
Espírito Santo	1975-1980	-0,035255848	4,605170186	417893325,9
Espírito Santo	1980-1985	0,024890835	4,428890944	567018696,1
Espírito Santo	1985-1995	0,01480531	4,553345118	350635004,3
Espírito Santo	1995-2006	0,099901157	4,701398218	155145258,2
Santa Catarina	1975-1980	0,050262886	4,605170186	878288920,6
Santa Catarina	1980-1985	0,042261819	4,856484614	1306024524
Santa Catarina	1985-1995	0,029164247	5,067793708	624860807,7
Santa Catarina	1995-2006	0,032168243	5,359436182	580672694
Alagoas	1975-1980	-0,010171683	4,605170186	418443392,6
Alagoas	1980-1985	0,047734899	4,554311769	621319688,5
Alagoas	1985-1995	0,017544868	4,792986262	263789225,6
Alagoas	1995-2006	0,065805586	4,96843494	90260291,17
Maranhão	1975-1980	0,042584399	4,605170186	232431452,7
Maranhão	1980-1985	0	4,818092183	662529263,6
Maranhão	1985-1995	0,00468313	4,818092183	191928740,2
Maranhão	1995-2006	0,070290336	4,864923483	100667911,9

(continua)

Estado	Período	Taxa anual de crescimento da PTF	ln PTF$_{(t-1)}$	Crédito $_{(t-1)}$
Goiás	1975-1980	0,013012719	4,605170186	1550284741
Goiás	1980-1985	0,094786581	4,670233779	2289509466
Goiás	1985-1995	0,023483959	5,144166687	1119145745
Goiás	1995-2006	0,010652263	5,379006278	935182446,9
Pernambuco	1975-1980	0,013387897	4,605170186	664482769,7
Pernambuco	1980-1985	0,042604109	4,672109669	1057492363
Pernambuco	1985-1995	0,011519571	4,885130212	427945786,6
Pernambuco	1995-2006	0,046740959	5,000325924	135166170,4
Ceará	1975-1980	-0,041342602	4,605170186	336595513,2
Ceará	1980-1985	0,04373784	4,398457176	684339198,7
Ceará	1985-1995	0,034830669	4,617146377	231962575,7
Ceará	1995-2006	0,049643689	4,965453071	180110811,7
Distrito Federal	1975-1980	0,023214434	4,605170186	14801999,12
Distrito Federal	1980-1985	0,071745526	4,721242357	95811606,19
Distrito Federal	1985-1995	0,021834738	5,079969987	43392282,45
Distrito Federal	1995-2006	0,011607217	5,298317367	31544033,66
Rio Grande do Norte	1975-1980	-0,026090578	4,605170186	164783441,9
Rio Grande do Norte	1980-1985	0,049166993	4,474717298	447738620,1
Rio Grande do Norte	1985-1995	0,045953233	4,72055226	141013959,9
Rio Grande do Norte	1995-2006	0,022718396	5,180084589	62506636
Sergipe	1975-1980	0,038124072	4,605170186	169705746,1
Sergipe	1980-1985	-0,001659761	4,795790546	246929862
Sergipe	1985-1995	0,0189242	4,787491743	128717540,2
Sergipe	1995-2006	0,040316361	4,976733742	73288033,97
Paraná	1975-1980	0,036464311	4,605170186	3380615653
Paraná	1980-1985	0,039565149	4,787491743	4743119270
Paraná	1985-1995	0,019365312	4,985317486	2435601755
Paraná	1995-2006	0,018875621	5,178970609	1340445617
Amapá	1975-1980	0,04756994	4,605170186	5332024,61
Amapá	1980-1985	-0,13146021	4,843019885	23355371,23
Amapá	1985-1995	0,02591087	4,185718836	6480351,492
Amapá	1995-2006	0,090755705	4,444827536	6149328,426
Minas Gerais	1975-1980	-0,023837703	4,605170186	3103331133
Minas Gerais	1980-1985	0,0569025	4,485981669	4376342794
Minas Gerais	1985-1995	0,026602058	4,770494166	1633172515
Minas Gerais	1995-2006	0,03003749	5,036514742	910621126,5
Piauí	1975-1980	-0,055916972	4,605170186	238036247
Piauí	1980-1985	0,0493048	4,325585324	442887821,6
Piauí	1985-1995	0,037993181	4,572109324	115716783,7
Piauí	1995-2006	0,03583976	4,95204113	138987004,8
Rondônia	1975-1980	-0,075897924	4,605170186	34874904,33
Rondônia	1980-1985	0,081093022	4,225680564	157130561,7

(fim)

Estado	Período	Taxa anual de crescimento da PTF	ln $PTF_{(t-1)}$	Crédito $_{(t-1)}$
Rondônia	1985-1995	0,015415068	4,631145672	26095978,7
Rondônia	1995-2006	0,049977579	4,785296352	48128669,98
Paraíba	1975-1980	0	4,605170186	282210220,4
Paraíba	1980-1985	0,03835239	4,605170186	506325441
Paraíba	1985-1995	0,032877249	4,796932137	154533900,2
Paraíba	1995-2006	0,015207814	5,125704624	80184916,95
Bahia	1975-1980	-0,014666255	4,605170186	1366819406
Bahia	1980-1985	-0,013488256	4,531838913	1781607963
Bahia	1985-1995	0,014077255	4,464397632	816924822,9
Bahia	1995-2006	0,0597837	4,605170186	524265549,5
Rio Grande do Sul	1975-1980	-0,0020513	4,605170186	4254599114
Rio Grande do Sul	1980-1985	0,047494675	4,594913686	5775703718
Rio Grande do Sul	1985-1995	0,019176195	4,832387063	3127097202
Rio Grande do Sul	1995-2006	0,011404751	5,024149013	1378094679
São Paulo	1975-1980	0,005063562	4,605170186	4982131292
São Paulo	1980-1985	0,057536414	4,630487994	7000051653
São Paulo	1985-1995	0,002469261	4,918170066	3087110222
São Paulo	1995-2006	0,011506933	4,942862679	2076501679
Acre	1975-1980	-0,002312164	4,605170186	37123839,36
Acre	1980-1985	-0,035536235	4,593609364	37314469,73
Acre	1985-1995	0,013005313	4,415928186	20223231,01
Acre	1995-2006	0,044531102	4,545981315	10825697,5
Pará	1975-1980	0,018102802	4,605170186	322562022,9
Pará	1980-1985	-0,018102802	4,695684194	437692292,1
Pará	1985-1995	0,013747099	4,605170186	250471819,9
Pará	1995-2006	0,02139269	4,742641177	161457941,1
Rio de Janeiro	1975-1980	0	4,605170186	452619961,3
Rio de Janeiro	1980-1985	0,012217538	4,605170186	377862955,2
Rio de Janeiro	1985-1995	0,014458123	4,666257878	81523955,36
Rio de Janeiro	1995-2006	0,014310084	4,810839107	25618971,6
Amazonas	1975-1980	0	4,605170186	50621976,8
Amazonas	1980-1985	-0,022559099	4,605170186	164897358,3
Amazonas	1985-1995	-0,014424961	4,492374692	51165681,33
Amazonas	1995-2006	0,021622311	4,348125083	25120601,9

Fonte: elaboração própria do autor..