

**FILIPÉ DE MORAIS CANGUSSU PESSOA**

**DINÂMICA DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NA  
AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS: UM ESTUDO DE  
CONVERGÊNCIA**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2011

**FILIPPE DE MORAIS CANGUSSU PESSOA**

**DINÂMICA DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NA  
AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS: UM ESTUDO DE  
CONVERGÊNCIA**

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

APROVADA: 31 de janeiro de 2011

---

Prof.<sup>a</sup> Daniela Almeida Raposo  
Torres

---

Prof. Jader Fernandes Cirino

---

Prof. Márcio Antônio Salvato  
(Coorientador)

---

Prof. Erly Cardoso Teixeira  
(Coorientador)

---

Prof. Marcelo José Braga  
(Orientador)

*Este trabalho é dedicado aos meus pais, irmão e esposa que sempre me apoiaram ao longo de minha trajetória.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais José e Heliana, sem eles dificilmente essa etapa de minha vida teria sido concluída, o mérito dessa conquista é muito mais deles do que meu. Foram anos de dedicação, amizade, carinho e, acima de tudo, amor.

Agradeço ao meu irmão Vinícius pela amizade, uma amizade que jamais teria tido não fosse ele meu irmão, e exemplo de vida, sua perseverança, competência e paixão pela profissão são quesitos que busco em minha vida.

Agradeço à minha esposa Cecília pelo amor incondicional, companheirismo e apoio diário, ela mais do que ninguém viveu cada momento dessa jornada sempre me incentivando, o que tornou o caminho até aqui bem menos árduo e repleto de boas lembranças.

Agradeço ao meu orientador Marcelo José Braga e aos meus co-orientadores Márcio Antônio Salvato e Erly Cardoso Teixeira, todos foram peças chaves no desenvolvimento do trabalho, sempre despenderam a mim toda a atenção e apoio que precisei. Não me lembro de nenhum momento que, diante de uma dificuldade, não tenham apontado uma solução.

Agradeço à colega Leydimere pela ajuda na confecção dos mapas, sua solicitude e paciência foram admiráveis.

Agradeço ao professor Márcio Polleti Laurini pela consultoria dada no software TSRF Econometric Package, sem sua ajuda boa parte dessa dissertação não teria sido realizada.

Agradeço à Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e à Fapemig – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pelo apoio financeiro.

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa e, em particular, ao Departamento de Economia Rural, pela excelente estrutura física e qualidade de ensino, o que permitiu ampliar meus conhecimentos e enriquecer profissionalmente.

Agradeço aos membros da banca pelas sugestões que certamente melhoraram a qualidade do trabalho.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo dessa trajetória, Daniel, Paulo, Airton, Marcos, Reisoli, Dênis e Cláudia, são pessoas com as quais me orgulho de ter convivido e cuja amizade desejo cultivar para sempre.

Por fim, gostaria de agradecer aos funcionários do Departamento de Economia Rural, em especial à Carminha, que com bom humor e profissionalismo sempre tornou a resolução de tarefas burocráticas por parte dos discentes um ofício fácil e prazeroso.

## **BIOGRAFIA**

Filipe de Moraes Pessoa, filho de José de Moraes Pessoa e Heliana do Espírito Santo Pessoa, nasceu em 13 de junho de 1984 em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Em 2003 iniciou a graduação em Ciências Econômicas pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais no Instituto de Ciências Econômicas e Gerenciais (ICEG), tendo concluído o curso em 2006.

Ingressou em março de 2008 no Mestrado em Economia Aplicada pelo Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa e defendeu sua dissertação em janeiro de 2011.

Foi aprovado no curso de Doutorado em Economia Aplicada, também na Universidade Federal de Viçosa, para ingresso no primeiro semestre de 2011.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Considerações iniciais .....	1
1.2. O problema e sua importância .....	2
1.3. Hipótese .....	5
1.4. Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo geral .....	5
1.4.2. Objetivos Específicos .....	5
2. A CONVERGÊNCIA DE RENDA .....	6
2.1. Modelos de crescimento neoclássico e convergência .....	6
2.2. Modelos de crescimento endógeno e a ausência de convergência .....	8
2.3. Estudos de convergência no mundo .....	9
2.4. Estudos de convergência no Brasil .....	11
3. METODOLOGIA .....	13
3.1. Modelo Analítico .....	13
3.1.1. $\beta$ -convergência e $\sigma$ -convergência .....	13
3.1.2 Densidades de distribuição .....	15
3.1.3 Processo estacionário de primeira ordem de Markov .....	16
3.1.4 O uso de núcleo estocástico na estimação das probabilidades de transição .....	21
3.2. Procedimentos utilizados .....	22
3.3. Fonte de Dados .....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	25
4.1. Primeiras Evidências .....	25
4.2. $\beta$ -convergência e $\sigma$ -convergência .....	30
4.3. Densidades de Distribuição .....	33
4.4. Matrizes de Transição de Markov .....	38

4.5. Núcleo Estocástico .....	52
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	59
REFERÊNCIAS .....	62
ANEXOS.....	68
ANEXO A .....	69
ANEXO B .....	72
ANEXO C .....	79
ANEXO D .....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para o cálculo do processo de convergência nas microrregiões e municípios de Minas Gerais.....	34
Tabela 2 – $\beta$ -convergência absoluta entre as microrregiões e os municípios de Minas Gerais.....	40
Tabela 3 – $\sigma$ -convergência entre as microrregiões e os municípios de Minas Gerais.....	41
Tabela 4 – Classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....	48
Tabela 5 – Matrizes de transição de Markov para as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....	49
Tabela 6 – Dinâmica das classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais em direção ao equilíbrio de longo prazo no período de 1970 a 2006.....	51
Tabela 7 – Classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....	53
Tabela 8 – Matrizes de transição de Markov para os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....	56
Tabela 9 – Dinâmica das classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre os municípios de Minas Gerais em direção ao equilíbrio de longo prazo no período de 1970 a 2006.....	59
Tabela 1A – Relação dos municípios em que houve emancipação ao longo do período de 1970 a 2006.....	77
Tabela 1B – Classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....	80

Tabela 2B – Matrizes de transição de Markov para as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....	81
Tabela 3B – Classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....	83
Tabela 4B – Matrizes de transição de Markov para os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....	84

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Evolução da produtividade da mão-de-obra na agropecuária do Brasil e de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....12
- Figura 2 – Disposição espacial da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária das microrregiões de Minas Gerais nos anos de 1970 (a), 1975 (b), 1980 (c), 1985 (d), 1996 (e), e 2006 (f).....36
- Figura 3 – Disposição espacial da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária dos municípios de Minas Gerais nos anos de 1970 (a), 1975 (b), 1980 (c), 1985 (d), 1996 (e), e 2006 (f).....38
- Figura 4 – Evolução do desvio-padrão da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões e os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.....42
- Figura 5 – Evolução das densidades de distribuição da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).....44
- Figura 6 – Evolução das densidades de distribuição da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).....47
- Figura 7 – Núcleo estocástico da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária para as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).....64
- Figura 8 – Núcleo estocástico da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária para os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).....67
- Figura 1B – Comparativo entre a distribuição no estado estacionário para a produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária das microrregiões de Minas Gera pelo método de

Quah (1992) e Magrini (1999) no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).....82

Figura 2B – Comparativo entre a distribuição no estado estacionário para a produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária das microrregiões de Minas Gera pelo método de Quah (1992) e Magrini (1999) no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).....85

Figura 1D – Evolução das classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).....88

Figura 2D – Evolução das classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).....90

## RESUMO

PESSOA, Filipe de Moraes Cangussu, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 2011. **Dinâmica da produtividade da mão-de-obra na agropecuária de Minas Gerais: um estudo de convergência.** Orientador: Marcelo José Braga. Co-orientadores: Márcio Antônio Salvato e Erly Cardoso Teixeira.

O setor agropecuário mineiro experimentou, a partir da década de 60, um aumento expressivo de sua produtividade da mão-de-obra na agropecuária com o uso de insumos, equipamentos e técnicas modernas de cultivo, impulsionados pela revolução verde. Contudo, a implementação da política de modernização do setor, que viabilizou tais avanços, se deu de forma heterogênea ao longo do estado de Minas Gerais, o que gerou disparidades regionais. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo investigar se, por trás dessa tendência ascendente de produtividade e de sua distribuição dispare ao longo do estado, existe um processo de convergência, em que regiões agropecuárias de baixa produtividade estariam reduzindo o hiato existente em relação às regiões agropecuárias de alta produtividade. Para tanto, buscou-se analisar a sensibilidade de ocorrência ou não deste fenômeno a diferentes níveis de agregação geográfica (microrregiões e municípios), metodologias de teste e períodos de análise. Os resultados apontam que as microrregiões mineiras não apresentaram um processo de  $\beta$ -convergência absoluta e  $\sigma$ -convergência. Ao se modelar sua distribuição de produtividades mediante densidades de distribuição, vê-se que esta sofreu um deslocamento de massa para a esquerda, indicando piora na mesma. Utilizando-se um processo estacionário

de primeira ordem de Markov, em sua versão discreta e contínua, para captar a dinâmica de evolução da distribuição de produtividades obteve-se um resultado de alta persistência. Os municípios apresentaram um processo de  $\beta$ -convergência absoluta, contudo, não foi verificado  $\sigma$ -convergência. Sua distribuição de produtividades também sofreu um deslocamento de massa para a esquerda. Já sua dinâmica de evolução apresentou um processo de convergência em direção a classes inferiores de produtividade. Conclui-se que o crescimento econômico não está sendo capaz de reduzir as diferenças regionais e que as políticas públicas direcionadas ao setor deveriam ser mais bem pensadas, visando não somente ao crescimento da produção. Dado que o desenvolvimento da agropecuária está em grande medida associado às habilidades e ao nível de escolaridade de seus trabalhadores e empresários, deve-se buscar a redução de tais desigualdades pela redução das desigualdades em termos de capital humano. Para tanto, políticas de treinamento da mão-de-obra rural, no ensino tradicional e alternativo, devem ser formuladas em conjunto com políticas de estímulo ao aumento da produção.

## ABSTRACT

PESSOA, Filipe de Morais Cangussu, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January 2011., **Dynamics of labor productivity in agriculture in Minas Gerais: a study of convergence.** Adviser: Marcelo José Braga. Co-advisers: Márcio Antônio Salvato and Erly Cardoso Teixeira.

The agricultural sector in Minas Gerais has experienced a significant increase in labor productivity since the 1960s, due to the use of modern inputs, equipments, and farming techniques driven by the green revolution. Nonetheless, the implementation of the modernization policy which brought about such advances was undertaken in an uneven fashion throughout the state, thus causing regional disparities. That being said, the present study aims to investigate if there exists a convergence process in which low-productivity agricultural regions catch up and reduce the gap with respect to high-productivity areas, notwithstanding the tendency of increasing productivity and its unequal spatial distribution. To that end, we attempted to assess the sensitivity of the occurrence of this phenomenon to different levels of geographical aggregation (microregions and municipalities), testing methodologies, and time spans. The results indicate the microregions in Minas Gerais have not exhibited an absolute  $\beta$ -convergence or s-convergence process. Modeling the distribution of productivities by the means of distribution densities, we find it has worsened inasmuch as there was a mass displacement to the left. To capture the dynamics of evolution of the

distribution of productivities, the discrete and continuous version of a first order stationary Markov process was used and we obtained a result of high persistency. Municipalities have exhibited an absolute  $\beta$ -convergence process, but  $s$ -convergence was not verified. Its distribution of productivities has also shifted to the left. The dynamics of evolution has exhibited a process of convergence towards classes of low productivity. We conclude economic growth has not been capable of reducing regional differences, and public policies directed to this sector should be more thoughtful, addressing not only the growth in production. Given the development of agriculture is, to a large extent, associated to the abilities and the schooling level of its workers and entrepreneurs, the reduction of such inequalities should be sought in terms of human capital. To that end, policies of training of rural labor, in the traditional and alternative teaching, should be formulated along with policies that stimulate the increase in production.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Considerações iniciais

Uma questão que tem recebido grande atenção na literatura sobre crescimento econômico é se a taxa de crescimento da renda *per capita* ou da produtividade dos países ou sub-regiões destes tendem a variar inversamente com o seu nível inicial. A questão em si desperta a possibilidade de que economias pobres tenderiam a crescer a taxas superiores às de economias ricas e, conseqüentemente, a distância entre ambas se estreitaria com o passar do tempo, desencadeando o que a literatura denomina de processo de convergência ou, simplesmente, convergência.

Segundo Romer (2006), existem pelo menos três razões que justificam essa conjectura. A primeira é que os modelos de crescimento neoclássico prevêm que as economias converjam para seu estado estacionário (estado no qual todas as variáveis do modelo estão crescendo a uma taxa constante), conseqüentemente, se a diferença na renda *per capita* entre os países reflete o fato de estes estarem em pontos distintos em relação a seus estados estacionários, pode-se esperar que países pobres cresçam a fim de alcançar os países ricos. Segundo, os modelos neoclássicos de crescimento indicam que a taxa de retorno do capital é menor em países com mais capital por trabalhador, o que implica que existem incentivos para que o capital migre de países ricos para pobres. Terceiro, se existem atrasos na difusão do conhecimento, diferenças na renda podem surgir porque alguns países ainda não

estão empregando a melhor tecnologia disponível. Estas diferenças tendem a reduzir tão logo os países pobres obtenham acesso aos métodos que estão na fronteira do conhecimento.

Contudo, estas razões foram contestadas ao longo da década de oitenta pela Nova Teoria do Crescimento Econômico (NTCE) ao apresentar os modelos de crescimento endógeno. Estes diferem substancialmente dos modelos neoclássicos por modelarem de forma endógena o processo de progresso tecnológico e, assim, prever um crescimento perpétuo da renda. De acordo com Silva Filho e Carvalho (2001), para que haja tal tipo de crescimento é necessário apenas que a tendência decrescente dos retornos do capital seja eliminada. Neste sentido, fatores como inovação tecnológica endógena (que surgem como resultado dos esforços dos agentes produtivos para maximizarem seus lucros), capital humano (ou seja, o estoque de conhecimento dos agentes econômicos) e os arranjos institucionais (incluindo aí a política governamental e a organização da sociedade civil) passam a assumir um papel crucial no crescimento contínuo da renda *per capita* em qualquer sistema econômico

Para Barro (1997), apesar do debate, os trabalhos empíricos recentes não têm recebido sua inspiração da NTCE, ao contrário, se baseiam nos modelos neoclássicos de crescimento, principalmente quando estes são aumentados para incorporar políticas governamentais, acumulação de capital humano, decisões de fecundidade e difusão tecnológica. Isto porque a investigação deste fenômeno, como aqui enunciado, e seus refinamentos conceituais, têm sido respaldados por uma expressiva regularidade empírica nos dados para países e regiões.

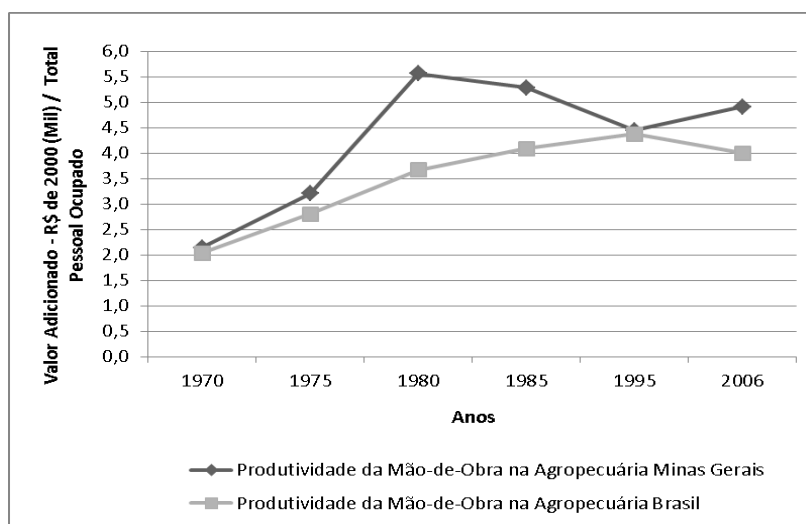
## **1.2. O problema e sua importância**

O setor agropecuário brasileiro, a partir da década de 1960, pode ser caracterizado pela intensificação do uso de insumos, máquinas e equipamentos modernos, aspecto que se desenvolveu impulsionado pelo pacote tecnológico conhecido como Revolução Verde. O consórcio desses fatores com os edafoclimáticos (clima, solo e condições do tempo) favoráveis criou condições propícias para o incremento e sustentação de taxas positivas de crescimento da oferta de produtos agropecuários de alta qualidade e a custos menores. A utilização dessas novas tecnologias resultou em ganhos expressivos de produtividade agrícola no Brasil, conforme mostrado por Gasques *et al.* (2004), Vicente (2006) e Gonçalves (2007), e que favoreceram a diversificação e a ampliação da produção em todas as regiões do país.

Concomitante a tal quadro, verifica-se nas últimas décadas no Brasil um êxodo rural expressivo. Mais especificamente em Minas Gerais, a população rural como porcentagem da

população urbana, segundo dados divulgados pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA, 2009), passou de 32,1% em 1980 para 15,3% em 2006, dinâmica típica de uma economia em crescimento (GOLLIN *et al.*, 2002; YANG; ZHU, 2008). Assim, para a agropecuária do estado cumprir com as funções estabelecidas pelas políticas macroeconômica e setorial, como oferta crescente de alimentos para consumo doméstico, ampliação do mercado para produtos da indústria, expansão da oferta da poupança e geração de divisas externas, dado o declínio de sua mão-de-obra, é imprescindível aumentar a produtividade deste fator. Além disso, a elevação da produtividade da mão-de-obra do setor agropecuário mineiro neste processo se faz necessária tendo em vista a preocupação de elevar a renda do trabalhador rural, para que este tenha incentivo a permanecer no campo (STULP, 2004).

Os trabalhos de Gasques e Conceição (2000) e Freitas, Bacha e Fossati (2007) têm apontado aumento da produtividade da mão-de-obra na agropecuária mineira a partir da década de 1970, o que revela o resultado de políticas governamentais voltadas para a modernização do setor. Tal resultado pode também ser visto na Figura 1, em que o desempenho ascendente desse estado de 1970 a 1980 e, posteriormente, de 1995 a 2006 se mostra superior à média brasileira.



Fonte: IBGE (2010). Elaborado pelo autor.

Figura 1 - Evolução da produtividade da mão-de-obra na agropecuária do Brasil e de Minas gerais no período de 1970 a 2006.

Como informa Curi (1997), dentre as ações de política de modernização do setor agropecuário mineiro, destacam-se os programas de incorporação de terras baratas do cerrado

ao processo produtivo, financiados e comandados pelo poder público durante o período 1960-1980, e a reestruturação do arcabouço institucional responsável pela condução da política agrícola (crédito rural subsidiado para aquisição de máquinas, equipamentos e fertilizantes agrícolas; preços mínimos de garantia; pesquisa e assistência técnica).

Contudo, esse processo de modernização não ocorreu de maneira uniforme, dado que contemplou regiões e produtos distintos o que, de certa forma, agravou a heterogeneidade do desenvolvimento agrário no estado, levando a uma situação de modernização parcial. Isto porque os instrumentos de política utilizados tinham abrangência nacional e adotaram um pacote tecnológico relativamente inflexível, que não se adequava ao perfil de todos os produtores rurais, principalmente o do produtor mineiro, e essa falta de flexibilidade foi grandemente responsável pelo crescimento das disparidades regionais (MEYER; BRAGA, 1998).

Do exposto, verifica-se que há, apesar do crescimento da produtividade da mão-de-obra na agropecuária em Minas Gerais, um quadro de disparidades entre suas regiões, impulsionado principalmente por um processo de modernização agrícola que não contemplou todo o estado. Diante de tal contexto, têm-se o arcabouço fundamental que justifica a análise, qual seja, investigar se por trás deste aumento de produtividade e das disparidades existentes no estado há uma tendência de regiões com baixa produtividade estarem reduzindo o hiato existente entre as regiões com alta produtividade, embasado no processo de convergência advogado pela literatura de crescimento econômico. Nesse âmbito, o estudo dessa variável assume um papel importante já que “é uma estatística sintética útil acerca do nível de desenvolvimento econômico no sentido que está altamente correlacionada com outros indicadores de qualidade de vida” (JONES, 2000, p.3).

Apesar de existirem diversos trabalhos na literatura nacional que estudam o processo de convergência em Minas Gerais<sup>1</sup>, poucos são os voltados para o setor agropecuário<sup>2</sup>. Nesse âmbito, o presente trabalho visa preencher essa lacuna utilizando como metodologias de análise, densidades de distribuição, matrizes de transição de Markov e núcleo estocástico, o que permite aprofundar o conhecimento desse setor mediante a construção de sua trajetória de crescimento. Essa abordagem refina as metodologias de  $\beta$  e  $\sigma$ -convergência, tradicionalmente utilizadas para tal finalidade, ao fornecer informação do formato de toda a distribuição de

---

<sup>1</sup>Por exemplo, Alves e Fontes (2001), Pimentel e Haddad (2004), Silva *et al.* (2005), Figueiredo, Filho e Souza (2006) e Salvato *et al.* (2006).

<sup>2</sup> Caldeira *et al.* (2010) analisa convergência no setor agropecuário mineiro no período de 1996 a 2006, utilizando como variável de estudo o PIB agropecuário *per capita* com base nas metodologias de teste de  $\beta$ -convergência absoluta e condicional e os teste de Quah (1993) e Drennan e Lobo (1999).

produtividade da mão-de-obra e de como ela evolui. Com isso, será possível identificar se as políticas públicas voltadas à agropecuária mineira foram capazes de influenciar positivamente ou não a trajetória dessa variável.

### **1.3. Hipótese**

A produtividade da mão-de-obra no setor agropecuário mineiro não apresenta um processo de convergência entre suas microrregiões e municípios.

### **1.4. Objetivos**

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

O objetivo geral deste estudo é de investigar se existe um processo de convergência da produtividade da mão-de-obra na agropecuária mineira no período de 1970 a 2006, caracterizando sua trajetória de crescimento.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos consistiram em:

- i) Determinar a produtividade da mão-de-obra na agropecuária de Minas Gerais em nível municipal e microrregional, buscando identificar sua distribuição espacial ao longo do estado;
- ii) Verificar a existência e a sensibilidade do processo de convergência/divergência;
- iii) Identificar a trajetória de crescimento da produtividade da mão-de-obra na agropecuária, bem como projetar seu comportamento futuro até o estado estacionário.

## 2. A CONVERGÊNCIA DE RENDA

Explicar o crescimento econômico das nações é algo que esteve no cerne da moderna economia desde o seu nascedouro. Tal explicação foi a principal motivação do que é considerado o primeiro tratado sobre economia, intitulado “Um Inquérito sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações” publicado em 1776 pelo economista escocês Adam Smith. Desde então, a literatura que trata do tema tenta fornecer, de forma plausível e consistente, respostas para perguntas como: quais os determinantes da riqueza de uma nação? Por que alguns países são mais ricos que outros? Existe alguma tendência natural para que a renda de todos os países venha a se igualar?

O último destes questionamentos consiste em um dos principais ramos de pesquisa da área, leia-se convergência, e sua resposta permaneceu no campo retórico durante um longo período. Entretanto, com o desenvolvimento dos modelos de crescimento neoclássico e endógeno ao longo do século XX é que os seus mecanismos foram sendo desvendados por meio de *contribuições mensuráveis* e com ferramental matemático suficiente para explicá-los.

### 2.1. Modelos de crescimento neoclássico e convergência

De acordo com Barro (1997), até a década de 60 a teoria de crescimento consistia principalmente dos modelos de crescimento neoclássico, como desenvolvido por Ramsey (1928), Solow (1956), Swan (1956), Cass (1965) e Koopmans (1963). Uma característica marcante destes modelos, e que só foi explorada empiricamente recentemente, é sua

propriedade de convergência, cujo aspecto fundamental pode ser entendido na seguinte constatação:

Uma hipótese aventada por historiadores econômicos com Aleksander Gerschenkron (1952) e Moses Abramovitz (1986) é que, pelo menos em certas circunstâncias, os países atrasados tendem a crescer mais rápido que os países ricos, a fim de fechar o hiato entre os dois grupos. (JONES, 1998, p.52)

Em outras palavras, quanto mais baixo (alto) o nível inicial de renda *per capita* de um país, mais alta (baixa) será sua taxa de crescimento predita pelo modelo. Sob a ótica destes modelos a constatação se explica por meio da Lei dos Rendimentos Marginais Decrescentes, a qual diz que a produção cresce a taxas decrescentes, ou seja, não é possível aumentar indefinidamente a produção aumentando indefinidamente um ingrediente da produção em face de outro. Quando se aumenta o número de máquinas em relação aos trabalhadores, o rendimento de cada máquina adicional tornar-se-á cada vez mais baixo. É fato que esta tendência decrescente levará a economia a um estado de estagnação de suas atividades (se nenhum tipo de choque exógeno afetar essa economia), denominado pela literatura de crescimento econômico de estado estacionário<sup>3</sup> (EASTERLY, 2004).

A idéia de convergência foi também desenvolvida, de maneira menos formal, do ponto de vista matemático, nos trabalhos de Abramovitz (1986) e Veblen (1915) *apud* Baumol (1986), mostrando as possíveis desvantagens de ser uma economia líder. Segundo estes autores, o processo de uma economia seguidora crescer a uma taxa superior ao de uma economia líder é desencadeado pela troca de um padrão tecnológico pela economia líder, o qual beneficia as economias seguidoras. Isso ocorre porque o padrão tecnológico que é considerado obsoleto pela líder e, descartado, representa um grande salto de produtividade para o seguidor, ademais, o tempo médio de criação de um novo padrão pela líder e reposição do antigo é muito superior ao tempo de absorção do padrão obsoleto pela seguidora.<sup>4</sup>

Com o passar dos anos a literatura teórica, respaldada por resultados empíricos, se aperfeiçoou e desenvolveu diferentes conceitos de convergência. Segundo Galor (1996) existem três conceitos, são eles:

---

<sup>3</sup> Diz-se que uma economia encontra-se no estado estacionário quando todas as suas variáveis (estoque de capital, produto, consumo, investimento e poupança) assumem uma taxa de crescimento constante no tempo. (ELLERY JR; GOMES, 2003).

<sup>4</sup> Sob este argumento está a suposição de que as economias seguidoras terão acesso ao padrão tecnológico obsoleto e estoque de capital humano necessário à absorção deste padrão tecnológico.

1. Convergência Absoluta: a renda *per capita* dos países convergem no longo prazo independente de suas condições iniciais;
2. Convergência Condicional: a renda *per capita* dos países que são semelhantes em suas características estruturais (preferências, tecnologia, taxa de crescimento populacional, políticas governamentais, etc.) convergem no longo prazo independente de suas condições iniciais;
3. Convergência em clubes: a renda *per capita* de países que são semelhantes em suas características estruturais converge no longo prazo, contanto, que suas condições iniciais sejam também semelhantes. Existem múltiplos equilíbrios; qual destes um país irá alcançar depende de suas condições iniciais ou algum outro atributo estrutural.

## **2.2. Modelos de crescimento endógeno e a ausência de convergência**

A publicação de pesquisas, a partir da metade da década de 1980, que contestavam a existência de um processo de convergência e a incapacidade em explicar a persistência de taxas positivas de crescimento da renda *per capita* ao longo de um século ou mais, sem nenhuma tendência declinante aparente, levou, conforme Romer (1994) *apud* Islam (2004), ao surgimento da NTCE na qual se enquadram os modelos de crescimento endógeno.

Estes modelos procuraram fornecer explicação para o crescimento sustentado no longo prazo mediante uma teoria que modela o progresso tecnológico de forma endógena, uma das principais deficiências dos modelos neoclássicos que atribuíam à taxa de progresso tecnológico, exógena ao modelo, a explicação desse fenômeno.

Os pioneiros nessa nova agenda de pesquisa foram Romer (1986), Lucas (1988) e Rebelo (1991). Nestes modelos o crescimento pode ser perpetuado indefinidamente porque os retornos do investimento em uma ampla classe de bens de capital, os quais incluem capital humano, não necessariamente diminuem com o desenvolvimento da economia. De acordo com esta visão, transbordamentos de conhecimento entre produtores e externalidades positivas tais como, inovação e difusão tecnológica, maior participação nas decisões políticas (melhoria das instituições) e desenvolvimento econômico, geradas pelo acúmulo de capital humano são responsáveis por evitar os retornos marginais decrescentes do capital.

Neste sentido, modelos de crescimento endógeno fazem previsões com relação à convergência entre países e/ou regiões bem distintas daquelas realizadas pelos modelos de crescimento neoclássico. Nos modelos de crescimento endógeno não existe um nível de estado estacionário da renda *per capita* em virtude dos retornos não-decrescentes do capital, sendo assim, diferenças entre países podem persistir indefinidamente, mesmo quando os países apresentam parâmetros estruturais semelhantes.

Apesar de adequados na análise de longo prazo do comportamento da renda *per capita*, tais modelos, em suas primeiras versões<sup>5</sup>, não foram capazes de explicar as regularidades empíricas nos dados para países e regiões que corroboravam a hipótese de convergência (condicional). Diante de tal quadro, a pesquisa empírica se voltou para aplicações de extensões dos modelos neoclássicos que incorporassem variáveis como políticas governamentais, capital humano e difusão tecnológica presentes nos modelos de crescimento endógeno.

### **2.3. Estudos de convergência no mundo<sup>6</sup>**

A literatura empírica sobre convergência teve seu início com Baumol (1986)<sup>7</sup>, que utilizando uma série histórica de mais de cem anos para a produtividade da mão-de-obra observa que, em uma amostra de dezesseis países industrializados, ocorreu um processo de convergência absoluta, tais países alcançaram o líder, Estados Unidos, em termos da taxa de crescimento. De Long (1988) faz uma crítica ao estudo de Baumol (1986), mostrando que o resultado de convergência encontrado é fruto de um viés de seleção de amostra e de erros de medida no cômputo da produtividade devido à baixa qualidade dos dados no período inicial abrangido pela série de produtividade.

Para De Long (1988), os países selecionados foram incluídos na amostra de um ponto de vista *ex post*, ou seja, foram escolhidos porque tiveram sucesso no crescimento econômico ao longo do século XX e não porque eram candidatos naturais a este sucesso no início do

---

<sup>5</sup> Barro e Sala-i-Martin (1997) constroem um modelo que concilia o crescimento de longo prazo dos modelos de crescimento endógeno (a partir do descobrimento de novas idéias pelas economias líderes), com o comportamento de convergência dos modelos neoclássicos de crescimento (a partir da imitação gradual por parte das economias seguidoras).

<sup>6</sup> A literatura empírica sobre o tema é vasta, o que se faz nesta seção é uma seleção do que se considera a linha central de desenvolvimento do assunto.

<sup>7</sup> Este estudo foi o primeiro a abordar o conceito de clubes de convergência.

período de análise. Propõe então uma reamostragem de países *ex ante*, e demonstra que, nestas circunstâncias, o resultado de convergência absoluta não se concretiza.

Outros estudos tiveram seu foco voltado para a análise de convergência condicional. Segundo Islam (2004), os primeiros estudos a abordarem esta questão foram Kormendi e Meguire (1985), e Grier e Tullock (1989). O primeiro encontrou evidência de convergência condicional para a renda *per capita* em uma amostra de cinquenta países, o segundo, ampliando a amostra e o período de análise do primeiro estudo, testa a robustez do resultado em repartições da amostra e do período, chegando a conclusões ora favoráveis, ora desfavoráveis ao processo de convergência condicional.

A partir destes marcos a literatura se proliferou diversificando seu método e escopo de análise. Dollar e Wolff (1988) analisam a convergência da produtividade da mão-de-obra na indústria como um todo e em diversos segmentos do setor industrial para uma amostra de treze países desenvolvidos no período de 1963 a 1982, chegando à conclusão de que a convergência da produtividade na indústria como um todo é resultado da convergência em seus segmentos. Wolff (1991) investiga o processo de convergência da produtividade total dos fatores (PTF) em um grupo de sete países desenvolvidos no período de 1870 a 1979 obtendo resultado favorável à convergência. Nesta mesma linha têm-se os trabalhos de Bernard e Jones (1996a, 1996b) que investigam convergência para os países da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico (OCDE) encontrando convergência.

Barro (1991), almejando contribuir para o debate entre modelos neoclássicos de crescimento e modelos de crescimento endógeno, realiza um estudo sistemático em noventa e oito países no período de 1960 a 1985 buscando identificar empiricamente as variáveis que contribuem para taxas positivas de crescimento econômico, bem como para o processo de convergência da renda *per capita*. Mankiw, Romer e Weil (1992), ao espírito de Barro (1991), testam empiricamente a validade do modelo de Solow ao longo do período de 1960 a 1985, obtendo evidência de convergência quando o modelo é controlado pelas variáveis de investimento, crescimento populacional e capital humano, ou seja, a ocorrência de convergência condicional.

Barro e Sala-i-Martin (1992) levam a análise ao nível regional ao estudarem quarenta e oito estados norte-americanos no período de 1840 a 1988, encontrando evidência de convergência absoluta para a renda *per capita* estadual.

Quah (1992, 1993, 1997) faz uma crítica aos métodos tradicionalmente usados para testar convergência e inaugura um novo patamar de análise baseado em modelos de dinâmica

de distribuição, dando fôlego ao debate de convergência e gerando novas perspectivas de análise, ao observar que a distribuição da renda mundial passou de unimodal para bimodal, indicando que, enquanto alguns países tendem a convergir em direção aos mais ricos, outro grupo de países parece ficar cada vez mais longe de tal objetivo.

#### **2.4. Estudos de convergência no Brasil**

No Brasil, os principais estudos que corroboram a existência de um processo de convergência absoluta são Ferreira e Diniz (1995) que analisam o processo de convergência para as rendas *per capita* estaduais do país no período de 1970 a 1985; Ferreira e Ellery Jr. (1996) que estendem o período de análise de Ferreira e Diniz (1995) para 1970 a 1990; Ferreira (1999) e Azzoni (2001) que estudam o processo de convergência em um período ainda mais longo, de 1939 a 1995. Outros estudos encontram evidências de convergência condicional, como é o caso de Ferreira (2000) e Azzoni *et al.* (2000) para o período 1981 a 1996.

Seguindo a linha de pesquisa de dinâmica de distribuição como adotada em Quah (1993, 1997), têm-se Laurini *et al.* (2003) que analisando convergência de renda entre os municípios brasileiros encontra a formação de dois clubes de convergência no período 1970 a 1996. Um clube de baixa renda formado pelas regiões Nordeste e Norte, e outro de renda mais elevada formado pelos municípios das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Mossi *et al.* (2003) também encontram a formação de dois clubes de convergência para os estados brasileiros ao longo do período de 1939 a 1996, um formado por estados de baixa renda na região nordeste e outro por estados de renda elevada na região sudeste. Gondim, Barreto e Carvalho (2007) corroboram os resultados destes estudos ao realizar análise semelhante para o período de 1970 a 2000.

Stulp e Fochezatto (2004) analisam convergência para a renda *per capita* dos vinte e dois Conselhos Regionais de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul (COREDE) para o período de 1985 a 1999, encontrando convergência em direção à média estadual; Stulp (2004) analisa a convergência da produtividade da mão-de-obra agropecuária no Rio Grande do Sul, constatando um processo moderado de convergência em direção à segunda classe de produtividade mais elevada para o período de 1975 a 1996. Fochezatto e Stulp (2008), ao ampliarem a abrangência geográfica de Stulp (2004), encontram a formação de dois clubes de convergência para a produtividade da mão-de-obra agropecuária brasileira no período de 1990

a 2000, um clube de produtividade baixa formado pelas regiões norte e nordeste, e outro de produtividade elevada formado pelas regiões sul, centro-oeste e sudeste.

Para Minas Gerais têm-se os estudos de Perobelli, Faria e Ferreira (2006) que não encontram evidências de convergência para o PIB *per capita* no período de 1975 a 2003, contudo, ao reduzir o período de análise para 1996 a 2003 o resultado anteriormente encontrado não se mantém e, nesse sentido, há um processo de convergência entre os municípios mineiros. Resende e Figueiredo (2008) utilizando regressões quantílicas para o período de 1980 a 2000 chegam à conclusão de que a hipótese de convergência condicional para a renda dos municípios mineiros não pode ser rejeitada.

Maranduba Júnior e Almeida (2008) também encontram um processo de convergência condicional para o PIB *per capita* dos municípios mineiros no período de 1999 a 2004, entretanto, advertem que a velocidade de convergência estimada foi bastante lenta e que, diante desse resultado, as políticas regionais deveriam ser repensadas visando acelerar o processo de convergência. Silva, Fontes e Alves (2004) analisando a existência de um processo de convergência para a renda *per capita* das microrregiões mineiras no período de 1970 a 2000 evidenciam um processo de  $\sigma$ -convergência. Ressaltam que este resultado não é suficiente para levar o estado à total equalização, o que gera a necessidade de políticas públicas visando retirar algumas regiões de uma aparente armadilha de pobreza. O resultado de  $\beta$ -convergência absoluta também é encontrado pelo estudo. Cabe ressaltar, que ao inserir variáveis condicionantes denotando o capital humano os resultados melhoram, pois se teve para o período de 1970 a 1991 aumento da velocidade de convergência e redução no período de meia-vida.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Modelo Analítico

Esta seção está dividida em quatro partes. A primeira faz uma breve exposição das metodologias tradicionalmente utilizadas para analisar  $\beta$ -convergência e  $\sigma$ -convergência. A segunda, a descrição da aplicação de densidades de distribuição para análise de convergência, a terceira, a abordagem do processo estacionário de primeira ordem de Markov por meio de matrizes de probabilidades de transição e, por fim, a quarta e última parte, o uso de núcleo estocástico para estimação das probabilidades de transição.

##### 3.1.1. $\beta$ -convergência e $\sigma$ -convergência

Existem diversas metodologias para estudar a evidência de convergência de uma variável<sup>8</sup> (renda, produtividade, produção, etc..) entre países e/ou regiões e existe alguma correspondência entre as definições de convergência e a metodologia utilizada.

Fochezatto e Stulp (2004) citando Baumont *et al.* (2000) mostram que a hipótese de  $\beta$ -convergência absoluta, em geral, é testada através de um modelo econométrico do tipo:

$$\frac{1}{T} \text{Ln} \left( \frac{y_{i,T}}{y_{i,0}} \right) = \alpha + \beta \text{Ln}(y_{i,0}) + \varepsilon_i \quad (1)$$

---

<sup>8</sup> Deste ponto em diante a referência será feita à variável objeto do presente estudo, leia-se, produtividade da mão-de-obra agropecuária, ou simplesmente produtividade.

em que  $y_{i,0}$  é a produtividade da mão-de-obra agropecuária da região  $i$  no período inicial;  $y_{i,T}$  é a mesma variável no período  $T$ ;  $T$  é o número de períodos analisados;  $\varepsilon_i$  é um termo de erro, que deve ser aleatório  $\varepsilon_i \sim (0, \sigma^2) \quad \forall i = 1, \dots, n$ .

De acordo com esse modelo, diz-se que há  $\beta$ -convergência quando  $\beta$  é negativo e estatisticamente significativo, uma vez que, nesse caso, a taxa média de crescimento da produtividade entre os períodos 0 e T é negativamente correlacionada com o nível inicial da mesma.

O teste da hipótese de  $\beta$ -convergência condicional consiste em estimar o modelo econométrico abaixo, no qual algumas variáveis que tornam as regiões diferentes entre si são isoladas e mantidas constantes:

$$\frac{1}{T} \text{Ln} \left( \frac{y_{i,T}}{y_{i,0}} \right) = \alpha + \beta \text{Ln}(y_{i,0}) + \gamma X_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

em que  $X_i$  representa o vetor de variáveis específicas do estado estacionário da economia da região  $i$ .

Esse vetor, geralmente, é composto de variáveis de estado, como o estoque de capital físico e humano, e de variáveis de controle ou de ambiente, como a participação do consumo público e do investimento doméstico no PIB, as modificações dos termos de troca, a taxa de fecundidade, o grau de instabilidade política e outras. (BARRO; SALA-I-MARTIN *apud* FOCHEZATTO; STULP, 2004, p.41)

Outro método utilizado para testar convergência é o de  $\sigma$ -convergência<sup>9</sup>, o qual se refere à redução da dispersão da produtividade ao longo do tempo.

Ela consiste simplesmente no cálculo do desvio-padrão e na comparação dos resultados em termos da produtividade na data inicial e final do período considerado, há  $\sigma$ -convergência quando ocorre diminuição do desvio-padrão no período final. Em termos algébricos, o teste de sigma convergência pode ser expresso da seguinte forma:

$$\sigma = \frac{DP_t}{DP_0} \quad (3)$$

---

<sup>9</sup> Segundo Fochezatto e Stulp (2004) este conceito pode também ser tratado de forma absoluta ou condicional à semelhança do que é feito na  $\beta$ -convergência.

em que  $DP$  é o desvio padrão da produtividade nos períodos inicial ( $0$ ) e final ( $t$ ). Para que haja convergência é preciso que essa razão seja menor que um.

Apesar de sua facilidade computacional e ampla utilização, a literatura apresenta várias críticas sobre essas metodologias, das quais se destacam:

- Inconsistência entre as conclusões obtidas pelo método de  $\beta$ -convergência e  $\sigma$ -convergência. De acordo com Friedman (1992) e Quah (1993b) é possível obter um parâmetro  $\beta$  negativo e condizente com um aumento na dispersão da produtividade, neste caso, um sinal negativo para tal parâmetro é condição necessária para  $\sigma$ -convergência, mas não suficiente<sup>10</sup>;
- Conforme Quah (1993b), análises baseadas no primeiro e segundo momento da distribuição, como é o caso de  $\beta$ -convergência e  $\sigma$ -convergência, são incapazes de revelar características da dinâmica interna da distribuição.

### 3.1.2 Densidades de distribuição<sup>11</sup>

Visando contornar as deficiências das metodologias tradicionalmente empregadas para estudo de convergência, principalmente no que tange à ausência de informação intra-distribuição, dado que as regressões *cross-section* e o cômputo de dispersão revelam informações médias da amostra como um todo, não sendo possível captar particularidades de porções da amostra, é que a literatura de crescimento econômico iniciou a aplicação de densidades de distribuição para análise da evolução da produtividade.

Esta análise pode ser feita pela discretização do espaço de produtividades, por meio da construção de histogramas, os quais permitem uma visualização gráfica das freqüências

---

<sup>10</sup> A constatação ficou conhecida na literatura como Falácia de Galton. Francis Galton, primo de Charles Darwin, ao estudar a altura de filhos de pais altos e baixos, chegou a uma inferência incorreta feita a partir de suas observações. Galton avaliou a altura dos pais contra a altura dos filhos. O resultado de sua investigação é que filhos de pais altos tendem a ser altos, mas menores que seus pais, e que filhos de pais baixos tendem a ser também baixos, mas maiores que seus pais e, desta forma, a altura da população tenderia a convergir para a média. Ele não conseguiu, contudo, conciliar este resultado com um aumento cada vez maior da dispersão de alturas da população masculina. A falácia ocorre porque a seleção de observações tomando seus extremos levaria naturalmente a essa tendência convergente.

<sup>11</sup> Esta seção baseia-se em Gondim (2004).

relativas. Na construção do histograma, as economias<sup>12</sup> analisadas são agrupadas em intervalos de produtividade de tamanho fixo. Em seguida, conta-se quantas economias pertencem a cada intervalo e desenha-se uma barra proporcional ao número contado. Um problema existente na discretização de um espaço contínuo é a possibilidade de obtenção de resultados diferentes dependendo da origem ou do tamanho dos intervalos escolhidos.

Para evitar as distorções produzidas pela discretização, pode-se estimar uma densidade de distribuição pelo método de suavização por núcleo (*kernel smoothing*). Este método considera cada economia de uma amostra de tamanho  $n$  o ponto central de um intervalo de tamanho  $h$ <sup>13</sup>, então a função densidade será estimada por:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n P(x_i) \quad (4)$$

em que:  $P(x_i)$  é uma função de ponderação, que no caso do núcleo normal, ou Gaussiano corresponde a:

$$P(x_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x_i - x}{h}\right)^2\right) \quad (5)$$

Na análise das densidades, uma curva mais concentrada (leptocúrtica) indica uma maior convergência, ao passo que uma curva mais achatada (platicúrtica) indica maior dispersão da rendas, portanto, maior divergência.

### 3.1.3 Processo estacionário de primeira ordem de Markov

O cálculo de densidades de distribuição carece, contudo, de informações quanto ao mecanismo que gera uma determinada evolução da distribuição. Tem-se uma distribuição no período  $t$  e outra no período  $t+1$ , mas não se sabe a dinâmica responsável por transformar tal distribuição entre os períodos.

<sup>12</sup> Economias aqui e ao longo do presente estudo devem ser entendidas como regiões agropecuárias.

<sup>13</sup> A escolha ótima do valor de  $h$  será abordada na seção que trata sobre processo estacionário de primeira ordem de Markov.

Para preencher esta lacuna, Quah (1992, 1993b) utiliza um processo estacionário de primeira ordem de Markov por meio de matrizes de transição, o qual é capaz de gerar uma “lei de movimento” que revele como a distribuição evolui no tempo.

Trata-se de um sistema de equações em diferenças, em que a solução será a condição da economia no seu estado estacionário, após a convergência/divergência da produtividade, ou seja,

$$Y_{t+1} = M \cdot Y_t \quad (6)$$

em que  $Y$  é um vetor linha de produtividades em dois períodos de tempo distintos;  $M$ , descreve a transição de um vetor de produtividades para outro.

Em outras palavras,  $M$  pode ser interpretada como uma matriz de probabilidades de transição: para quaisquer duas classes de produtividade  $i$  e  $j$  ( $i, j \in C$ ), em que  $C$  denota o conjunto de todas as classes de produtividade, os elementos  $M_{ij}$  definem a probabilidade de se mover de uma classe  $i$  para uma classe  $j$  entre os períodos de tempo  $t$  e  $t+1$ . Suponha que uma economia  $r$  está na classe  $i$  ( $Y_r^t \in i$ ) no tempo  $t$ , se a seqüência  $\{Y_r^0, Y_r^1, \dots\}$  satisfaz a relação

$$\Pr\{Y_r^{t+1} \in i / Y_r^t, Y_r^{t-1}, \dots, Y_r^0\} = \Pr\{Y_r^{t+1} \in i / Y_r^t\} \quad (7)$$

para qualquer  $i \in C$ , e para qualquer economia, então a evolução da distribuição de produtividades  $Y$  descrita pela equação (6) pode ser analisada como um processo estacionário de primeira ordem de Markov.<sup>14</sup>

A matriz de probabilidades de transição de níveis de produtividade é construída pelo uso da razão desta variável em relação à média do estado. Dessa forma, a média estadual passa a ser um, e as economias têm suas posições relativas classificadas por essa média, obedecendo a classes relativas de níveis de produtividade.

---

<sup>14</sup> Conforme observa Quah (1992) e Magrini (1999), a definição do processo de Markov na equação (2) não é trivial, já que ela implica que a probabilidade de transição entre quaisquer dois estados (classes de produtividade no presente caso) é independente do tempo. A suposição de homogeneidade temporal pode parecer forte, tendo em vista que políticas e condições econômicas mudam ao longo do tempo, implicando mudanças nas probabilidades de transição. Contudo, esta suposição é equivalente a analisar convergência em direção ao estado estacionário rodando regressões (de seção cruzada ou série temporal) ao longo de períodos delimitados de tempo. O principal objetivo de todas estas abordagens não é o de fornecer previsões acuradas do futuro, mas sim de esclarecer a natureza do processo de desenvolvimento econômico que caracteriza a região sob estudo, ao longo do período de análise.

O intuito deste procedimento é possibilitar a classificação das duas distribuições ( $t$  e  $t + 1$ ) em um mesmo intervalo de classes. Mediante a organização das duas distribuições em uma mesma estrutura de classes, será possível examinar como as economias migram de uma classe para outra. Com base nessas migrações, será construída a matriz de probabilidades de transição de Markov.

O grande desafio neste tipo de abordagem é definir um critério de construção da matriz de Markov que não seja arbitrário a ponto de retirar a propriedade markoviana do processo. No presente estudo será utilizado o critério<sup>15</sup> de Magrini (1999). Tal critério baseia-se em elementos estatísticos e será descrito em detalhes adiante.

Neste critério, antes de estabelecer a construção da matriz de Markov, procede-se ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov de cada uma das duas distribuições de produtividade da mão-de-obra agropecuária para as economias em análise (microrregiões e municípios mineiros). Os testes de normalidade são necessários, uma vez que a construção das classes de níveis de produtividade requer a hipótese de normalidade<sup>16</sup> da distribuição dos dados, necessária para estabelecer sua amplitude, a qual será denominada  $h$ .

O valor de  $h$ , ou seja, a amplitude de classe é importante para a estimativa da função densidade de probabilidade. Existe um *trade-off* para a escolha de  $h$ . Uma amplitude de classe muito grande faz com que haja grande número de pontos em cada intervalo, perdendo informação importante à respeito da dinâmica interna da distribuição. Com uma amplitude de classe pequena, aumenta-se a possibilidade de ter classes de produtividade que não se comunicam, inviabilizando a montagem da matriz. Dessa forma, o valor de  $h$  deve ser escolhido para se fazer uma escolha ótima para o *trade-off* entre perda de dinâmica interna e perda de comunicação entre as classes de produtividade.

De acordo com Magrini (1999), quando a distribuição é normal, o valor ótimo do intervalo de classe é dado por  $h = 2,72s n^{-1/3}$ , em que  $s$  é o desvio-padrão da distribuição e  $n$ , o número de observações.

Definidas as classes de produtividade, pode-se estimar a matriz de transição, de Markov, a partir de um estimador de máxima verossimilhança da probabilidade de transição, comparando o número de economias que pertencem a certa classe no período  $t$  e migram para

---

<sup>15</sup> No Anexo B deste trabalho, como forma de comparação, constam os resultados utilizando-se o critério de Quah (1992). Este critério deixa a cargo do pesquisador a definição do número de classes, determinando somente que haja um número uniformemente distribuído de economias entre as classes previamente definidas.

<sup>16</sup> De acordo com Magrini (1999) o critério seria válido mesmo em situações onde as observações não seguissem uma distribuição normal.

outras classes ou permanecem na mesma, no período  $t + 1$ . As probabilidades de transição, segundo Salvato *et al.* (2006), podem ser estimadas por:

$$\hat{M}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n I_{A_j}(X_{t+1,k}) I_{A_i}(X_{t,k})}{\sum_{k=1}^n I_{A_i}(X_{t,k})} \quad (8)$$

em que  $\hat{M}_{ij}$  é a probabilidade de transição da classe  $i$ , no período  $t$ , para a classe  $j$ , no período  $t+1$ ;  $A_t$ , classe de produtividade da mão-de-obra na agropecuária no período  $t$ ;  $A_j$ , classe de produtividade da mão-de-obra na agropecuária no período  $t+1$ ;  $X_{t+1}$ , elementos da distribuição (produtividade da mão-de-obra agropecuária) no período  $t+1$ ;  $X_t$ , elementos da distribuição no período  $t$ ; e  $I(\cdot)$  função de contagem.

Basicamente, esse estimador é uma contagem simples de quantas economias que estavam em certa classe de produtividade da mão-de-obra na agropecuária no período  $t$  ( $A_i$ ) e migraram para uma classe no período  $t+1$  ( $A_j$ );  $M_t$  é a matriz de Markov, cujos elementos são os  $\hat{M}_{ij}$ .

A matriz de Markov relaciona o vetor de distribuição de probabilidade da variável produtividade da mão-de-obra agropecuária das classes  $A_i$ , no período  $t$ , com aquela verificada no período  $t+1$ . A diagonal principal representa a probabilidade de uma determinada economia permanecer na mesma classe, e os elementos fora da diagonal principal representam a probabilidade de transição entre as classes.

Como critério de convergência, pode-se afirmar que haverá convergência quando a norma dos autovalores reais ou complexos de  $M_t$  for menor que a unidade. Como as somas das linhas da matriz de Markov  $M_t$  têm que ser 1, pois trata-se de uma matriz de probabilidades, obtém-se sempre um autovalor 1. Portanto, sempre haverá convergência para um ou mais vetores de distribuição de produtividade da mão-de-obra agropecuária. A presença de um único autovalor unitário e dos demais com norma menor que 1 indica que se tem um processo de convergência para uma única distribuição de probabilidade que será linear no autovetor correspondente ao autovalor unitário. Com esse vetor de convergência, pode-se descrever a estrutura da produtividade da mão-de-obra agropecuária, à qual tende a evolução temporal do processo estocástico (SIMON; BLUME, 2004).

Definida a matriz de Markov  $M$ , procede-se à solução do sistema de equações (6). Segundo Simon e Blume (2004) se  $M$  é uma matriz de tamanho  $k \times k$  com  $k$  autovalores

reais e distintos  $r_1, \dots, r_k$  e autovetores associados  $v_1, \dots, v_k$ . Então, a solução geral do sistema de equações a diferenças  $Y_{t+1} = MY_t$  é

$$Y_t = c_1 r_1^t v_1 + c_2 r_2^t + \dots + c_k r_k^t v_k \quad (9)$$

em que  $c \in R$  denota um vetor de constantes.

No entanto, se  $M$  é uma matriz  $k \times k$  com  $k$  autovalores complexos e distintos  $\alpha_1^* \pm i\beta_1^*, \dots, \alpha_k^* \pm i\beta_k^*$  e autovetores complexos associados  $u_1^* \pm iv_1^*, \dots, u_k^* \pm iv_k^*$ , a solução geral do sistema se torna<sup>17</sup>

$$Y_t = r_1^{*t} [(c_1 \cos t\theta^* - c_2 \sin t\theta^*) u_1^* - (c_2 \cos t\theta^* + c_1 \sin t\theta^*) v_1^*] + \dots + r_k^{*t} [(c_k \cos t\theta^* - c_{k+1} \sin t\theta^*) u_k^* - (c_{k+1} \cos t\theta^* + c_k \sin t\theta^*) v_k^*] \quad (10)$$

Ademais, pode-se estimar a velocidade com que o equilíbrio de longo prazo é alcançado através da segunda raiz característica. Essa velocidade representa o tempo necessário para percorrer a metade da distância entre a posição inicial e a de equilíbrio de longo prazo ( $dm$ ), denominado na literatura de meia-vida. Algebricamente tem-se  $dm = -\log 2 / \log |r_2|$ , em que  $r_2$  é o segundo maior autovalor (MAGRINI, 1999).

A utilização de matriz de probabilidades de transição para modelar a “lei de movimento” é bastante aceita na literatura. Segundo Bulli (2001), a teoria que embasa esta metodologia é acessível e consolidada. Além disso, a estimação da matriz é computacionalmente simples e os resultados são fáceis de interpretar e serem apresentados.

A maior crítica que esta abordagem sofre reside no fato de discretizar um espaço contínuo, o que se feito de maneira inapropriada pode distorcer ou mesmo retirar a propriedade de Markov do processo e, além disso, como no caso do histograma, pode produzir resultados diferentes dependendo dos intervalos escolhidos na construção das classes de produtividade. Buscando aperfeiçoar a forma de gerar a “lei de movimento” evitando a discretização dos dados, Quah (1997) recorre ao uso de núcleo estocástico para estimar a probabilidade de transição. Esse procedimento será descrito na próxima seção.

---

<sup>17</sup> Para gerar esta solução faz-se uso de uma transformação de autovalores complexos em coordenadas polares, para maiores detalhes ver Simon e Blume (2004, cap. 23).

### 3.1.4 O uso de núcleo estocástico na estimação das probabilidades de transição

A metodologia desenvolvida por Quah (1997) mantém os dados na forma contínua, fazendo com que o número de intervalos (células) tenda ao infinito, e depois a um *continuum*. A matriz de transição tende, então, para um *continuum* de linhas e colunas, tornando-se um núcleo estocástico (*stochastic Kernel*).

De acordo com Quah (1997), a definição formal de um núcleo estocástico é a seguinte:

**Definição:** Sejam  $\mu$  e  $\nu$  medidas de probabilidade em  $(\mathbb{R}, \mathfrak{R})$ , um espaço mensurável de probabilidades. Um núcleo estocástico relacionando  $\mu$  e  $\nu$  é um mapeamento  $M_{(\mu,\nu)} : (\mathbb{R}, \mathfrak{R}) \rightarrow [0,1]$  satisfazendo:

- a)  $\forall y \in \mathbb{R}$ , a restrição  $M_{(\mu,\nu)}(y, A)$  é uma medida de probabilidade em  $(\mathbb{R}, \mathfrak{R})$ ;
- b)  $\forall A \in \mathfrak{R}$ ,  $M_{(\mu,\nu)}$  é uma função mensurável em  $\mathfrak{R}$ ;
- c)  $\forall A \in \mathfrak{R}$ , têm-se que  $\mu(A) = \int M_{(\mu,\nu)}(y, A) d\nu(y)$ .

As condições a) e b) asseguram que o núcleo estocástico é um mapeamento bem definido para os espaços de probabilidade  $M_{(\mu,\nu)}$  e  $(\mathbb{R}, \mathfrak{R})$ . O conceito principal de núcleo estocástico está na condição c).

Em um período inicial, para um dado  $y$ , existe uma fração  $d\nu(y)$  de economias com produtividade próxima a  $y$ . Conte todas as economias neste grupo cuja produtividade subsequente esteja no subconjunto  $A \subseteq \mathbb{R}$ . Quando normalizada para ser uma fração do número total de economias, esta contagem é  $M_{(\mu,\nu)}(y, A)$ .

Fixe  $A$ , pondere a contagem  $M(y, A)$  por  $d\nu(y)$ , e some sobre todos os possíveis  $y$ , isto é, calcule a integral  $\int M(y, A) d\nu(y)$ . Isto dará a fração de economias que terminam no estado  $A$  independentemente de sua situação inicial. Se isto for igual a  $\mu(A)$  para todos os subconjuntos mensuráveis  $A$ , então  $\mu$  deve ser a medida associada com a distribuição subsequente da produtividade. Em outras palavras, o núcleo estocástico  $M$  é uma descrição completa das transições do estado  $y$  para qualquer outra porção do espaço de estados  $\mathbb{R}$ .

De acordo com Laurini *et al.* (2003) a estimação do núcleo estocástico é realizada obtendo-se medidas empíricas para os elementos da integral  $\int M_{(\mu,\nu)}(y, A) d\nu(y)$ . O termo  $\int M_{(\mu,\nu)}(y, A) d\nu(y)$  é obtido estimando-se não parametricamente a densidade conjunta

das produtividades relativas nos períodos inicial e final utilizando-se um núcleo bivariado, e esta densidade conjunta se torna um núcleo Estocástico ao normalizarmos pela distribuição marginal no período inicial, que é a contraparte empírica de  $dv(y)$ .

A dinâmica da distribuição pode então ser modelada como um processo de Markov de primeira ordem, conforme descrito na seção anterior.

### 3.2. Procedimentos utilizados

Na análise empírica a variável produtividade da mão-de-obra na agropecuária foi construída para os municípios e microrregiões de Minas Gerais nos anos de 1970, 1975, 1980, 1985, 1996 e 2006. Os anos foram selecionados segundo critério de disponibilidade de dados, já que nestes anos foram realizados censos agropecuários nacionais.

Para os propósitos do estudo definiu-se produtividade da mão-de-obra na agropecuária como a razão entre o valor total adicionado da agropecuária (R\$ do ano 2000 deflacionado pelo deflator implícito do produto interno bruto nacional (PIB)) e o total do pessoal ocupado na agropecuária.

Toda a análise desenvolvida para as microrregiões e municípios foi pautada na variável *produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária*, que é a razão entre a produtividade da mão-de-obra dos municípios e microrregiões, e a média do estado. De acordo com Le Gallo (2001) é preferível trabalhar em termos relativos ao invés de absolutos para que co-movimentos e tendências sejam retirados da série.

Em função do aumento no número de municípios<sup>18</sup> ao longo do período de estudo, fez-se necessário uma compatibilização dos dados. Esta compatibilização foi efetuada com base no histórico de emancipações municipais. Desta forma, municípios emancipados ao longo do período de 1970 a 2006 foram incorporados aos municípios de origem. Todos os municípios submetidos a esse procedimento estão listados no Anexo A.

As estimativas para os modelos de  $\beta$  e  $\sigma$ -convergência, bem como para as densidades de distribuição foram feitas no software *Eviews 6*. As matrizes de Markov foram construídas no software *Excel* e *TSRF Econometric Package*, a solução do sistema de equações em diferenças foi feita no software *Mathematica 3.0* e, por fim, os núcleos estocásticos foram estimados no *TSRF Econometric Package*.

---

<sup>18</sup> Em 1970 Minas Gerais possuía 722 municípios, já em 2006 esse número foi para 853.

### 3.3. Fonte de Dados

Os dados de valor total adicionado da agropecuária e total do pessoal ocupado na agropecuária foram obtidos junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – dados macroeconômicos e regionais (IPEADATA) referente aos Censos Agropecuários dos anos de 1970, 1975, 1980, 1985, 1996 e 2006, publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Na Tabela 1 apresentam-se as estatísticas descritivas do banco de dados utilizado para a investigação do processo de convergência da produtividade da mão-de-obra nas microrregiões e municípios de Minas Gerais.

Pela sua análise percebe-se que tanto as microrregiões quanto os municípios do estado apresentam uma tendência semelhante com relação ao comportamento da média e do desvio-padrão para o PIB da agropecuária (valor adicionado). Têm-se um comportamento crescente até o ano de 1985 para uma posterior queda em 1996 e 2006.

O mesmo pode ser dito para a média do total do pessoal ocupado na agropecuária para as microrregiões e municípios do estado. Têm-se uma tendência ascendente até 1985 e então uma reversão desta nos anos de 1996 e 2006. Já o desvio-padrão é crescente até 1985 para então oscilar nos anos de 1996 e 2006.

O desvio-padrão da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária de Minas Gerais para os municípios e microrregiões tem um padrão oscilatório, já a média apresenta o valor unitário pelo fato da distribuição estar normalizada pela média do estado.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para o cálculo do processo de convergência nas microrregiões e municípios de Minas Gerais

Variável	Ano	Microrregiões			
		Média	Desvio-Padrão	Mín.	Máx.
PIB Agropecuária R\$ de 2000(mil)	1970	R\$ 64.272,95	R\$ 41.012,38	R\$ 7.569,96	R\$ 245.923,19
	1975	R\$ 108.451,61	R\$ 61.934,89	R\$ 16.946,46	R\$ 295.243,17
	1980	R\$ 192.506,33	R\$ 97.200,10	R\$ 29.075,43	R\$ 434.168,88
	1985	R\$ 246.714,30	R\$ 245.047,03	R\$ 24.007,23	R\$ 1.467.636,67
	1996	R\$ 179.840,79	R\$ 162.760,20	R\$ 12.517,19	R\$ 822.863,75
	2006	R\$ 141.215,09	R\$ 124.650,50	R\$ 12.823,55	R\$ 492.896,50
Pessoal Ocupado na Agropecuária	1970	29999	15811	7754	77454
	1975	33181	18408	7318	91658
	1980	34614	18565	6911	89842
	1985	40305	21695	9994	105741
	1996	30304	16176	4865	76822
	2006	28741	19553	4909	90952
Produtividade Relativa da Mão-de- obra na Agropecuária	1970	1,00	0,58	0,20	3,45
	1975	1,00	0,51	0,20	2,25
	1980	1,00	0,45	0,27	2,12
	1985	1,00	0,78	0,17	3,41
	1996	1,00	0,70	0,23	4,05
	2006	1,00	1,01	0,13	6,88
No Obs./Ano	66				
Variável	Ano	Municípios			
		Média	Desvio-Padrão	Mín.	Máx.
PIB Agropecuária R\$ de 2000(mil)	1970	R\$ 5.875,37	R\$ 9.200,36	-R\$ 2.187,74	R\$ 193.291,69
	1975	R\$ 9.913,86	R\$ 10.491,12	-R\$ 1.592,46	R\$ 73.128,66
	1980	R\$ 17.597,53	R\$ 18.808,79	R\$ 92,43	R\$ 165.185,84
	1985	R\$ 22.552,83	R\$ 35.742,58	-R\$ 1.138,06	R\$ 333.881,94
	1996	R\$ 16.439,74	R\$ 24.262,38	-R\$ 2.199,58	R\$ 301.028,43
	2006	R\$ 12.929,01	R\$ 19.618,93	R\$ 11,90	R\$ 223.268,77
Pessoal Ocupado na Agropecuária	1970	2742	2882	68	28342
	1975	3033	3469	89	37677
	1980	3164	3400	64	30499
	1985	3684	3987	145	38922
	1996	2770	2928	2	27547
	2006	2570	3132	4	27388
Produtividade Relativa da Mão-de- obra na Agropecuária	1970	1,00	1,92	-0,76	48,92
	1975	1,00	0,76	-0,36	6,49
	1980	1,00	0,60	0,06	4,43
	1985	1,00	1,20	-0,24	16,82
	1996	1,00	0,92	-0,36	12,30
	2006	1,00	1,29	0,03	17,41
No Obs./Ano	722				

Fonte: Resultados da pesquisa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção segue a mesma estrutura do modelo analítico, a cada tópico apresentam-se os resultados obtidos para as microrregiões e para os municípios no período de 1970 a 2006.

### 4.1. Primeiras Evidências

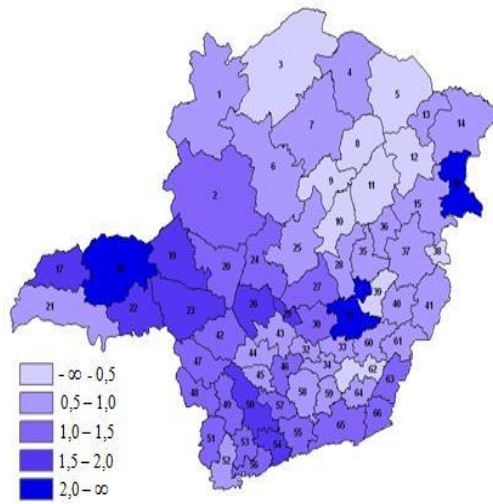
A Figura 2 apresenta a disposição espacial da produtividade relativa<sup>19</sup> da mão-de-obra na agropecuária para as sessenta e seis microrregiões mineiras com base em cinco intervalos de produtividade e seis pontos distintos do tempo, quais sejam 1970, 1975, 1980, 1985, 1996 e 2006. Esta seqüência temporal deve ser lida, na figura, da esquerda para a direita.

Para a primeira faixa de produtividade, vê-se que sua localização predominante está na região norte do estado, característica que se mantém ao longo dos anos selecionados. Outro movimento marcante é a redução do número de microrregiões na segunda faixa em detrimento das microrregiões da primeira faixa na porção norte, centro-leste e sudeste do estado.

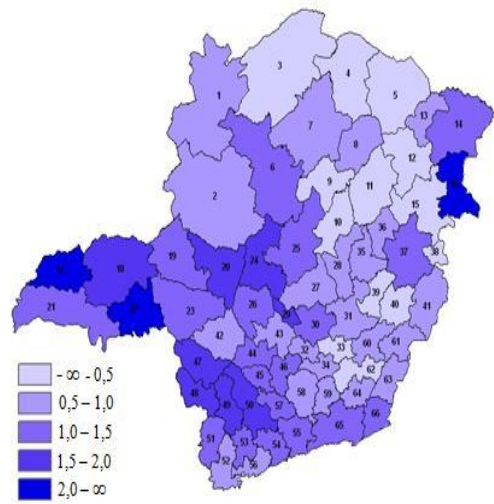
A terceira e quarta faixa estão situadas, em sua maior parte, nas regiões oeste e sul do estado, contudo, no decorrer do período as microrregiões da região sul passam a pertencer à segunda faixa e as microrregiões da região oeste na quarta faixa passam para a terceira e quinta faixa.

---

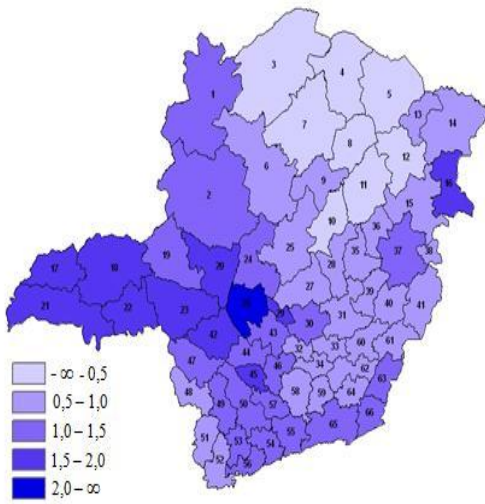
<sup>19</sup> Como a produtividade da mão-de-obra está normalizada pela média do estado o valor de 0,5 na legenda de cada gráfico refere-se à metade da média estadual, o valor de 2 a duas vezes à média do estado e assim por diante.



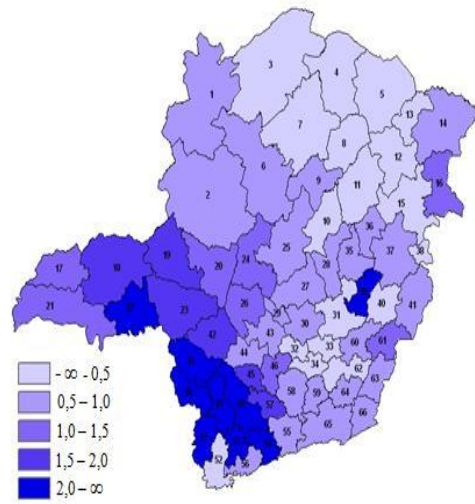
(a)



(b)

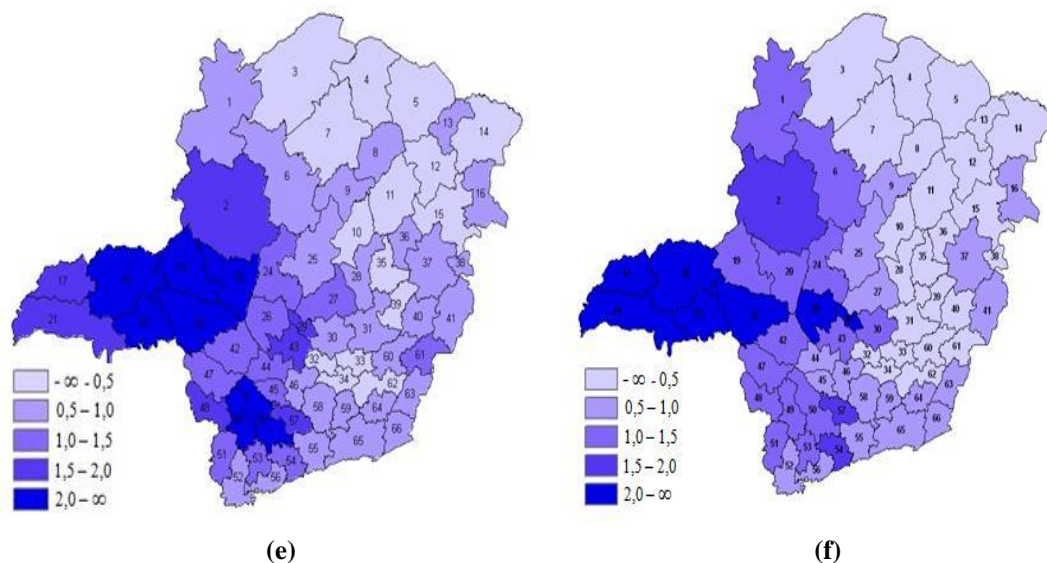


(c)



(d)

Continuação:



### Legenda

(1) Unai	(18) Uberlândia	(35) Guanhães	(52) Pouso Alegre
(2) Paracatu	(19) Patrocínio	(36) Peçanha	(53) Santa Rita do Sapucaí
(3) Janaúria	(20) Patos de Minas	(37) Governador Valadares	(54) São Lourenço
(4) Janaúba	(21) Frutal	(38) Mantena	(55) Andrelândia
(5) Salinas	(22) Uberaba	(39) Ipatinga	(56) Itajubá
(6) Pirapora	(23) Araxá	(40) Caratinga	(57) Lavras
(7) Montes Claros	(24) Três Marias	(41) Aimorés	(58) São João Del Rei
(8) Grão Mogol	(25) Curvelo	(42) Piumhi	(59) Barbacena
(9) Bocaiúva	(26) Bom Despacho	(43) Divinópolis	(60) Ponte Nova
(10) Diamantina	(27) Sete Lagoas	(44) Formiga	(61) Manhuaçu
(11) Capelinha	(28) Conceição do Mato Dentro	(45) Campo Belo	(62) Viçosa
(12) Araçuaí	(29) Pará de Minas	(46) Oliveira	(63) Muriaé
(13) Pedra Azul	(30) Belo Horizonte	(47) Passos	(64) Ubá
(14) Almenara	(31) Itabira	(48) São Sebastião do Paraíso	(65) Juiz de Fora
(15) Teófilo Otoni	(32) Itaguara	(49) Alfenas	(66) Cataguases
(16) Nanuque	(33) Ouro Preto	(50) Varginha	
(17) Ituiutaba	(34) Conselheiro Lafaiete	(51) Poços de Caldas	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 2 – Disposição espacial da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária das microrregiões de Minas Gerais nos anos de 1970 (a), 1975 (b), 1980 (c), 1985 (d), 1996 (e), e 2006 (f).

A Figura 3 tem a mesma disposição e faz a mesma análise da Figura 2 só que para os municípios de Minas Gerais. A vantagem está em poder visualizar de maneira mais acurada a disposição da produtividade relativa ao longo do estado, em função do maior nível de desagregação espacial.

Em termos qualitativos, a análise permanece a mesma da realizada para as microrregiões, entretanto, aqui se torna mais claro a separação que ocorre, com o passar dos anos, entre regiões de baixa produtividade e média/alta produtividade. No primeiro grupo situam-se as regiões norte, nordeste, leste, centro-leste e sudeste e, no segundo grupo estão as regiões noroeste, oeste, centro-oeste, sudoeste e sul.

De maneira geral, o que se nota por este tipo de análise é que economias que estão na:

- primeira faixa de produtividade permanecem nesta;
- segunda faixa de produtividade migram para a primeira;
- terceira e quarta faixa migram para a quinta faixa, contudo, este movimento contempla poucas economias sendo significativo somente no extremo oeste do estado.

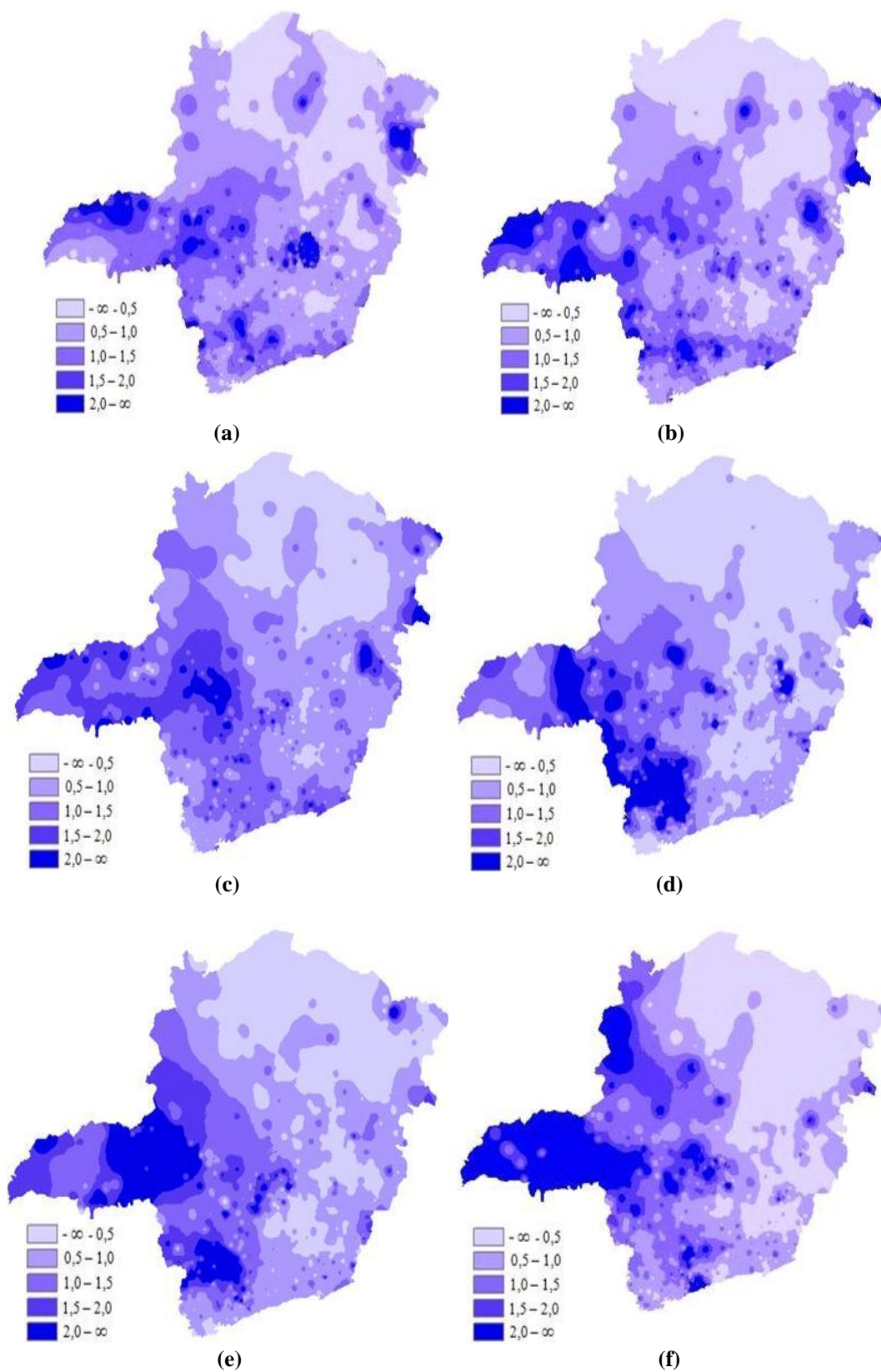
Se as faixas um e dois de produtividade (que estão abaixo da média do estado) tivessem um peso reduzido na composição do total do pessoal ocupado na agropecuária, poder-se-ia avaliar o quadro acima esboçado como um indício de que estas regiões estariam experimentando um processo de industrialização que, gerando incentivos à migração da agropecuária para outros setores, tenderia a reduzir a importância daquele setor e, conseqüentemente, o impacto dessa dinâmica para a população local. Contudo, ao longo dos anos selecionados essas faixas contemplaram, em média<sup>20</sup>, 65% do total<sup>21</sup> da população ocupada nesse setor.

Em suma, as primeiras evidências da análise espacial da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária ao longo do estado, sugerem que não há um processo de convergência, dado que a dicotomia existente entre, principalmente, a porção norte/nordeste do estado e sua porção oeste/sudoeste/sul tende a se manter e aumentar ao longo do período de análise.

---

<sup>20</sup> Os percentuais foram de 64% em 1970, 64% em 1975, 62% em 1980, 70% em 1985, 64% em 1996 e 65% em 2006.

<sup>21</sup> A população total ocupada no setor foi de 1.979.935 em 1970, 2.189.945 em 1975, 2.284.550 em 1980, 2.660.130 em 1985, 2.000.046 em 1996 e 1.896.924 em 2006.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 3 – Disposição espacial da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária dos municípios de Minas Gerais nos anos de 1970 (a), 1975 (b), 1980 (c), 1985 (d), 1996 (e), e 2006 (f).

## 4.2. $\beta$ -convergência e $\sigma$ -convergência

Na Tabela 2 constam os resultados da análise de beta convergência absoluta para as microrregiões e municípios mineiros. Para o caso das microrregiões nota-se um coeficiente  $\beta$  negativo, indicativo de convergência absoluta, no período 1985 a 2006, contudo, esse não é significativo ao nível de significância de 5% adotado. Nos demais períodos há evidência de divergência, fato observado pelo sinal positivo do coeficiente  $\beta$ , entretanto, somente no período de 1980 a 2006 há significância ao nível previamente adotado. Gutierrez (2002) ao investigar a existência ou não de um processo de convergência para a produtividade da mão-de-obra agrícola, em uma amostra de 44 países ao longo do período de 1980 a 1993, encontra resultados semelhantes aos obtidos para as microrregiões mineiras, ou seja, a ausência de convergência absoluta.

Por outro lado, os municípios apresentam evidência de convergência absoluta em todos os períodos, o que pode ser visto pela significância do parâmetro  $\beta$  negativo. Narro (2009) obtém os mesmos resultados em um estudo para a União Européia no período de 1985 a 2004, contudo, ressalta que o ajuste do modelo foi baixo, sendo melhorado ao se introduzir variáveis de controle, tais como investimento e migração o que, neste caso, passa a denotar um processo de convergência condicional. Spohr e Freitas (2008) ao analisar convergência no setor agropecuário brasileiro no período de 1980 a 2004 também encontram evidências de convergência absoluta e quando condicionada ao capital humano esta se torna ainda mais acentuada. Caldeira *et. al* (2010) investigando o processo de convergência para o PIB da agropecuária mineira no período de 1996 a 2006 reforça o resultado aqui obtido, ao encontrar um processo de convergência absoluta, além disso, demonstra que a inserção de variáveis condicionantes ligadas ao crédito rural e ao investimento em capital humano afetam positivamente o processo de convergência.

Em suma, as microrregiões não exibem um comportamento médio bem definido de relação inversa entre o nível inicial da produtividade relativa da mão-de-obra agropecuária e sua taxa de crescimento subsequente (ausência de  $\beta$ -convergência absoluta), fato que ocorre quando o nível de desagregação espacial aumenta ao se trabalhar o território do estado do ponto de vista municipal.

Tabela 2 –  $\beta$ -convergência absoluta entre as microrregiões e os municípios de Minas Gerais

	Variável Dependente	Nível de Produtividade Relativa do Período Inicial - Coeficiente $\beta$	P-Valor	R <sup>2</sup>
Microrregiões	Taxa de Crescimento 1970 a 2006	0,002	0,73	0,003
	Taxa de Crescimento 1975 a 2006	0,005	0,14	0,03
	Taxa de Crescimento 1980 a 2006	0,017	0,00	0,19
	Taxa de Crescimento 1985 a 2006	-0,008	0,15	0,05
	Taxa de Crescimento 1996 a 2006	0,005	0,54	0,01
	Variável Dependente	Nível de Produtividade Relativa do Período Inicial - Coeficiente $\beta$	P-Valor	R <sup>2</sup>
Municípios	Taxa de Crescimento 1970 a 2006	-0,011	0,00	0,11
	Taxa de Crescimento 1975 a 2006	-0,009	0,00	0,07
	Taxa de Crescimento 1980 a 2006	-0,008	0,00	0,03
	Taxa de Crescimento 1985 a 2006	-0,019	0,00	0,16
	Taxa de Crescimento 1996 a 2006	-0,023	0,00	0,08

Nota: Estimativas em seção cruzada por MQO.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A ausência de sigma convergência tanto para microrregiões como para municípios pode ser vista na Tabela 3, em que os índices calculados são superiores à unidade (exceto para os municípios no período de 1970 a 2006). Vale ressaltar que esta análise fixa o período final como sendo 2006, se a análise for feita variando-se o período final há evidência de sigma-convergência de 1970 a 1980<sup>22</sup> e 1985 a 1996.

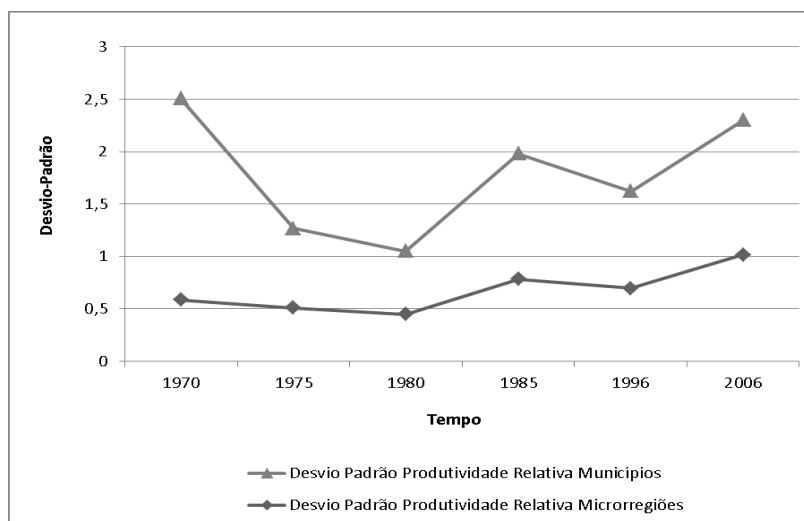
<sup>22</sup> Para as microrregiões os índices calculados foram 0,87, 0,88 e 0,89 para os períodos 1970 a 1975, 1975 a 1980 e 1985 a 1996 respectivamente. Para os municípios os índices calculados foram 0,40, 0,79 e 0,77 para os períodos 1970 a 1975, 1975 a 1980 e 1985 a 1996 respectivamente.

Tabela 3 –  $\sigma$ -convergência entre as microrregiões e os municípios de Minas Gerais

Microrregiões	Período	Razão do Desvio Padrão da Produtividade Relativa entre o Período Final e Inicial - Coeficiente $\sigma$
	1970-2006	1,73
1975-2006	2,00	
1980-2006	2,26	
1985-2006	1,30	
1996-2006	1,46	
Municípios	Período	Razão do Desvio Padrão da Produtividade Relativa entre o Período Final e Inicial - Coeficiente $\sigma$
	1970-2006	0,67
1975-2006	1,70	
1980-2006	2,14	
1985-2006	1,07	
1996-2006	1,39	

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 4 corrobora estes resultados, observa-se declínio do desvio-padrão da produtividade relativa da mão-de-obra agropecuária primeiramente até 1980 e em seguida de 1985 a 1996. Em resumo, têm-se uma tendência descendente para essa variável de 1970 a 1980 e uma tendência ascendente de 1980 a 2006. Galonopoulos, Surry e Mattas (2008) apresentam resultados que é o oposto desses. Em uma amostra de 32 países, incluindo países africanos e europeus, os autores demonstram que do final da década de 60 até o ano de 1983 o desvio-padrão do logaritmo da produtividade total dos fatores (PTF) na agricultura teve uma tendência ascendente e no período subsequente, de 1984 a 2002, essa tendência sofreu uma reversão. Contudo, ao considerar o período de 1980 a 2004 o padrão apresentado por Minas Gerais segue o padrão brasileiro, conforme é demonstrado pelo estudo de Spohr e Freitas (2008).



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 4 – Evolução do desvio-padrão da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões e os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006

A utilização do primeiro e do segundo momento da distribuição de produtividades relativas não é capaz de fornecer informações do formato dessa distribuição tais como, polarização e estratificação<sup>23</sup>. Esta informação é captada pelo estudo das densidades de distribuição a ser tratado na seção seguinte.

### 4.3. Densidades de Distribuição

A Figura 5 mostra os histogramas<sup>24</sup> e as densidades<sup>25</sup> da produtividade relativa<sup>26</sup> da mão-de-obra na agropecuária das microrregiões mineiras para os anos de 1970, 1975, 1980, 1985, 1996 e 2006. A figura deve ser lida em seqüência horizontal. Cada seqüência faz uma comparação entre o período inicial (começando em 1970) e o ano de 2006. O primeiro gráfico de cada seqüência apresenta o histograma e a densidade do período inicial, o segundo, o histograma e a densidade de 2006 e, por fim, o último compara as densidades do período inicial (em azul) e 2006 (em vermelho), o que possibilita visualizar as diferenças em se tratar

<sup>23</sup> Estes dois termos foram cunhados em Quah (1997), o primeiro denota a formação de dois grupos opostos (duas modas na distribuição), um de alta renda e outro de baixa renda e o segundo denota uma situação em que não só dois grupos, mas diversos (mais de duas modas na distribuição) são formados.

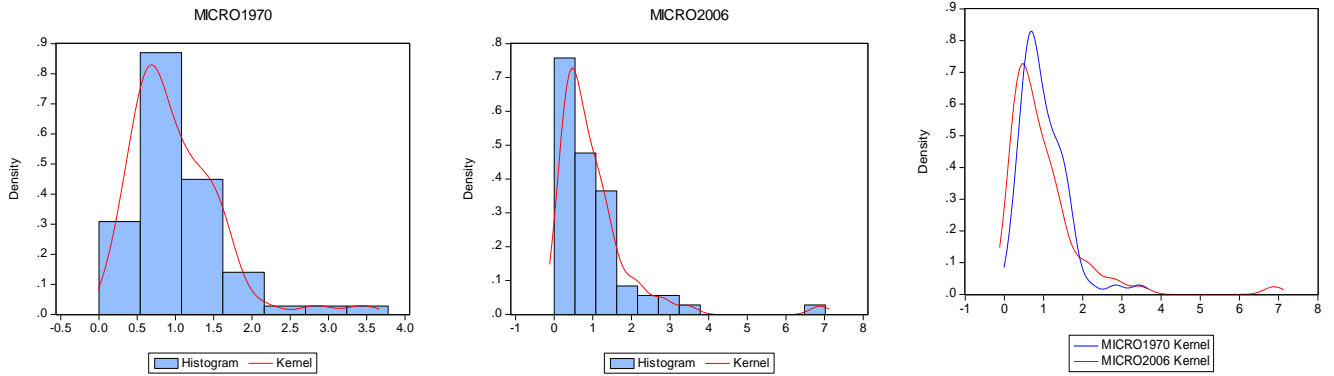
<sup>24</sup> A amplitude dos histogramas foi calculada em cada período pela fórmula  $h = 2,72s n^{-1/3}$  conforme explanado na seção que trata Processos de Markov.

<sup>25</sup> Estas densidades foram estimadas pelo método de suavização do núcleo gaussiano conforme descrito no referencial analítico.

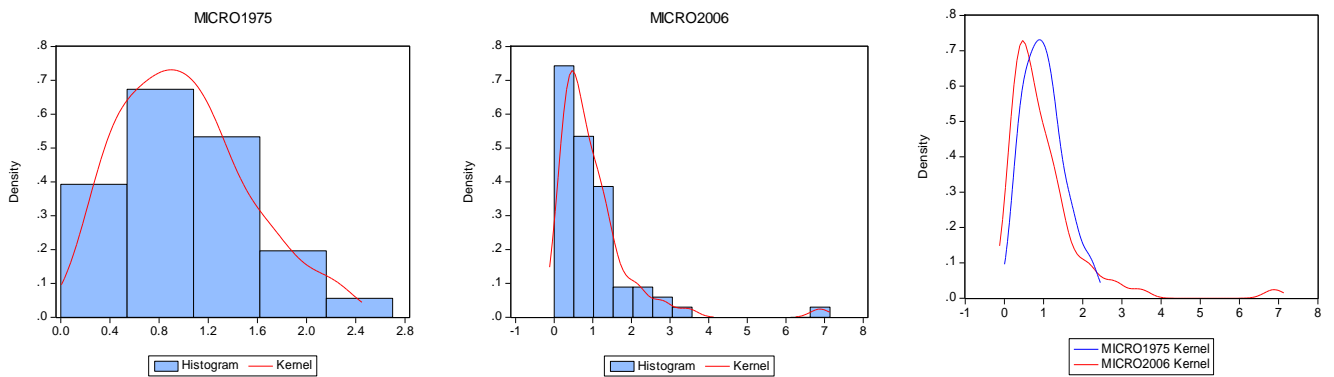
<sup>26</sup> Como a produtividade da mão-de-obra está normalizada pela média do estado o valor de 0,5 no eixo horizontal de cada gráfico refere-se à metade da média estadual, o valor de 2 a duas vezes à média do estado e assim por diante.

o espaço de produtividades de forma discreta e contínua, e o movimento das densidades de distribuição ao longo do período analisado em cada seqüência.

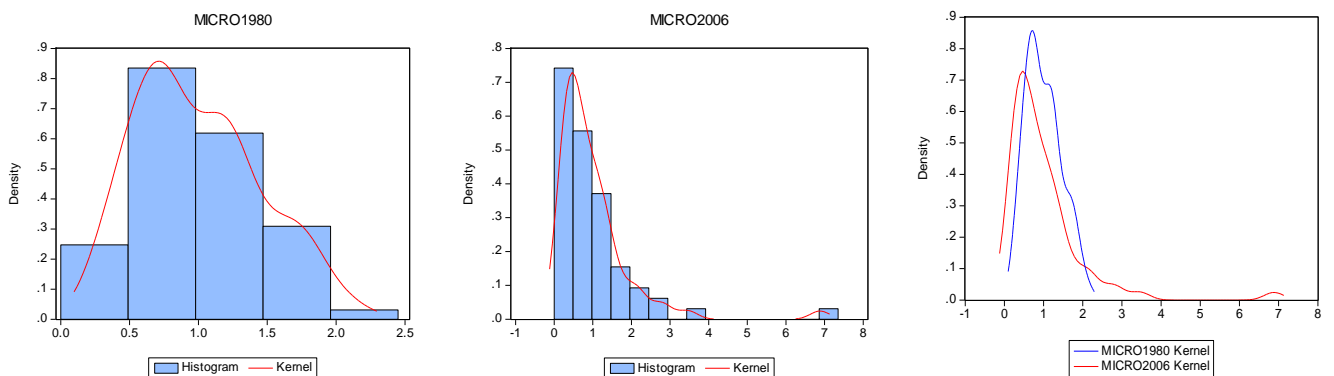
Na análise dessa figura, uma densidade mais concentrada (leptocúrtica) indica uma maior convergência, enquanto que uma densidade mais achatada (platicúrtica) indica maior dispersão das produtividades, conseqüentemente, maior divergência.



(a)

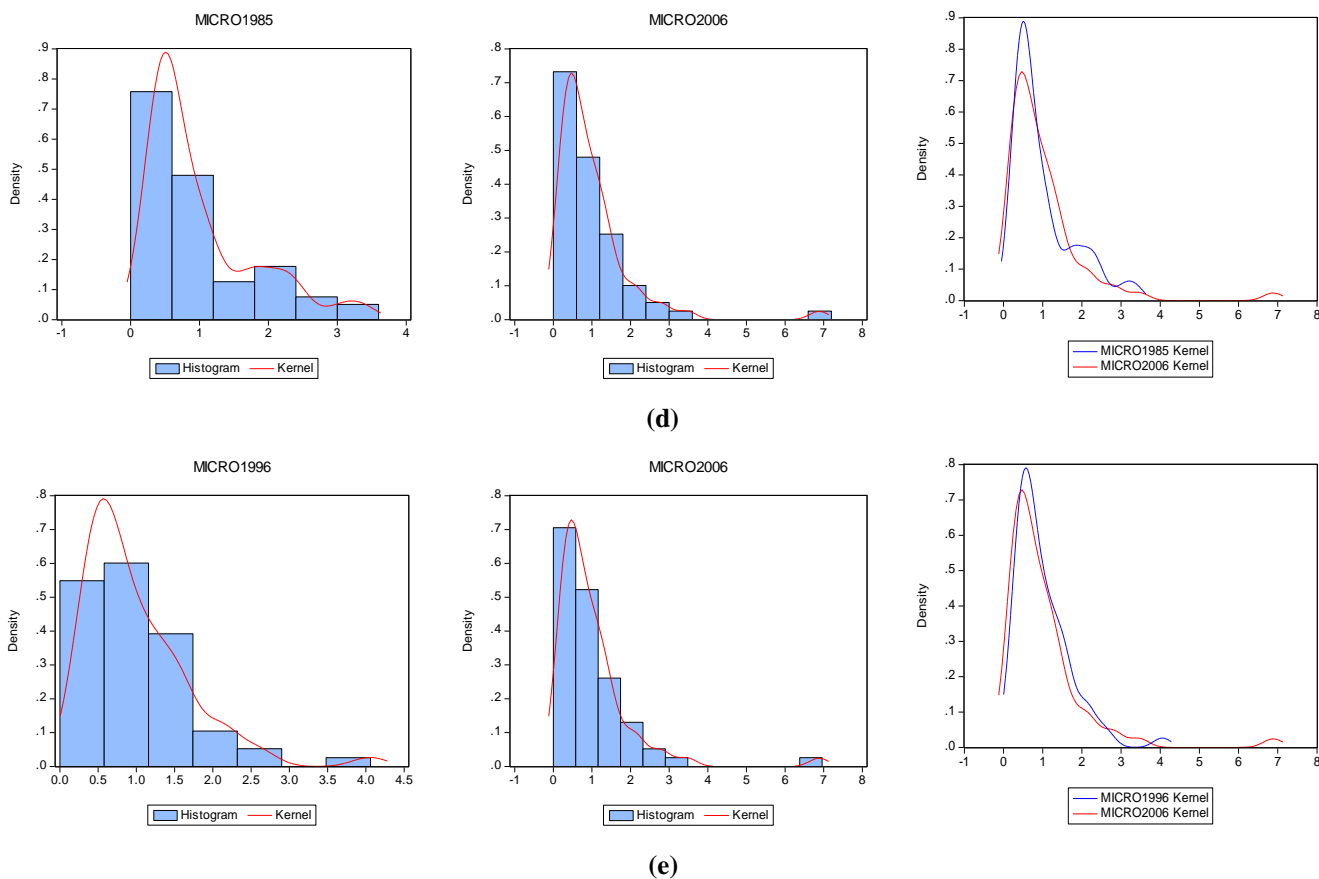


(b)



(c)

Continuação:



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 5 – Evolução das densidades de distribuição da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).

A primeira característica que emerge é a predominância de uma distribuição unimodal, para os anos de 1970, 1975, 1996 e 2006, e bimodal para os anos de 1980 e 1985. Até 1975 a moda da distribuição está centrada em um valor próximo a 1, o que equivale à média do estado, em 1980 têm-se a primeira moda centrada no valor 1 e uma segunda moda, menos pronunciada, que está entre os valores 1 e 1,5. Já no ano de 1985 a primeira moda se situa em um valor abaixo da média do estado e a segunda moda entre os valores de 1,8 e 3. A partir de então, a moda permanece abaixo da média estadual com um valor em torno de 0,5. Este movimento se torna mais claro quando comparamos cada período inicial com 2006.

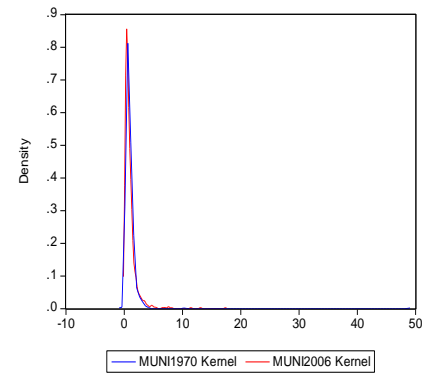
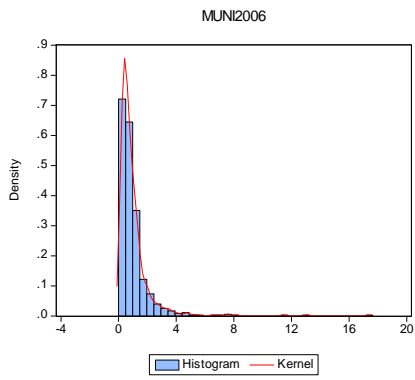
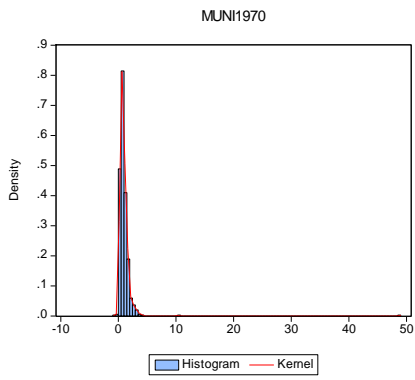
Na transição de 1970 a 2006 há um pequeno ganho de massa na cauda direita da distribuição, entre os valores 2 e 3, fato que se mantém até a transição de 1980 a 2006. Na transição de 1985 a 2006 este processo se inverte e há perda de massa entre os valores 2 e 4, com um ganho ocorrendo entre os valores 1 e 2. Por fim, na transição de 1996 a 2006 há uma

perda de massa entre os valores 1 e 3, com um ganho entre os valores 3 e 4. Em todas as transições analisadas há ganho de massa na cauda esquerda, indicando uma piora na distribuição, além disso, o resultado líquido desse ganho é o deslocamento da distribuição para a esquerda, o que supera os ganhos na extremidade da cauda direita. A exceção fica para a transição de 1985 a 2006 em que o ganho de massa na cauda esquerda não é suficiente para deslocá-la nesse sentido.

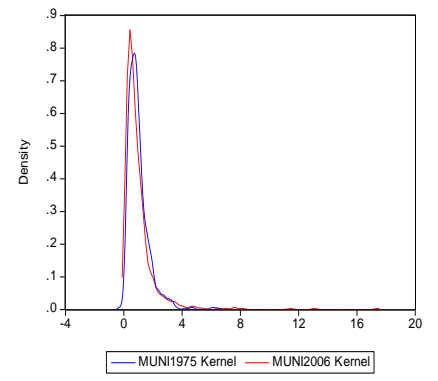
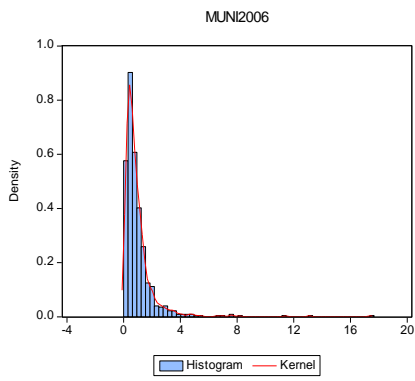
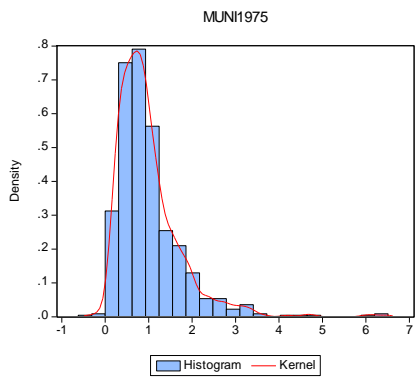
A figura 6 faz a mesma análise anterior para o caso dos municípios mineiros. O que se nota é uma distribuição unimodal, com deslocamento para a esquerda em todos os períodos, sendo a exceção, como antes, o período de 1985 a 2006 que apresenta um ganho de massa na cauda direita superior ao da cauda esquerda. Muger e Langemeier (2008) em um estudo do setor agrícola no Kansas observam que a densidade de distribuição da produtividade da mão-de-obra sofreu um deslocamento para a direita entre o período de 1993 e 2006, sugerindo um aumento médio da produtividade, resultado que vai de encontro com o aqui obtido.

Em geral, a dinâmica que parece estar ocorrendo em grande parte das microrregiões e dos municípios mineiros é de convergência para classes inferiores de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária. Entretanto, ainda não é possível identificar em que estratos de produtividade estão ocorrendo as migrações que levaram a este fenômeno, o que é necessário para que se possa fornecer uma possível explicação.

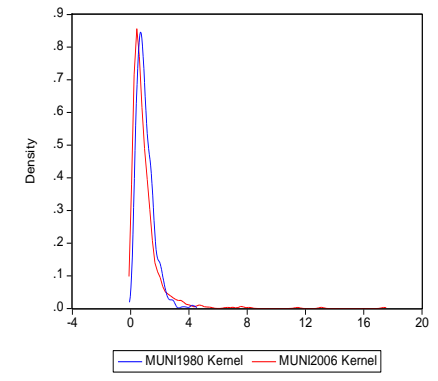
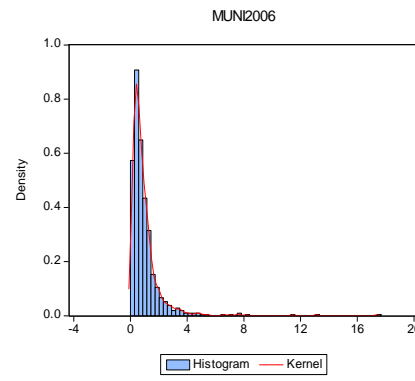
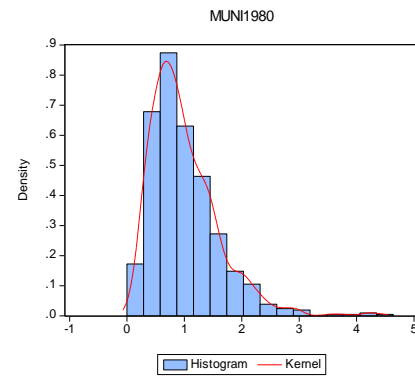
Isso ocorre porque a análise das densidades revela o comportamento da população de produtividades nos períodos selecionados, é uma análise basicamente estática ao comparar densidades entre dois pontos no tempo, portanto, carece de uma “lei de movimento” que seja capaz de elucidar a dinâmica que leva a uma ou outra distribuição. São microrregiões e municípios de alta produtividade que deixam de sê-lo, ou microrregiões e municípios de baixa produtividade que agravam ainda mais sua situação? Existe persistência na distribuição? Onde ela é mais acentuada? Visando preencher esta lacuna apresentam-se os resultados das duas seções seguintes.



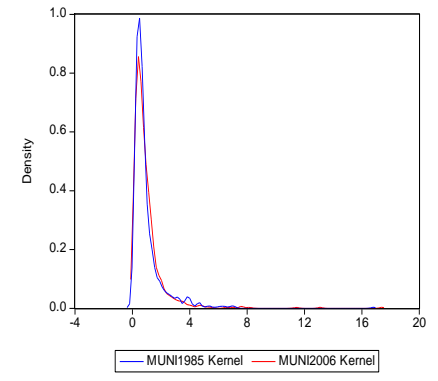
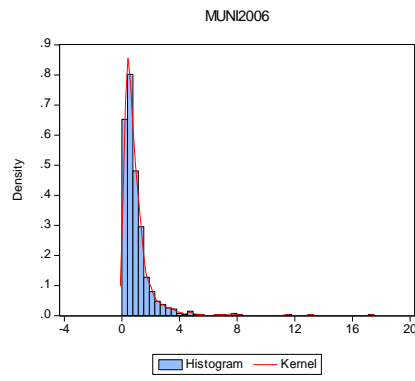
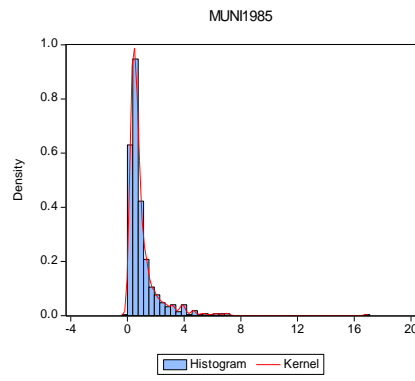
(a)



(b)

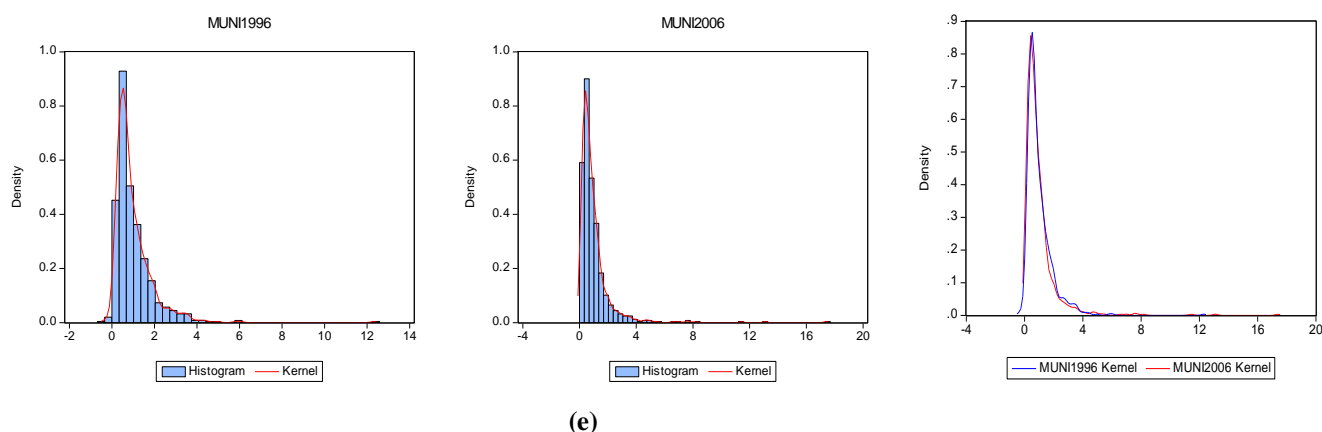


(c)



(d)

Continuação:



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 6 – Evolução das densidades de distribuição da produtividade relativa da mão-de-obra agropecuária entre os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).

#### 4.4. Matrizes de Transição de Markov

Na Tabela 1C do Anexo C estão os resultados para os testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Adotando-se o nível de significância de 5%, os resultados indicam que nenhuma das distribuições de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária de Minas Gerais segue uma distribuição normal, exceto a distribuição de 1975 para as Microrregiões. Mesmo diante desse resultado, adotou-se o procedimento de Magrini (1999) para o cálculo do intervalo de classes, seguindo a sugestão desse autor de que o método se ajusta mesmo em observações que não sigam uma distribuição normal.

Na Tabela 4 estão as classes de produtividade relativa da mão-de-obra agropecuária, bem como a amplitude do intervalo de classes obtido em cada período de análise. As classes foram definidas de forma a se ter a primeira classe com intervalo aberto à esquerda e a última classe com intervalo aberto à direita, com isso, garante-se que as distribuições no período inicial e final se comuniquem mesmo na presença de *outliers*. Para os períodos de 1970 a 2006, 1985 a 2006 e 1996 a 2006 foram obtidas seis classes com amplitudes de 0,54, 0,6 e 0,58 respectivamente, enquanto que para os períodos de 1975 a 2006 e 1980 a 2006 foram obtidas cinco classes com amplitudes de 0,51 e 0,49 respectivamente.

Tabela 4 – Classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.

1970-2006			1975-2006			1980-2006		
n= 66 Microrregiões; h=0,54			n= 66 Microrregiões; h=0,51			n= 66 Microrregiões; h=0,49		
Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls
1	-	0,54	1	-	0,51	1	-	0,49
2	0,54	1,08	2	0,51	1,02	2	0,49	0,98
3	1,08	1,61	3	1,02	1,54	3	0,98	1,48
4	1,61	2,15	4	1,54	2,05	4	1,48	1,97
5	2,15	2,69	5	2,05	-	5	1,97	-
6	2,69	-						

1985-2006			1996-2006		
n= 66 Microrregiões; h=0,60			n= 66 Microrregiões; h=0,58		
Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls
1	-	0,6	1	-	0,58
2	0,6	1,21	2	0,58	1,15
3	1,21	1,81	3	1,15	1,73
4	1,81	2,42	4	1,73	2,30
5	2,42	3,02	5	2,30	2,88
6	3,02	-	6	2,88	-

Nota: Li= limite inferior; Ls= limite superior.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com base nas classes de produtividade apresentadas é que foram estimadas as matrizes de transição de Markov presentes na Tabela 5. Ao analisá-la, o que se nota é uma alta probabilidade de microrregiões que estavam na primeira classe no período inicial permanecerem nesta mesma classe no período final, qualquer que seja o período em questão. Esta característica também está presente na classe mais elevada de produtividade para os períodos de transição 1975 a 2006 e 1980 a 2006. Tal fato mostra que ao longo dos períodos sob estudo pouca mobilidade existe para as microrregiões situadas nos extremos da distribuição.

Tabela 5 – Matrizes de transição de Markov para as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.

1970-2006							1975-2006					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5
1(11)	0,91	0,09	0	0	0	0	1(13)	0,92	0,08	0	0	0
2(31)	0,53	0,33	0,1	0	0	0,03	2(24)	0,5	0,33	0,13	0,04	0
3(16)	0	0,29	0,47	0,12	0,12	0	3(19)	0,05	0,42	0,26	0,11	0,16
4(05)	0	0	0,4	0,2	0	0,4	4(07)	0	0	0,71	0	0,29
5(01)	0	0	0	0	0	1	5(03)	0	0,33	0	0	0,67
6(02)	0,5	0,5	0	0	0	0						

1980-2006						1985-2006						
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6
1(08)	1	0	0	0	0	1(30)	0,81	0,19	0	0	0	0
2(27)	0,59	0,3	0,11	0	0	2(19)	0,17	0,39	0,28	0,11	0,06	0
3(20)	0	0,4	0,35	0,25	0	3(05)	0	0	0,4	0,2	0,2	0,2
4(10)	0	0,2	0,2	0	0,6	4(07)	0	0,43	0,43	0,14	0	0
5(01)	0	0	0	0	1	5(03)	0,33	0,33	0	0	0	0,33
						6(02)	0	1	0	0	0	0

1996-2006						
	1	2	3	4	5	6
1(21)	0,90	0,10	0	0	0	0
2(23)	0,35	0,57	0,09	0	0	0
3(15)	0	0,20	0,40	0,33	0,07	0
4(4)	0	0	0,25	0	0,25	0,50
5(2)	0	0,50	0,50	0	0	0
6(1)	0	0	1,00	0	0	0

Nota: Os valores entre parênteses indicam o número de microrregiões em cada classe no período inicial.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Outro resultado demonstrado pelas estimativas contidas na Tabela 5 é a predominância de probabilidades mais altas abaixo da diagonal principal da matriz, o que denota que quando existe transição essa ocorre com maior chance para classes inferiores.

Após a construção das matrizes de transição de Markov, pode-se resolver o sistema de equações em diferenças que irá gerar a trajetória das classes de produtividade até o estado estacionário. A Tabela 6 faz essa exposição mostrando a distribuição no período inicial, até três iterações à frente e no estado estacionário.

Em geral, as microrregiões estão migrando para a classe mais inferior de produtividade, classe um. No ano de 1970 esta classe possuía 16,67% das microrregiões, em

2006, 37,50% e no estado estacionário passa a ter 82,36%. Essa dinâmica permanece inalterada para os períodos 1975 a 2006, 1980 a 2006 e 1996 a 2006, o que revela que o setor não está conseguindo propiciar uma perspectiva de que sua trajetória de crescimento esteja voltada para classes superiores de produtividade (acima da média do estado). Merece destaque o período 1980 a 2006 que no estado estacionário apresenta a existência somente das classes um e cinco, resultando no desaparecimento das classes intermediárias de produtividade. A classe um, de baixa produtividade, com 77,97% das microrregiões, e a outra, de alta produtividade, com 22,03%. Em todos os períodos o processo de transição é “alimentado” principalmente pelas classes dois, três e quatro.

O período 1985 a 2006 esboça uma melhora na distribuição, as classes três, cinco e seis, acima da média do estado, recebem microrregiões principalmente das classes um e dois, que estão abaixo da média estadual, entretanto, este efeito é bastante moderado, visto que, 62,05% das microrregiões ainda ocupam as classes um e dois no estado estacionário.

No cálculo de meia-vida o período que apresenta o menor valor é 1985 a 2006 e o de maior valor é 1975 a 2006, nesses casos levar-se-iam 36 e 72 anos, respectivamente, para que metade do caminho até o estado estacionário fosse percorrido.

A Figura 1D do Anexo D resume de maneira gráfica os resultados presentes na Tabela 6. Sua leitura deve ser feita em seqüência horizontal começando pelo período de 1970 a 2006 e prosseguindo na mesma ordem daquela tabela. O primeiro gráfico de cada seqüência apresenta a distribuição no período inicial, em 2006 e no estado estacionário, o segundo mostra a trajetória de cada classe até o estado estacionário.

Diante dos resultados expostos pode-se responder as questões levantadas ao final da seção 4.3. São microrregiões de alta produtividade que deixam de sê-lo, ou microrregiões de baixa produtividade que agravam ainda mais sua situação? Pela dinâmica obtida com a solução do sistema de equações em diferenças percebe-se que ambos os movimentos ocorrem, ou seja, microrregiões de baixa produtividade migram para classes de produtividade ainda mais baixas e microrregiões de classes de produtividade intermediária e elevada também. Isso se torna claro pela redução geral no percentual de microrregiões contidas nas classes de produtividade que não a classe 1 e pelo incremento desta.

Tabela 6 - Dinâmica das classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais em direção ao equilíbrio de longo prazo no período de 1970 a 2006.

1970-2006								1975-2006							
Classes de Produtividade		Períodos (cada período se refere a intervalo de 36 anos)						Classes de Produtividade		Períodos (cada período se refere a intervalo de 31 anos)					
	Li	Ls	Inicial	1	2	3	Estado Estacionário		Li	Ls	Inicial	1	2	3	Estado Estacionário
1 -	-	0,54	16,67%	37,50%	52,95%	63,02%	82,36%	1 -	-	0,51	19,70%	37,88%	49,64%	58,36%	81,94%
2 -	0,54	1,08	45,45%	27,94%	22,25%	19,11%	13,17%	2 -	0,51	1,02	36,36%	27,27%	23,83%	20,57%	12,30%
3 -	1,08	1,61	25,76%	18,39%	13,32%	9,79%	2,80%	3 -	1,02	1,54	28,79%	19,70%	11,84%	8,39%	2,88%
4 -	1,61	2,15	7,58%	5,01%	3,27%	2,24%	0,41%	4 -	1,54	2,05	10,61%	4,55%	3,21%	2,24%	0,82%
5 -	2,15	2,69	1,52%	2,66%	2,16%	1,57%	0,33%	5 -	2,05	-	4,55%	10,61%	11,48%	10,44%	2,06%
6 -	2,69	-	3,03%	8,49%	6,05%	4,27%	0,93%								
Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) = $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 60$								Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) = $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 72$							
1980-2006								1985-2006							
Classes de Produtividade		Períodos (cada período se refere a intervalo de 26 anos)						Classes de Produtividade		Períodos (cada período se refere a intervalo de 21 anos)					
	Li	Ls	Inicial	1	2	3	Estado Estacionário		Li	Ls	Inicial	1	2	3	Estado Estacionário
1 -	-	0,49	12,12%	36,36%	52,53%	62,52%	77,97%	1 -	-	0,6	46,97%	44,13%	41,08%	39,15%	33,67%
2 -	0,49	0,98	40,91%	27,27%	16,87%	10,27%	0,00%	2 -	0,6	1,21	27,27%	25,98%	27,03%	27,29%	28,38%
3 -	0,98	1,48	30,30%	18,18%	10,91%	6,60%	0,00%	3 -	1,21	1,81	7,58%	15,57%	16,11%	16,90%	18,92%
4 -	1,48	1,97	15,15%	7,58%	4,55%	2,73%	0,00%	4 -	1,81	2,42	10,61%	6,37%	6,89%	7,21%	8,09%
5 -	1,97	-	1,52%	10,61%	15,15%	17,88%	22,03%	5 -	2,42	3,02	4,55%	3,53%	4,55%	4,72%	5,36%
								6 -	3,02	-	3,03%	4,42%	4,35%	4,74%	5,57%
Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) = $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 36$								Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) = $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 47$							

Continuação:

1996-2006							
Classes de Produtividade			Períodos (cada período se refere a intervalo de 11 anos)				
	Li	Ls	Inicial	1	2	3	Estado Estacionário
1 -	-	0,58	31,82%	40,93%	47,01%	51,25%	70,59%
2 -	0,58	1,15	34,85%	28,68%	25,07%	23,26%	19,33%
3 -	1,15	1,73	22,73%	17,12%	16,02%	14,70%	6,11%
4 -	1,73	2,30	6,06%	6,91%	5,79%	5,35%	2,04%
5 -	2,30	2,88	3,03%	3,04%	2,81%	2,53%	0,92%
6 -	2,88	-	1,52%	3,32%	3,31%	2,91%	1,02%

Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) =  $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 48$

Nota: Li= limite inferior; Ls= limite superior.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Existe persistência na distribuição? Onde ela é mais acentuada? Percebe-se também a existência de persistência na distribuição, sendo mais acentuada nas classes inferiores de produtividade. Isso se tornou evidente pelas altas probabilidades nas primeiras entradas da matriz de Markov.

No estudo dos municípios percebe-se, pela Tabela 7, um significativo aumento no número de classes de produtividade e uma diminuição na amplitude do intervalo dessas. Isso ocorre, respectivamente, porque o desvio-padrão da distribuição de produtividades dos municípios é superior ao das microrregiões e há um maior número de observações que, nesse caso, totalizam 722 municípios.

Tabela 7 – Classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.

1970-2006			1975-2006			1980-2006			1985-2006			1996-2006		
n= 722 Municípios; h=0,49			n= 722 Municípios; h=0,31			n= 722 Municípios; h=0,29			n= 722 Municípios; h=0,38			n= 722 Municípios; h=0,34		
Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls
1	-	0,49	1	-	0,31	1	-	0,29	1	-	0,38	1	-	0,34
2	0,49	0,97	2	0,31	0,62	2	0,29	0,57	2	0,38	0,75	2	0,34	0,67
3	0,97	1,46	3	0,62	0,93	3	0,57	0,86	3	0,75	1,13	3	0,67	1,01
4	1,46	1,94	4	0,93	1,24	4	0,86	1,14	4	1,13	1,51	4	1,01	1,34
5	1,94	2,43	5	1,24	1,55	5	1,14	1,43	5	1,51	1,88	5	1,34	1,68
6	2,43	2,92	6	1,55	1,86	6	1,43	1,72	6	1,88	2,26	6	1,68	2,01
7	2,92	3,4	7	1,86	2,17	7	1,72	2	7	2,26	2,64	7	2,01	2,35
8	3,4	3,89	8	2,17	2,48	8	2	2,29	8	2,64	3,01	8	2,35	2,68
9	3,89	4,37	9	2,48	2,79	9	2,29	2,57	9	3,01	3,39	9	2,68	3,02
10	4,37	-	10	2,79	3,1	10	2,57	2,86	10	3,39	3,77	10	3,02	3,35
			11	3,1	3,41	11	2,86	3,15	11	3,77	4,14	11	3,35	3,69
			12	3,41	3,72	12	3,15	-	12	4,14	4,52	12	3,69	4,02
			13	3,72	-				13	4,52	4,9	13	4,02	4,36
									14	4,9	5,27	14	4,36	4,69
									15	5,27	5,65	15	4,69	-
									16	5,65	6,03			
									17	6,03	6,4			
									18	6,4	6,78			
									19	6,78	-			

Nota: Li= limite inferior; Ls= limite superior.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A menor amplitude foi obtida no período de 1980 a 2006, 0,29, e o maior número de classes ocorreu em 1985 a 2006 com dezenove classes de produtividade. Assim como na

análise das microrregiões construiu-se a matriz de transição de Markov dos municípios com base nestas classes. Os resultados estão na Tabela 8.

A matriz de transição de Markov para os municípios também apresenta altas probabilidades nas primeiras entradas da diagonal principal em todos os períodos, denotando novamente sua característica de persistência nas classes inferiores, os municípios de baixa produtividade permanecem assim, contudo, os valores se mostram menores do que aqueles obtidos para as microrregiões. As maiores probabilidades de transição estão abaixo da diagonal principal à semelhança do que ocorre com as microrregiões.

Uma possível explicação para esta persistência é a discrepância existente na implantação da política de modernização do setor agropecuário mineiro (crédito rural subsidiado; preços mínimos de garantia; pesquisa e assistência técnica).

“A conjugação desses instrumentos contemplou regiões e produtos distintos no território do estado e contribuiu para acentuar ainda mais, a heterogeneidade do desenvolvimento agrário, pois levou a uma situação de modernização parcial. Isso porque envolveu, de um lado, a imigração de produtores provenientes de regiões de agricultura mais desenvolvida (Paraná e Rio Grande do Sul), já habituados com técnicas capitalistas de produção e dispostos a se endividarem, mediante o uso do crédito oficial. Estes produtores se especializaram na produção de *commodities* (principalmente soja) e competiram vantajosamente com os produtores da própria região (Noroeste de Minas). E, de outro lado, os produtores mineiros, de perfil oposto ao requerido, que não se enquadravam nos propósitos estabelecidos e que, por isso, deixaram de ser contemplados com os benefícios, ficando à margem do processo de modernização.

Para contrapor à desigualdade no tratamento dispensado, foram criados programas oficiais de estímulo à pequena produção (os Programas de Desenvolvimento Rural Integrado – PDRI). Contudo, esses programas não proporcionaram os resultados esperados a esses agricultores, constituídos basicamente por pequenos e médios proprietários, localizados em regiões diferentes daquelas de cerrado, que permaneceram na produção de bens agropecuários voltados exclusivamente para o mercado interno (arroz, feijão, milho, entre outros), utilizando técnicas pouco evoluídas.” (JÚNIOR, BAPTISTA; LIMA, 2004, p. 75/76)

Tabela 8 - Matrizes de transição de Markov para os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006

1970-2006											1975-2006															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1(176)	0,62	0,26	0,08	0,02	0,01	0	0	0,01	0	0,01	1(073)	0,66	0,26	0,03	0,01	0,03	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	
2(280)	0,38	0,36	0,13	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0	0,01	2(168)	0,3	0,38	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0	0,01	0,01	0	0	0	
3(152)	0,2	0,36	0,27	0,06	0,05	0,03	0,01	0	0,01	0,03	3(177)	0,1	0,31	0,23	0,14	0,08	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
4(068)	0,06	0,32	0,28	0,09	0,06	0,07	0,01	0,06	0	0,04	4(126)	0,06	0,26	0,29	0,17	0,08	0,03	0,04	0,02	0	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	
5(021)	0,1	0,24	0,19	0,1	0,14	0,05	0,05	0	0,1	0,05	5(057)	0,03	0,29	0,21	0,21	0,16	0,07	0,02	0	0	0	0	0	0,02	0,02	
6(013)	0	0,08	0,31	0,31	0,08	0	0,15	0	0	0,08	6(047)	0	0,24	0,24	0,15	0,13	0	0,07	0,04	0	0	0,02	0,02	0,09	0,09	
7(005)	0	0	0,4	0	0,2	0	0,2	0	0	0,2	7(029)	0,1	0,1	0,21	0,14	0,14	0,07	0,03	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1	
8(004)	0,25	0	0,25	0,25	0	0,25	0	0	0	0	8(012)	0	0	0	0,25	0,08	0,25	0,25	0	0,08	0	0	0	0,08	0,08	
9(001)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9(012)	0,08	0,08	0,08	0,33	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,33	
10(02)	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	10(05)	0	0	0,2	0	0	0,2	0,4	0	0	0	0,2	0	0	0	
											11(08)	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0
											12(02)	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
											13(06)	0	0,17	0	0	0,17	0	0,33	0	0	0,17	0	0	0,17	0,17	0,17

1980-2006												1985-2006																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1(036)	0,6	0,17	0,06	0,06	0	0,06	0	0,03	0	0	0	0,03	1(174)	0,59	0,28	0,09	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2(135)	0,41	0,33	0,14	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0	2(257)	0,25	0,4	0,16	0,1	0,03	0,01	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3(184)	0,13	0,37	0,2	0,12	0,09	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0	0,01	3(119)	0,06	0,28	0,21	0,15	0,12	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0	0,02	0,02		
4(130)	0,08	0,25	0,25	0,19	0,07	0,07	0,02	0,02	0,02	0,01	0	0,01	4(056)	0,04	0,27	0,21	0,18	0,05	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0	0,02	0,04	0	0	0	0	0,02	0,02		
5(099)	0,03	0,19	0,23	0,12	0,15	0,08	0,05	0,02	0	0,01	0,01	0,09	5(029)	0,03	0,17	0,31	0,24	0	0,03	0,1	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0,03	0,03		
6(061)	0	0,13	0,21	0,16	0,15	0,05	0,05	0,08	0,05	0,02	0,03	0,07	6(021)	0	0,19	0,19	0,33	0,05	0,1	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1		
7(030)	0	0,17	0,1	0,2	0,3	0,03	0	0	0,03	0,03	0,03	0,1	7(013)	0	0,15	0,46	0	0,08	0,15	0	0	0,08	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0		
8(023)	0,04	0,17	0,09	0,13	0,09	0,13	0	0,04	0,04	0,09	0	0,17	8(010)	0	0,1	0,3	0	0,2	0,2	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1		
9(010)	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0	0	0,2	9(010)	0	0	0,2	0,4	0,1	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10(05)	0	0	0	0	0,4	0,2	0,2	0	0	0	0	0,2	10(05)	0	0,2	0,4	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11(04)	0	0	0,25	0,25	0,25	0	0	0	0,25	0	0	0	11(10)	0	0,2	0,5	0,1	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12(05)	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,4	12(02)	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
													13(05)	0	0	0,2	0,6	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
													14(01)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													15(02)	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													16(01)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													17(02)	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													18(01)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													19(04)	0,25	0	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuação:

		1996-2006														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	(117)	0,61	0,27	0,07	0,03	0,01	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0
2	(218)	0,23	0,48	0,15	0,08	0,04	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	(131)	0,15	0,39	0,24	0,08	0,06	0,02	0,02	0,01	0,02	0	0,01	0	0	0	0,01
4	(84)	0,01	0,20	0,34	0,26	0,09	0,05	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0	0	0
5	(62)	0,05	0,11	0,16	0,24	0,16	0,05	0,03	0,05	0,06	0,02	0	0,02	0	0,02	0,03
6	(40)	0	0,10	0,23	0,25	0,05	0,08	0,08	0,05	0	0,03	0,03	0,03	0	0	0,10
7	(20)	0	0,10	0,10	0,20	0,05	0,25	0,10	0	0	0	0,10	0	0,05	0	0,05
8	(11)	0	0	0,08	0,00	0,31	0,31	0	0,08	0	0,15	0	0	0	0	0,08
9	(13)	0	0	0,27	0,09	0,09	0,18	0	0	0,09	0	0	0	0	0,09	0,18
10	(8)	0	0,13	0,25	0,13	0,13	0	0,25	0	0	0,13	0	0	0	0	0
11	(9)	0	0	0,22	0,33	0	0,11	0	0	0,11	0	0	0,11	0	0	0,11
12	(1)	0	0	0,50	0	0	0	0	0,50	0	0	0	0	0	0	0
13	(3)	0	0	0	0,50	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	(1)	0	0	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	(4)	0	0	0	0,50	0,25	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Os valores entre parênteses indicam o número de municípios em cada classe no período inicial.

Fonte: Resultados da pesquisa

A tabela 9 mostra os resultados para as trajetórias dos municípios até o estado estacionário. Em termos qualitativos estes não diferem do encontrado para as microrregiões, nota-se uma dinâmica de evolução mais intensa em direção às classes inferiores de produtividade (abaixo da média do estado) e uma pequena parcela de municípios migram para as classes superiores. Além disso, os resultados, em suas conclusões, não são sensíveis às variações nos períodos de análise. Novamente, o período 1985 a 2006 apresenta uma reversão da tendência dos períodos anteriores com municípios das classes um e dois migrando para classes mais elevadas de produtividade, todavia, novamente esta dinâmica tem um efeito quantitativo modesto.

No cálculo de meia-vida, o período que apresentou o menor valor foi 1996 a 2006 e o de maior valor foi 1970 a 2006, nesses casos levar-se-iam 15 e 44 anos, respectivamente, para que metade do caminho até o estado estacionário fosse percorrido. Assim, como o faz a Figura 1D do Anexo D para as microrregiões, a Figura 2D, do mesmo anexo, resume, para os municípios, os resultados presentes na Tabela 9.

Stulp (2004) ao analisar convergência da produtividade da mão-de-obra na agropecuária Gaúcha no período de 1975 a 1996 encontra resultados distintos dos aqui apresentados em termos da direção em que ocorrem as migrações. Das quatro classes identificadas, obteve-se uma dinâmica que aponta para uma migração das regiões que ocupam as classes abaixo da média estadual (classes 1 e 2) em direção a classe 3 (acima da média do estado), e migração da classe 4 para a classe 3. Ainda assim, no estado estacionário, têm-se 62% das regiões ocupando as classes abaixo da média do estado. Para o cálculo de meia-vida esse autor encontra o valor de 49 anos, bem próximo dos valores aqui obtidos, principalmente para os períodos de transição de 1985 a 2006 e 1996 a 2006 no caso das microrregiões e 1975 a 2006 no caso dos municípios.

Fochezatto e Stulp (2008) estudando convergência da produtividade da mão-de-obra na agropecuária entre os estados brasileiros no período de 1990 a 2000 identifica quatro classes de produtividade. O resultado aponta para ocorrência de divergência entre os estados, pois cresce o número de estados que participam das classes 1 e 4. Para o cálculo de meia-vida obteve-se o valor de 7 anos, um valor bem baixo, indicando que os estados já estão bem próximos de sua distribuição de longo prazo.

Na próxima seção, estima-se a probabilidade de transição por meio do uso do núcleo estocástico para que seja feita análise mantendo-se o tratamento da distribuição dos dados na forma contínua. Procedendo-se assim, será possível comparar a robustez dos resultados aqui obtidos com a discretização do espaço de produtividades.

Tabela 9 - Dinâmica das classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre os municípios de Minas Gerais em direção ao equilíbrio de longo prazo no período de 1970 a 2006.

1970-2006								1975-2006								
Classes de Produtividade		Períodos (cada período se refere a intervalo de 36 anos)						Classes de Produtividade			Períodos (cada período se refere a intervalo de 31 anos)					
Li	Ls	Inicial	1	2	3	Estado Estacionário		Li	Ls	Inicial	1	2	3	Estado Estacionário		
1 -	-	0,49	23,82%	37,34%	38,94%	40,81%	42,16%		1 -	-	0,31	10,11%	17,52%	23,43%	26,80%	32,06%
2 -	0,49	0,97	39,34%	27,62%	31,00%	30,62%	30,52%		2 -	0,31	0,62	23,27%	28,62%	28,23%	28,32%	28,63%
3 -	0,97	1,46	21,05%	18,04%	14,99%	14,37%	13,86%		3 -	0,62	0,93	24,52%	19,43%	16,60%	15,47%	13,80%
4 -	1,46	1,94	9,42%	6,64%	5,63%	5,41%	5,22%		4 -	0,93	1,24	17,45%	11,72%	10,30%	9,49%	8,28%
5 -	1,94	2,43	2,91%	3,37%	3,41%	3,19%	3,02%		5 -	1,24	1,55	8,03%	7,46%	7,52%	7,10%	6,35%
6 -	2,43	2,92	1,80%	2,38%	1,72%	1,61%	1,51%		6 -	1,55	1,86	6,37%	3,85%	3,54%	3,26%	2,84%
7 -	2,92	3,4	0,69%	1,28%	1,18%	1,06%	0,95%		7 -	1,86	2,17	4,02%	3,85%	3,79%	3,55%	3,07%
8 -	3,4	3,89	0,55%	1,08%	0,78%	0,78%	0,77%		8 -	2,17	2,48	1,66%	1,25%	1,01%	0,93%	0,83%
9 -	3,89	4,37	0,14%	0,19%	0,48%	0,42%	0,38%		9 -	2,48	2,79	1,66%	1,20%	0,93%	0,85%	0,70%
10 -	4,37	-	0,28%	2,05%	1,86%	1,73%	1,61%		10 -	2,79	3,1	0,69%	1,38%	1,22%	1,11%	0,91%
									11 -	3,1	3,41	1,11%	0,69%	0,62%	0,59%	0,55%
									12 -	3,41	3,72	0,28%	0,86%	0,66%	0,59%	0,47%
									13 -	3,72	-	0,83%	2,18%	2,13%	1,93%	1,52%
Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) = $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 30$								Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) = $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 44$								

Continuação:

1980-2006								1985-2006							
Classes de Produtividade			Períodos (cada período se refere a intervalo de 26 anos)					Classes de Produtividade			Períodos (cada período se refere a intervalo de 21 anos)				
Li	Ls		Inicial	1	2	3	Estado Estacionário	Li	Ls		Inicial	1	2	3	Estado Estacionário
1 -	-	0,29	4,85%	17,29%	24,43%	28,22%	31,12%	1 -	-	0,38	23,68%	24,56%	23,86%	23,36%	22,53%
2 -	0,29	0,57	19,11%	24,85%	24,81%	23,90%	23,05%	2 -	0,38	0,75	36,29%	30,06%	29,49%	29,20%	29,01%
3 -	0,57	0,86	24,79%	18,63%	16,37%	15,21%	14,27%	3 -	0,75	1,13	16,20%	18,55%	18,25%	18,46%	18,72%
4 -	0,86	1,14	18,56%	12,44%	10,48%	9,83%	9,37%	4 -	1,13	1,51	7,76%	11,37%	11,80%	12,06%	12,34%
5 -	1,14	1,43	13,57%	10,59%	6,99%	5,92%	5,21%	5 -	1,51	1,88	4,02%	4,52%	4,79%	4,85%	4,95%
6 -	1,43	1,72	8,45%	4,11%	4,29%	4,34%	4,45%	6 -	1,88	2,26	2,91%	3,19%	3,34%	3,47%	3,59%
7 -	1,72	2	4,16%	2,90%	2,23%	1,86%	1,64%	7 -	2,26	2,64	1,80%	1,80%	1,86%	1,89%	1,94%
8 -	2	2,29	3,19%	2,04%	2,63%	2,86%	3,03%	8 -	2,64	3,01	1,39%	1,12%	1,21%	1,23%	1,26%
9 -	2,29	2,57	1,39%	0,71%	1,23%	1,24%	1,20%	9 -	3,01	3,39	1,39%	1,12%	1,13%	1,15%	1,19%
10 -	2,57	2,86	0,69%	0,88%	0,77%	0,71%	0,67%	10 -	3,39	3,77	0,69%	0,90%	0,96%	0,97%	0,99%
11 -	2,86	3,15	0,55%	1,28%	1,17%	1,20%	1,21%	11 -	3,77	4,14	1,39%	0,33%	0,42%	0,43%	0,44%
12 -	3,15	-	0,69%	4,31%	4,60%	4,71%	4,79%	12 -	4,14	4,52	0,28%	0,17%	0,21%	0,21%	0,22%
								13 -	4,52	4,9	0,69%	0,55%	0,71%	0,72%	0,75%
								14 -	4,9	5,27	0,14%	0,17%	0,16%	0,17%	0,17%
								15 -	5,27	5,65	0,28%	0,11%	0,15%	0,16%	0,16%
								16 -	5,65	6,03	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
								17 -	6,03	6,4	0,28%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
								18 -	6,4	6,78	0,14%	0,15%	0,12%	0,11%	0,11%
								19 -	6,78	-	0,55%	0,90%	1,10%	1,13%	1,18%

50

Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) =  $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 28$

Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos) =  $\ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 28$

Continuação:

1996-2006

Classes de Produtividade		Períodos (cada período se refere a intervalo de 11 anos)					
Li	Ls	Inicial	1	2	3	Estado Estacionário	
1 -	-	0,34	15,79%	19,78%	21,91%	23,33%	25,74%
2 -	0,34	0,67	30,61%	29,58%	30,93%	31,58%	32,35%
3 -	0,67	1,01	18,01%	18,92%	18,00%	17,55%	16,80%
4 -	1,01	1,34	11,77%	12,65%	11,98%	11,45%	10,59%
5 -	1,34	1,68	8,59%	6,56%	6,11%	5,81%	5,36%
6 -	1,68	2,01	5,54%	3,91%	3,35%	3,10%	2,75%
7 -	2,01	2,35	2,77%	2,21%	2,02%	1,86%	1,60%
8 -	2,35	2,68	1,80%	1,44%	1,24%	1,17%	1,07%
9 -	2,68	3,02	1,52%	1,09%	1,02%	0,98%	0,90%
10 -	3,02	3,35	1,11%	0,96%	0,82%	0,76%	0,67%
11 -	3,35	3,69	1,25%	0,75%	0,65%	0,62%	0,58%
12 -	3,69	4,02	0,28%	0,30%	0,28%	0,25%	0,22%
13 -	4,02	4,36	0,28%	0,29%	0,25%	0,24%	0,23%
14 -	4,36	4,69	0,14%	0,21%	0,20%	0,19%	0,17%
15 -	4,69	-	0,55%	1,36%	1,23%	1,12%	0,97%

Tempo necessário para atingir a metade do caminho em direção ao estado estacionário (em anos)  
 $= \ln(2)/\ln(\text{maior autovalor, exceto o unitário}) = 15$

Nota: Li= limite inferior; Ls= limite superior.

Fonte: Resultados da pesquisa.

#### 4.5. Núcleo Estocástico

A Figura 7 apresenta as estimativas dos núcleos estocásticos da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária para as microrregiões de Minas Gerais nos períodos de transição 1970 a 2006, 1975 a 2006, 1980 a 2006, 1985 a 2006 e 1996 a 2006. O primeiro gráfico de cada seqüência horizontal mostra o núcleo estocástico em três dimensões e o segundo as curvas de nível correspondentes ao núcleo calculado, em que cada linha de contorno conecta pontos de mesma altura no núcleo, com as curvas mais centrais indicando maior probabilidade.<sup>27</sup>

A interpretação do núcleo é feita observando-se que a partir de cada ponto no eixo x (Ano 1970, Ano 1975, Ano 1980, Ano 1985 e Ano 1996) estendendo-se ao longo do eixo y (Ano 2006), o núcleo estocástico corresponde a uma função densidade de probabilidade que indica a probabilidade de uma microrregião possuir a produtividade final medida no eixo y, condicionada à produtividade no eixo x.

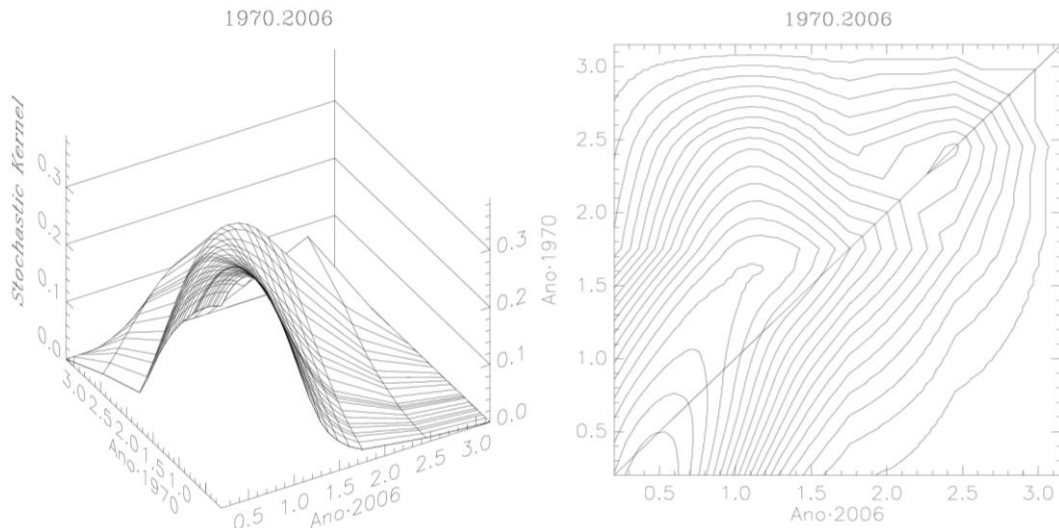
Se a massa do núcleo se concentrar ao longo da diagonal de 45 graus têm-se persistência na distribuição, as economias tendem a permanecer onde começaram. Se a massa sobre a linha de 45 graus for rotacionada 90 graus no sentido anti-horário, o contrário ocorre, há uma substancial dinâmica de “ultrapassagem”, os pobres se tornam ricos e os ricos se tornam pobres. Se o núcleo se concentrar paralelo ao eixo x isto indica que independentemente de suas produtividades iniciais, as microrregiões apresentariam mesma produtividade final, implicando em convergência. Por fim, se o núcleo se concentrar paralelo ao eixo y isto implica que, partindo de um valor de produtividade inicial as microrregiões não apresentariam mesma produtividade final, implicando, neste caso, em divergência.

Ao analisar a Figura 7 percebe-se que em todos os períodos analisados a maior parte da massa do núcleo situa-se acima da reta de 45 graus, o que demonstra que as transições ocorrem com maior probabilidade para classes inferiores, além disso, grande parte da massa do núcleo está sobre a reta de 45 graus denotando estabilidade na distribuição, resultado semelhante ao obtido por Sassi (2006) que também encontra sinais de persistência na distribuição da produtividade da mão-de-obra no setor agrícola da União Européia no período de 1994 a 2003. Esse contexto, conforme Ribeiro *et al.* (2006), pode ser descrito como um

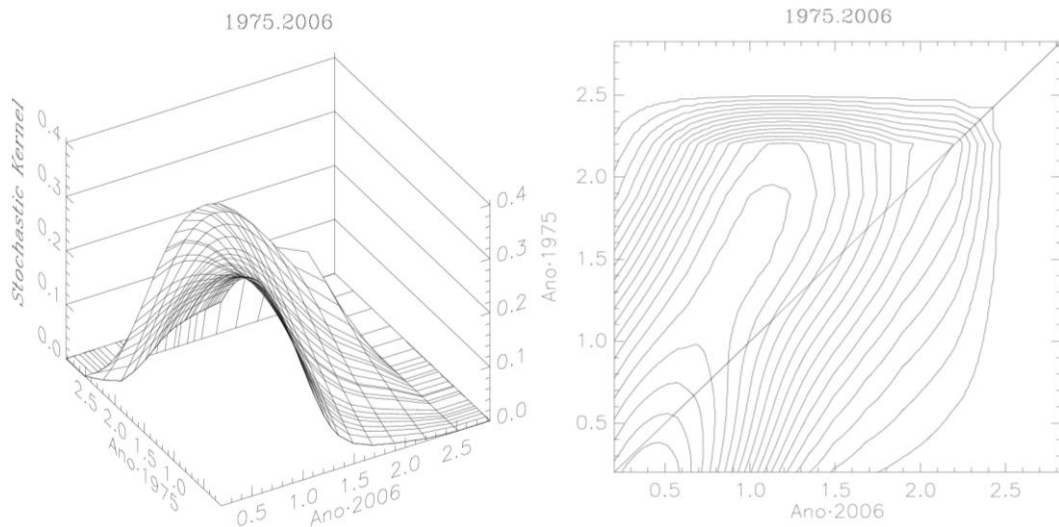
---

<sup>27</sup> Os valores nos eixos devem ser interpretados da mesma forma que é feito nas seções anteriores em que se analisa a variável produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária de Minas Gerais.

efeito “rainha vermelha”<sup>28</sup>, na medida em que as microrregiões podem ampliar a sua produtividade da mão-de-obra apenas para “permanecerem no mesmo lugar”.



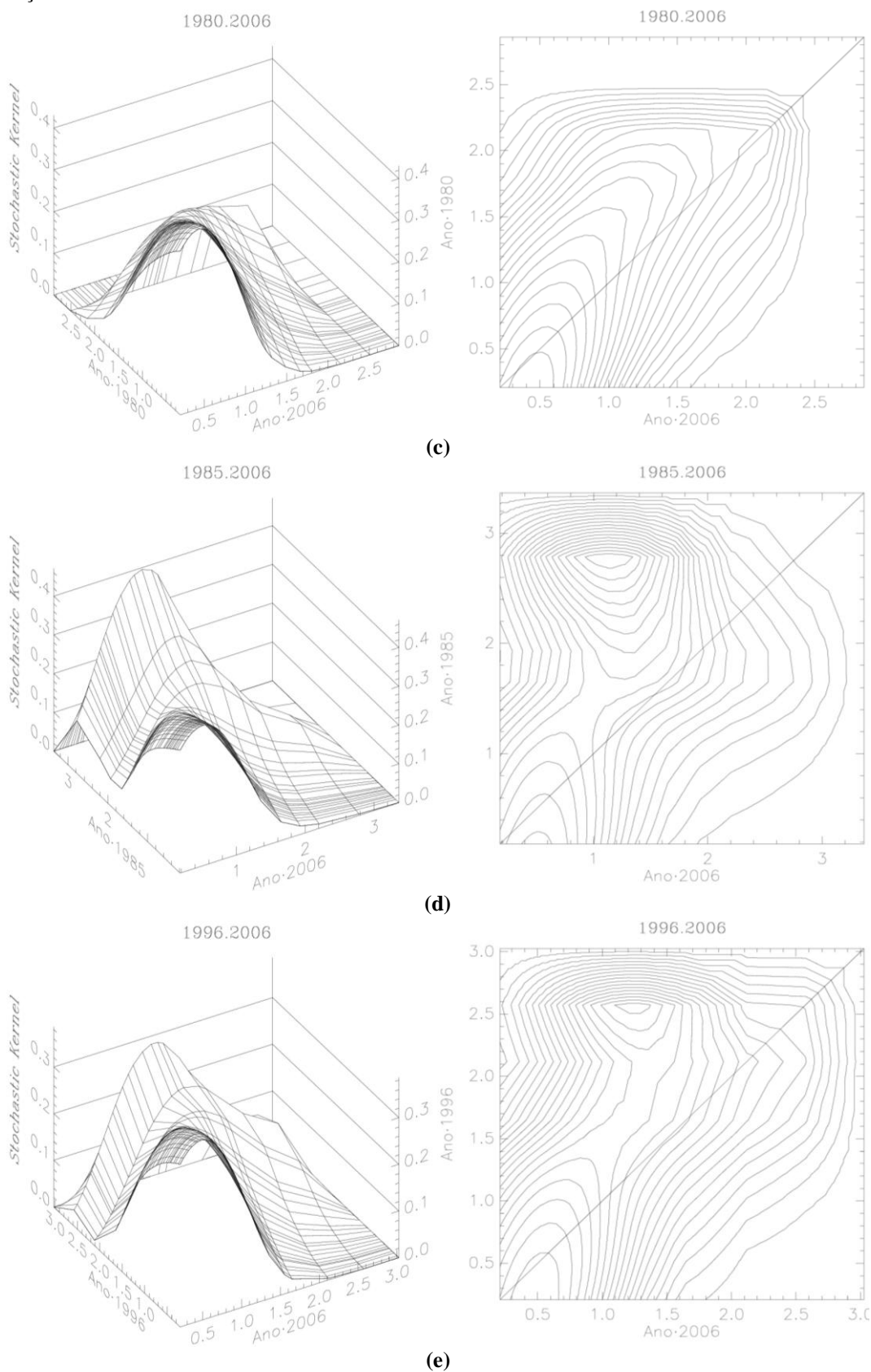
(a)



(b)

<sup>28</sup> O termo é da personagem Rainha Vermelha, pois é dela a frase no livro "Alice através do espelho" de Lewis Carroll que diz "aqui neste país Alice, você precisa correr o máximo que puder para permanecer no lugar...".

Continuação:



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 7 - Núcleo estocástico da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária para as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).

Até a transição 1980 a 2006 predomina a existência de somente um pico, contudo, a partir da transição 1985 a 2006 surge um segundo pico o que revela tendência de polarização entre um grupo formado por microrregiões de baixa produtividade e outro formado por microrregiões de alta produtividade, ademais, o surgimento do vale denota baixa probabilidade de transição nas classes intermediárias de produtividade. Essas são características incapazes de serem captadas pelos métodos tradicionais de  $\beta$  e  $\sigma$ -convergência.

Cabe ressaltar, que os resultados aqui encontrados corroboram aqueles obtidos por meio da matriz de Markov, quais sejam, altas probabilidades na diagonal principal e probabilidades mais elevadas abaixo da diagonal principal. Conforme Pimentel e Haddad (2004) a ausência de convergência para o setor agropecuário mineiro, ao se analisar suas microrregiões, deve-se ao desenvolvimento das regiões mais ricas deste setor de forma mais intensa do que das áreas mais pobres. Ainda segundo esses autores, o relatório do Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais informa que o setor agropecuário mineiro apresentou melhora de seus indicadores na década de 1990, contudo, esse fato é reflexo de melhora dos indicadores em regiões que o setor já está consolidado, sendo pouco provável atribuir o resultado a regiões onde a atividade agropecuária estabeleceu-se recentemente. Sendo assim, esse contexto corrobora a noção de que o desenvolvimento ocorre em regiões onde ele já é acentuado, culminando em um processo divergente.

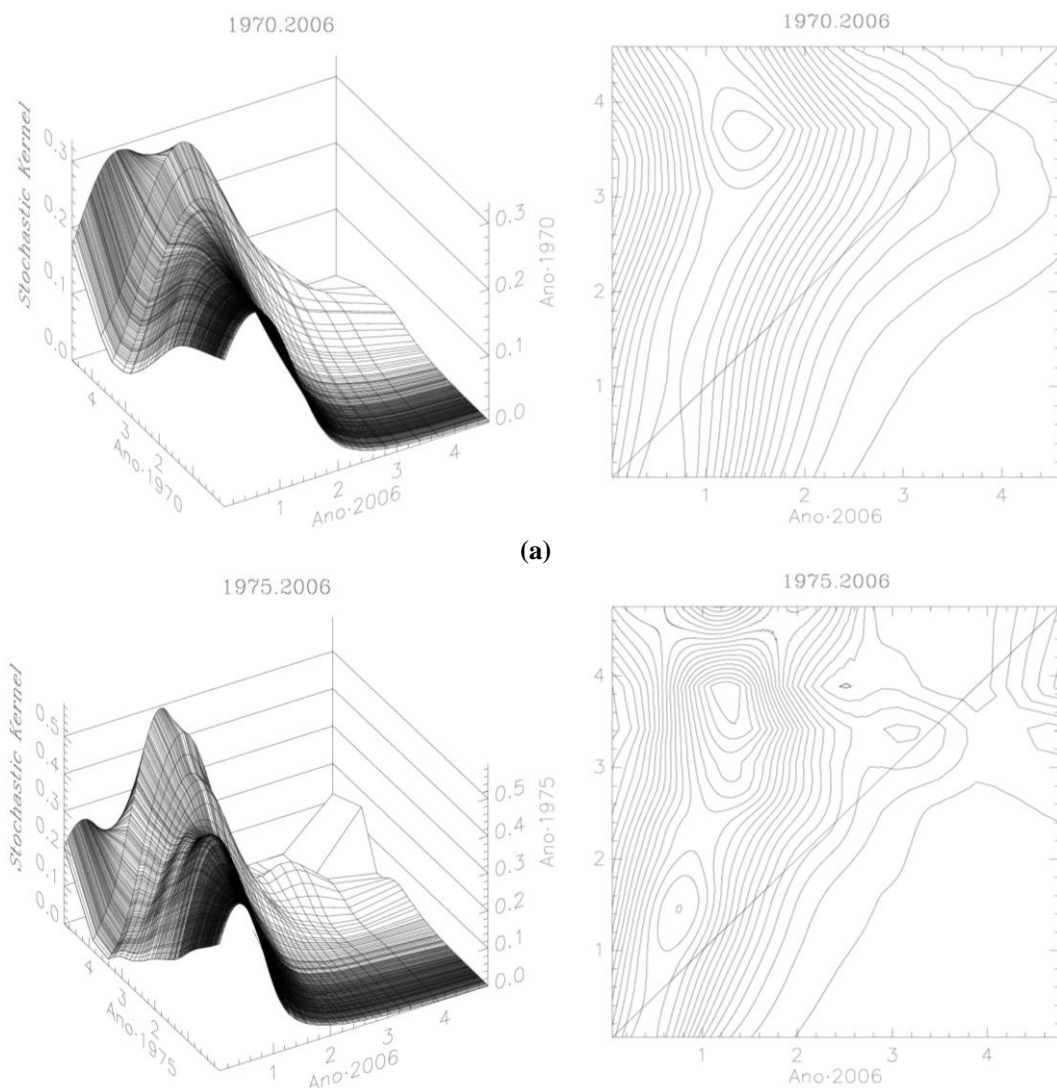
Em termos geográficos, isso denota uma divisão clara em que, de um lado, representando regiões de grande concentração de investimentos, têm-se as regiões do Triângulo Mineiro e do Sul de Minas, onde as culturas de milho, café e soja se localizam com orientação para a exportação e para o setor industrial e, de outro, representando regiões mais pobres, têm-se as regiões norte e nordeste do estado, marcadas pela ausência de culturas direcionadas ao mercado, de tal forma que essa porção do estado acaba por constituir-se de unidades onde a produção agropecuária assume características mais simples e para a subsistência e lavoura local.

A Figura 8 apresenta os resultados do cálculo do núcleo estocástico para os municípios de Minas Gerais. Ao observá-la, percebe-se que os resultados se alteram em relação aos obtidos para as microrregiões, principalmente no que tange à localização da massa do núcleo. Aqui, a maior parte da massa se concentra paralela ao eixo  $x$  o que indica um processo de convergência. Em todos os períodos nota-se que, independente do nível de produtividade que o município possui no período inicial este tem probabilidade elevada de, no período final, ter um valor de produtividade compreendido no intervalo de 0 a 2 da média do estado. A

semelhança com os resultados obtidos para as microrregiões reside no fato da maior parte da massa localizar-se acima da reta de 45 graus, indicando uma maior probabilidade de migração para classes inferiores de produtividade.

Outro fato constatado pela análise da Figura 8 é a existência de um processo divergente nas classes superiores de produtividade, isso pode ser visto por um acúmulo de massa paralelo ao eixo y para valores de produtividade acima de 2, contudo, é uma dinâmica de pequena importância dada sua baixa probabilidade de ocorrência.

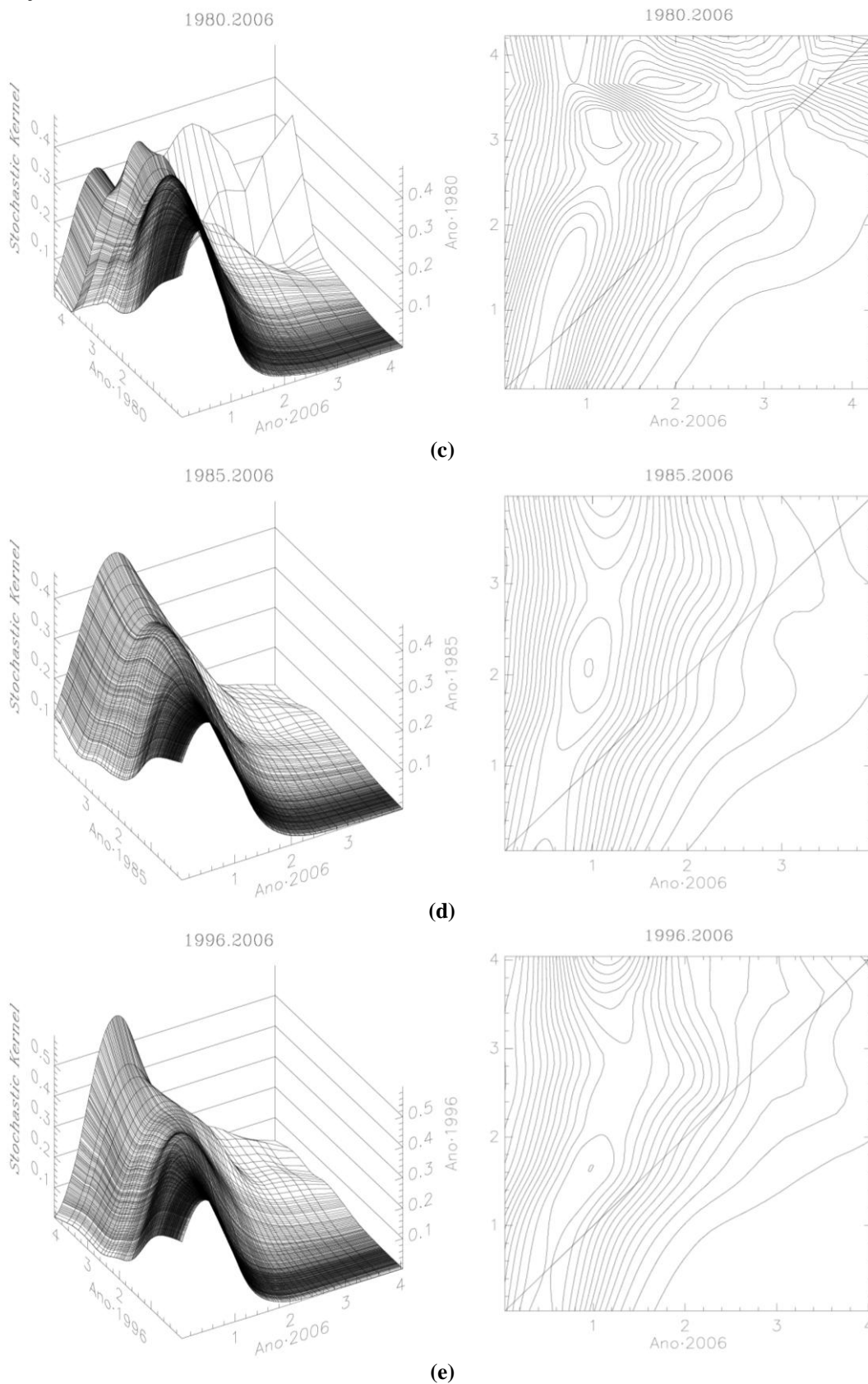
Novamente, os resultados corroboram aqueles encontrados pela matriz de Markov e pelo método tradicional de  $\beta$ -convergência, o que é demonstrado por uma probabilidade de transição elevada em direção a níveis baixos de produtividade implicando em convergência para tais níveis.



(a)

(b)

Continuação:



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 8 - Núcleo estocástico da produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária para os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).

A alteração da disposição da massa do núcleo dos municípios em relação às microrregiões pode ser explicada pela heterogeneidade existente dentro das microrregiões. Em geral, dentro de cada microrregião há poucos municípios com alta produtividade e muitos de produtividade média e baixa. Ao desagregar estas microrregiões em municípios, permite-se que os municípios de média e baixa produtividade, que possuem um padrão de dinâmica semelhante, caminhem juntos. Dado que essa dinâmica semelhante se traduziu em convergência para classes inferiores de produtividade, obteve-se, então, a forma do núcleo esboçada pela Figura 8.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

As disparidades regionais existentes no estado de Minas Gerais é um fato notadamente reconhecido e documentado, situação que se estende ao seu setor agropecuário. À luz desse contexto e do recente bom desempenho produtivo desse setor, este trabalho procurou investigar se existe alguma tendência para que a distância entre regiões agropecuárias de elevada e baixa produtividade venha a diminuir, tomando por base o período compreendido entre 1970 e 2006. Para tanto, utilizou-se como variável de análise a produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária dos municípios e microrregiões do estado, buscando avaliar a existência ou não de um processo de convergência sob a ótica de diferentes metodologias de teste.

Os resultados encontrados demonstram que as microrregiões mineiras não apresentam um processo de  $\beta$ -convergência absoluta nem de  $\sigma$ -convergência. Ao se analisar sua densidade de distribuição observa-se que esta sofreu, ao longo do período de estudo, um deslocamento de massa para a esquerda, denotando uma piora em sua distribuição de produtividades. Quanto à sua dinâmica, esboçada pelo cálculo das matrizes de Markov e Núcleo Estocástico, nota-se uma expressiva persistência, indicando que as microrregiões de baixa produtividade da mão-de-obra tendem a permanecer dessa forma, bem como as microrregiões de elevada produtividade, que mantêm suas posições relativas. Vale ressaltar que essa tendência se modifica nas duas últimas transições (1985-2006 e 1996-2006), delineando a formação de dois clubes de convergência, um formado por regiões de baixa produtividade e outro por regiões de alta produtividade. Outro ponto a se destacar é que no

estado estacionário, a maior parte das microrregiões situa-se em classes de produtividade que estão abaixo da média do estado.

No que diz respeito aos municípios, os resultados indicam a presença de um processo de  $\beta$ -convergência absoluta, contudo, os resultados para  $\sigma$ -convergência seguem o padrão apresentado pelas microrregiões. Para o cálculo das densidades de distribuição têm-se o mesmo quadro apresentado pelas microrregiões, qual seja, de um deslocamento para a esquerda da distribuição. Quanto à dinâmica percebe-se que a alta persistência encontrada para as microrregiões sede espaço para uma trajetória de transição que converge para as classes inferiores de produtividade. Tal alteração nos resultados pode ser explicada pela heterogeneidade existente dentro das microrregiões. Ao se trabalhar com a malha municipal, permite-se que municípios que tenham padrão de desenvolvimento semelhante entre as microrregiões, possam ser identificados e agrupados o que, neste caso específico, gerou o resultado mencionado.

Com base no exposto, percebe-se que a hipótese de pesquisa é confirmada quando se considera a análise para as microrregiões e refutada quando se considera a análise para os municípios, todavia, quando refutada denota um processo de convergência “ruim”, já que é direcionado para classes inferiores de produtividade.

Conclui-se, assim, que o crescimento econômico não está sendo capaz de reduzir as diferenças regionais, segundo o que aponta as metodologias propostas, e que as políticas públicas direcionadas ao setor deveriam ser mais bem pensadas, visando não somente ao crescimento da produção. Isto é um fato que se tornou claro ao longo do período analisado e representa um indicativo de que o investimento em capital humano é de suma importância para que o efeito “rainha vermelha” não perdure no setor.

Dado que o desenvolvimento da agropecuária está em grande medida associado às habilidades e ao nível de escolaridade de seus trabalhadores e empresários, deve-se buscar a redução de tais desigualdades pela redução das desigualdades em termos de capital humano. Para tanto, políticas de treinamento da mão-de-obra rural, no ensino tradicional e alternativo, devem ser formuladas em conjunto com políticas de estímulo ao aumento da produção.

A principal deficiência da presente pesquisa está em seu caráter predominantemente descritivo e não tão explicativo. Essa é uma lacuna que futuros trabalhos poderão preencher mediante o uso de *esquemas condicionantes*, que são capazes de mensurar como determinadas variáveis afetam a distribuição de produtividades, bem como sua probabilidade de transição. Com isso, será possível identificar quais as

principais variáveis responsáveis por influenciar positivamente a trajetória de crescimento da produtividade.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVITIZ, M. Catching up, forging ahead and falling behind. **Journal of Economic History**. vol. XLVI, p. 385-406, 1986.
- ALVES, L. F.; FONTES, R. Clubes de convergência entre os municípios de Minas Gerais. **Revista Econômica do Nordeste**, v.32, n° especial, 2001, p. 546-568.
- AZZONI, C. Economic growth and regional income inequality in Brazil. **The Annals of Regional Science**. v. 35, pp. 133-152, 2001.
- AZZONI, C. R. et al. Geography and income convergence among Brazilian states. New York: **Inter-American Development Bank**, 2000. Disponível em: <<http://www.iadb.org/res/publications/pubfiles/pubR-395.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2010.
- BARRO, R. J. **Determinants of economic growth**: a cross country empirical study. 2nd ed. Cambridge: MIT Press, 1997.
- BARRO, Robert J. Economic growth in a cross section of countries. **Quarterly Journal of Economics** 106, 407–443.1991
- BARRO, Robert J. ; XAVIER Sala-i-Martin .Technological diffusion, convergence, and growth. **Journal of Economic Growth**, v.2, p. 1–27, 1997.
- BARRO. J, R.; SALA-I-MARTIN, X. Convergence. **Journal of Political Economy**, v. 100, n.2, p.223-251, 1992.
- BAUMOL, W. Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. **American Economic Review**, v.76, n.5 p. 1072-1085, 1986.
- BAUMONT, C.; ERTUR, C.; LE GALLO, J. **Convergence des régions européennes**: une approche par l'économétrie spatiale. LATEC: Université de Bourgogne, fev. 2000.

BERNARD, A.B., Jones, C.I. Productivity across industry and countries: time series theory and evidence. **Review of Economic and Statistics**, v.78, n.1, February, p. 135-146, 1996a.

BERNARD, A; JONES, C.I. Comparing apples to oranges: productivity convergence and measurement across industries and countries. **American Economic Review** ,v.86, n.5, p. 1216–1238,1996b.

BULLI, S. Distribution dynamics and cross-country convergence: a new approach. **Scottish Journal of Political Economy**, v. 42, p. 226-243, 2001.

CALDEIRA, T.A. ; SANTOS, M.L. ; FONTES, R. ou FONTES, R.M.O. ; Braga, M.J. . Educação, Crédito e Convergência de Renda Agropecuária em Minas Gerais. In: XIV Seminário sobre a Economia Mineira, 2010, Diamantina, MG. Anais do XIV Seminário sobre a Economia Mineira. Belo Horizonte, MG : CEDEPLAR-UFGM, 2010. v. 1. p. 1-21.

CASS, D. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation. **Review of Economics Studies**, v.32, p. 233-240, 1965.

CURI, W. F. **Eficiência e fonte de crescimento da agricultura mineira na dinâmica de ajustamento da economia brasileira**. 1997. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DE LONG, B. Productivity growth, convergence and welfare: comment. **The American Economic Review**. v. 78, p. 1138-1154, 1988.

DOLLAR, D.; WOLFF, E. N. Convergence of industry labor productivity among advanced economies, 1963-1982. **Review of Economics and Statistics**, v.70, n.4, p. 549-558, 1988.

DRENNAN, M. P.; LOBO, J. A Simple Test for Convergence of Metropolitan Income in the United States. In: **Journal of Urban Economics**. n.46, p-350-359, 1999.

EASTERLY, W. **O espetáculo do Crescimento**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

ELLERY JR, R.; GOMES, V. **Modelo de Solow, resíduo de Solow e contabilidade do crescimento**. Disponível em: <<http://www.victorgomes.com.br/docs/cursos/macro2/growth1.pdf>> Acesso em: 25 mar. 2009.

FERREIRA, A. Concentração regional e dispersão das rendas per capita estaduais: um comentário.**Estudos Econômicos**, v. 29, n. 1, p. 47-63, 1999.

FERREIRA, A. Convergence in Brazil: recent trends and long-run prospects. **Applied Economics**, v.479-489, 2000.

FERREIRA, A. H.; C. DINIZ. Convergência entre as rendas per capita estaduais no brasil. **Revista de Economia Política**. v. 15, n. 4, p. 38-55, 1995.

FERREIRA, P.; ELLERY JR, R., Convergência entre a renda per capita dos estados brasileiros. **Revista de Econometria**, v.16, n. 1, p.83-104, 1996.

FIGUEIRÊDO, L.; LEAL FILHO, R. S.; AGUIAR, C. Matriz de Probabilidades de Transição por Estimador de Núcleo para as Rendas Relativas das Microrregiões de Minas Gerais. In: Seminário sobre a Economia Mineira 12, 2006, Diamantina. **Anais...** Diamantina: CEDEPLAR, 2006. p.1-20.

FREITAS, C. A; BACHA, C. J. C.; FOSSATTI, D. M. Avaliação do desenvolvimento do setor agropecuário no Brasil. **Economia e Sociedade** (UNICAMP), v. 16, n.1, p. 111-124, 2007.

FRIEDMAN, M. Do old fallacies ever die? **Journal of Economic Literature**, v. 30, p. 2129-2132, 1992.

GALONOPOULOS K.et al. **Agricultural Productivity Growth in the Euro-Med Region: Is there Evidence of Convergence?**. 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists – EAAE 2008

GALOR, O . Convergence? Inferences from Theoretical Models. **The Economics Journal**, v. 106, n. 437, p.1056-1080, 1996.

GASQUES, J. G., CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores**. Brasília: IPEA, 2000. (Texto para Discussão, 768).

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. P. R.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Brasília: IPEA, 2004. (Texto para Discussão, n. 1017).

GOLLIN, D.; PARENTE, S.; ROGERSON, R. The Role of Agriculture in Development. **The American Economic Review**, vol. 92, n. 2, p.160-164, 2002.

GONÇALVES, J. S. Crescimento do produto e conteúdo da produtividade na agropecuária brasileira do período 1975-2003. **Informações Econômicas**, v.37, n. 8, 2007.

GONDIM, João Luis Brasil; BARRETO, Flávio Ataliba. O uso do núcleo estocástico para identificação de clubes de convergência entre estados e municípios brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32, 2004, Salvador. **Anais...** Salvador: ANPEC, 2010. p. 1-15.

GONDIN, J. L., BARRETO, Flávio A., Carvalho, J. R. Jr Condicionantes de Clubes de Convergência no Brasil. **Revista Estudos Econômicos**, vol. 37, n 1, p. 71-100, 2007.

GRIER, Kevin B.; GORDON Tullock. An Empirical Analysis of cross-national economic growth, 1951–1980. **Journal of Monetary Economics** v. 24, p. 259-276, 1989

GUTIERREZ, L. Why is agricultural labour productivity higher in some countries than others? **Agricultural Economics Review**, v.3, n.1, p. 58-78, 2002.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Conta Nacionais**. 2009. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em 22/11/2009.

ISLAM, N. **What we have learnt from the convergence debate?** Disponível em:<  
[http://www.ecostat.unical.it/aiello/Didattica/economia\\_Crescita/CRESCITA/islam\\_survey.pdf](http://www.ecostat.unical.it/aiello/Didattica/economia_Crescita/CRESCITA/islam_survey.pdf)  
> Acesso em: 27 fev. 2010.

JONES, C.I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

KOOPMANS, Tjalling C. **On the Concept of Optimal Economic Growth**. Cowles Foundation Discussion Papers 163, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University, 1963.

KORMENDI, Roger C. and Philip G. Meguire. Macroeconomic Determinants of growth: cross-country evidence. **Journal of Monetary Economics**, v 16, p.141–163, 1985.

LAURINI, M.; ANDRADE, E.; PEREIRA, P. Clubes de convergência de renda para os municípios brasileiros: uma análise não-paramétrica. ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMOMETRIA, 25, 2003, Salvador. **Anais...** Salvador: SBE, 2003 p. 1-20.

LE GALLO, J. **Space-time analysis of GDP disparities among European regions: a Markov chains approach**. Dijon/França: University of Burgundy, Mar. 2001.

LUCAS, Robert E., Jr. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, v 22, p.3-42, 1988.

MAGRINI, S. The evolution of income disparities among the regions of the European Union. **Regional Science and Urban Economics**, v. 29, p. 257-281, 1999.

MANKIW, G., Romer, D, WEIL, D. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. **Quarterly Journal of Economics**, v.107, n.2, p. 407-437, 1992.

MARANDUBA JUNIOR, N. G. ; ALMEIDA, E. S.. Eficiência e eficácia da política regional em Minas Gerais. In: XXXVI Encontro Nacional de Economia, 2008, Salvador. Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia, 2008.

MEYER, L.F.F; BRAGA, M. J. O crescimento das desigualdades tecnológicas na agricultura mineira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.36, n. 01, p.59-90, 1998.

MOSSI, M.; P. AROCA; I. FERNÁNDEZ; C. AZZONI. Growth dynamics and space in Brazil. **International Regional Science Review**. v. 26, n. 3, p. 393-418, 2003.

MUGERA, Amin W.; LANGEMEIER, Michael. **Labor Productivity Growth And Convergence In The Kansas Farm Sector: A Tripartite Decomposition Using The Dea Approach**," 2008 Annual Meeting, July 27-29, 2008, Orlando, Florida 6069, American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association). Disponível em: < <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/6069/2/467393.pdf>> Acesso em: 25 out. 2010.

NARRO, M. C. C. **Productivity convergence in the European regional agricultures. Determinants of its evolution**. 113th EAAE Seminar A resilient European food industry and food chain in a challenging world, Chania, Crete, Greece, date as in: September 3 - 6, 2009.

Disponível em: < <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/58002/2/CuervaNarro.pdf>> Acesso em: 18 out. 2010.

PEROBELLI, F. S. ; FERREIRA, Pedro Guilherme ; FARIA, Weslem Rodrigues . Análise de Convergência Espacial do PIB *per capita* em Minas Gerais: 1975-2003. In: XI Encontro Regional de Economia, 2006, Fortaleza. Nordeste: Estratégias de Desenvolvimento Regional. Fortaleza : BNB, 2006.

PIMENTEL, E. A.; HADDAD, E. A. **Análise da Distribuição Espacial da Renda no Estado de Minas Gerais: Uma Abordagem Setorial**. São Paulo: Nereus, 2004 (Texto para Discussão n° 02-2004).

QUAH, D. Galton's fallacy and testes of the convergence hypothesis. **Scandinavian Journal of Economics**, v.95, n.4, p. 427-443, 1993.

QUAH, Danny. **Empirical cross- section Dynamics in Economic Growth**. LSE Working Paper, november, 1992.

QUAH, Danny. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization and convergence clubs. **Journal of Economic Growth**, v. 2, n. 1, p. 27-59, 1997.

REBELO, S. Long-run policy analysis and long-run growth. **Journal of Political Economy**, v.99, v.3, p.500-521, 1991.

RESENDE, G. M. ; FIGUEIRÊDO, L. . Economic Growth of Minas Gerais - a quantile regression approach between 1980 & 2000. In: XIII Seminário sobre a Economia Mineira, 2008, Diamantina. Anais do XIII Seminário sobre a Economia Mineira, 2008.

RIBEIRO, L. C.; RUIZ, R. M.; BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. M.. The curse of technological race: the red queen effect. Belo Horizonte: Cedeplar-UMG, 2006 (Texto para Discussão).

ROMER, D. **Advanced macroeconomics**. 3. ed. McGraw-Hill, 2006.

ROMER, Paul. Origins of Endogeneous Growth. **Journal of Economic Perspectives**, v. 8, p. 3–22, 1994.

ROMER, Paul M. Increasing Returns and Long Run Growth. **Journal of Political Economy**, v. 94. p. paginas 1986.

SALVATO, M. A. ; ARAUJO JUNIOR, A. F. de; RAAD, R. J; PESSOA, F. M. Disparidades Regionais em Minas Gerais. In: XII Seminário sobre a Economia Mineira, 2006, Diamantina. Anais do XII Seminário sobre a Economia Mineira, 2006.

SASSI, M. Agricultural convergence and competitiveness in the EU-15 regions. **Contributed paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference**, Gold Coast, Australia, August 12-18, 2006. Disponível em: < <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/25632/1/cp060204.pdf> > Acesso em: 13 nov. 2010

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. (SEAPA). Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.br>> Acesso em: 20 fev. 2009.

SILVA, E ; FONTES, R. ou FONTES, R.M.O. ; ALVES, Luiz Fernando . Análise das Disparidades Regionais em Minas Gerais. In: XI Seminário sobre a Economia Mineira, 2004, Diamantina 24 a 27 de agosto, 2004.

SILVA, E.; FONTES, R.; ALVES, L. F. Crescimento e Desigualdade em Minas Gerais. In: FONTES, R.; FONTES, M. (Eds.). **Crescimento e Desigualdade Regional em Minas Gerais**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 2005.

SILVA FILHO, G. E. da; CARVALHO, E. B. S. **A teoria do crescimento endógeno e o desenvolvimento endógeno regional**: investigação das convergências em um cenário pós-cepalino.

Disponível em: <[http://www.bancodonordeste.gov.br/content/aplicacao/Publicacoes/REN-Numeros\\_Publicados/docs/ren2001\\_v32\\_ne\\_a2.pdf](http://www.bancodonordeste.gov.br/content/aplicacao/Publicacoes/REN-Numeros_Publicados/docs/ren2001_v32_ne_a2.pdf)> Acesso em: 07 jul. 2010.

SIMON, C. P.; BLUME, L **Matemática para Economistas**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SPOHR, G.; FREITAS, C. A. Há Convergência do PIB Per Capita da Agropecuária no Brasil entre 1980 e 2004? In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008 p. 1-20.

STULP, V. J. Evolução Regional da Produtividade da Mão-de-Obra na Agropecuária Gaúcha: uma Aplicação da Matriz de Markov. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 02, p. 293-316, 2004.

STÜLP, V.J.; FOCHEZATTO, A. A evolução das disparidades regionais no Rio Grande do Sul: uma aplicação de matrizes de Markov. **Nova Economia**, v. 14, n. 1, 2004.

STULP, Valter J. Evolução Regional da Produtividade da Mão-de-Obra na Agropecuária Gaúcha: uma Aplicação da Matriz de Markov. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 02, p. 293-316, 2004.

SWAN, T. W. Economic growth and capital accumulation. The Economic Record, 1956. In: VEBLEN, Thorstein (Org.). **Imperial Germany and the Industrial Revolution**, New York: Macmillan, 1915.

VICENTE, J. R. **Comparação da produtividade agrícola entre as unidades da federação, 1970-1995**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8083>> Acesso em: 10 fev. 2009.

WOLFF, Edward N. Capital Formation and Productivity Convergence over the Long Term. *American Economic Review*, v. 81, n. 3, p. 565-79, 1991.

YANG, D. T; ZHU, X. **Modernization of agriculture and long-term growth**. Disponível em: <[http://www.gsm.pku.edu.cn/UserFiles/0708-28\(6\).pdf](http://www.gsm.pku.edu.cn/UserFiles/0708-28(6).pdf)> Acesso em: 19 fev. 2009.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

Tabela 1A - Relação dos municípios em que houve emancipação ao longo do período de 1970 a 2006

<b>Município de Origem</b>	<b>Município Criado</b>
Abre Campo	Pedra Bonita
Açucena	Naque Periquito
Águas Formosas	Crisólita
Águas Vermelhas	Curral de Dentro Divisa Alegre
Almenara	Divisópolis Mata Verde
Alpinópolis	São José da Barra
Berilo	José Gonçalves de Minas
Bertópolis	Santa Helena de Minas
Bocaiúva	Guaraciama Olhos-d'Água
Bonfinópolis de Minas	Dom Bosco Natalândia
Borda da Mata	Tocos do Moji
Brasília de Minas	Campo Azul Japonvar Luislândia
Cambuí	Senador Amaral
Campanário	Jampruca
Caparaó	Alto Caparaó
Capelinha	Angelândia
Carangola	Fervedouro
Caratinga	Entre Folhas Imbé de Minas Ipaba Piedade de Caratinga Santa Bárbara do Leste Santa Rita de Minas Ubaporanga Vargem Alegre
Conselheiro Pena	Cuparaque Goiabeira
Coração de Jesus	São João da Lagoa São João do Pacuí

Continuação:

Córrego Novo	Pingo-d'Água
Divino	Orizânia
Dom Silvério	Sem-Peixe
Espinosa	Mamonas
Formiga	Córrego Fundo
Francisco Badaró	Jenipapo de Minas
Galiléia	São Geraldo do Baixo
Grão Mogol	Josenópolis Padre Carvalho
Iapu	Bugre
Ibirité	Mário Campos Sarzedo
Igarapé	São Joaquim de Bicas
Inhapim	São Domingos das Dores São Sebastião do Anta
Ipanema	Taparuba
Itacarambi	São João das Missões
Itaipé	Catuji
Itamarandiba	Aricanduva
Itanhomi	Capitão Andrade
Itinga	Ponto dos Volantes
Iturama	Carneirinho Limeira do Oeste União de Minas
Januária	Bonito de Minas Cônego Marinho Pedras de Maria da Cruz
Joáima	Monte Formoso
João Pinheiro	Brasilândia de Minas
Juramento	Glaucilândia
Lagoa Santa	Confins
Malacacheta	Franciscópolis Setubinha
Manga	Juvenília Matias Cardoso Miravânia
Manhuaçu	Luisburgo Reduto São João do Manhuaçu
Manhumirim	Durandé Martins Soares
Mantena	Nova Belém São João do Manteninha
Mateus Leme	Juatuba
Mato Verde	Catuti
Mendes Pimentel	São Félix de Minas
Mesquita	Santana do Paraíso
Minas Novas	Leme do Prado
Mirabela	Patis

Continuação:

Miraf	São Sebastião da Vargem Alegre
Monte Azul	Gemeleiras Jaíba
Muriaé	Rosário da Limeira
Peçanha	Cantagalo
Ponte Nova	Oratórios
Porteirinha	Nova Porteirinha Pai Pedro Serranópolis de Minas
Pratápolis	Itaú de Minas
Presidente Olegário	Lagoa Grande
Raul Soares	Vermelho Novo
Ressaquinha	Alfredo Vasconcelos
Rio do Prado	Palmópolis
Rio Novo	Goianá
Rio Pardo de Minas	Indaiabira Montezuma Santo Antônio do Retiro Vargem Grande do Rio Pardo
Rio Preto	Santa Bárbara do Monte Verde
Salinas	Fruta de Leite Novorizonte Santa Cruz de Salinas
Santa Bárbara	Catas Altas
Santa Maria do Suaçuí	José Raydan
São Francisco	Chapada Gaúcha Icaraí de Minas Urucua Pintópolis
São Gonçalo do Abaeté	Varjão de Minas
São João da Ponte	Lontra
São João do Paraíso	Ninheira
São José do Jacuri	Frei Lagonegro
São Romão	Riachinho
Taiobeiras	Berizal
Teófilo Otoni	Novo Oriente de Minas
Tiradentes	Santa Cruz de Minas
Tupaciguara	Araporã
Turmalina	Veredinha
Ubaí	Ponto Chique
Uberaba	Delta
Unaí	Cabeceira Grande Uruana de Minas
Varzelândia	Ibiracatu Verdelândia
Vespasiano	São José da Lapa

Fonte: Elaborado de acordo com os dados da pesquisa.

## ANEXO B

Tabela 1B – Classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.

1970-2006			1975-2006			1980-2006		
n= 66 Microrregiões			n= 66 Microrregiões			n= 66 Microrregiões		
Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls
1	0,06	0,47	1	0,06	0,46	1	0,06	0,44
2	0,47	0,71	2	0,46	0,7	2	0,44	0,66
3	0,71	1,02	3	0,7	1,02	3	0,66	0,99
4	1,02	1,41	4	1,02	1,41	4	0,99	1,46
5	1,41	6,95	5	1,41	6,95	5	1,46	6,95

1985-2006			1996-2006		
n= 66 Microrregiões			n= 66 Microrregiões		
Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls
1	0,06	0,39	1	0,06	0,42
2	0,39	0,56	2	0,42	0,63
3	0,56	0,94	3	0,63	0,96
4	0,94	1,61	4	0,96	1,52
5	1,61	6,95	5	1,52	6,95

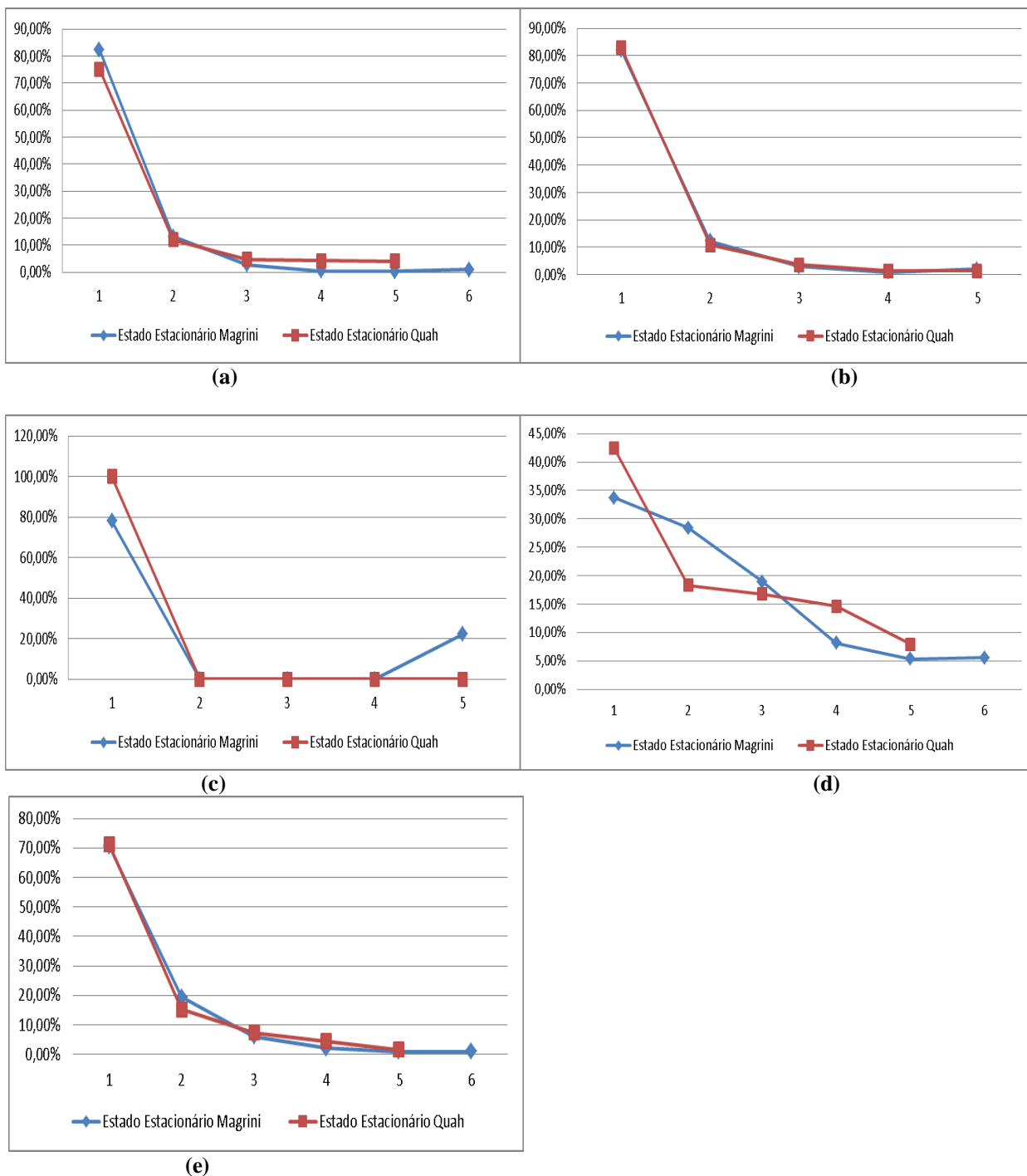
Nota: Li= limite inferior; Ls= limite superior.  
 Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 2B – Matrizes de transição de Markov para as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.

1970-2006						1975-2006					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1(09)	0,89	0,11	0	0	0	1(10)	0,9	0,1	0	0	0
2(17)	0,59	0,18	0,06	0,12	0,06	2(10)	0,7	0,1	0,2	0	0
3(13)	0,23	0,23	0,38	0	0,15	3(17)	0,18	0,35	0,24	0,12	0,12
4(13)	0	0,08	0,46	0,38	0,08	4(16)	0,06	0,12	0,31	0,25	0,25
5(14)	0,07	0	0,07	0,29	0,57	5(13)	0	0	0,15	0,38	0,46
1980-2006						1985-2006					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1(07)	1	0	0	0	0	1(11)	0,82	0,18	0	0	0
2(10)	0,5	0,4	0	0,1	0	2(16)	0,25	0,44	0,25	0,06	0
3(18)	0,33	0,28	0,28	0,11	0	3(13)	0,15	0,08	0,54	0,23	0
4(20)	0	0,1	0,3	0,35	0,25	4(11)	0	0,09	0,18	0,36	0,36
5(11)	0	0	0,18	0,18	0,64	5(15)	0,07	0	0,07	0,53	0,33
1996-2006											
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1(10)	0,9	0,1	0	0	0						
2(15)	0,4	0,33	0,2	0,07	0						
3(14)	0,14	0,36	0,36	0,14	0						
4(13)	0	0,08	0,38	0,38	0,15						
5(14)	0	0	0	0,43	0,57						

Nota: Os valores entre parênteses indicam o número de microrregiões em cada classe no período inicial.

Fonte: Resultados da pesquisa.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 1B – Comparativo entre a distribuição no estado estacionário para a produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária das microrregiões de Minas Gera pelo método de Quah (1992) e Magrini (1999) no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) 1996 a 2006 (e).

Tabela 3B – Classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006.

1970-2006			1975-2006			1980-2006		
n= 722 Municípios			n= 722 Municípios			n= 722 Municípios		
Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls
1	-1,25	0,29	1	-0,53	0,28	1	-0,42	0,27
2	0,29	0,4	2	0,28	0,39	2	0,27	0,38
3	0,4	0,52	3	0,39	0,51	3	0,38	0,49
4	0,52	0,64	4	0,51	0,63	4	0,49	0,61
5	0,64	0,77	5	0,63	0,76	5	0,61	0,73
6	0,77	0,9	6	0,76	0,9	6	0,73	0,88
7	0,9	1,09	7	0,9	1,1	7	0,88	1,08
8	1,09	1,36	8	1,1	1,39	8	1,08	1,37
9	1,36	1,85	9	1,39	1,92	9	1,37	1,94
10	1,85	49,41	10	1,92	17,59	10	1,94	17,58
1985-2006			1996-2006					
n= 722 Municípios			n= 722 Municípios					
Classes	Li	Ls	Classes	Li	Ls			
1	-0,42	0,23	1	-0,54	0,23			
2	0,23	0,34	2	0,23	0,36			
3	0,34	0,44	3	0,36	0,47			
4	0,44	0,54	4	0,47	0,58			
5	0,54	0,65	5	0,58	0,70			
6	0,65	0,81	6	0,70	0,87			
7	0,81	1,01	7	0,87	1,10			
8	1,01	1,31	8	1,10	1,40			
9	1,31	2,05	9	1,40	2,00			
10	2,05	17,58	10	2,00	17,59			

Nota: Li= limite inferior; Ls= limite superior.  
 Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 4B - Matrizes de transição de Markov para os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006

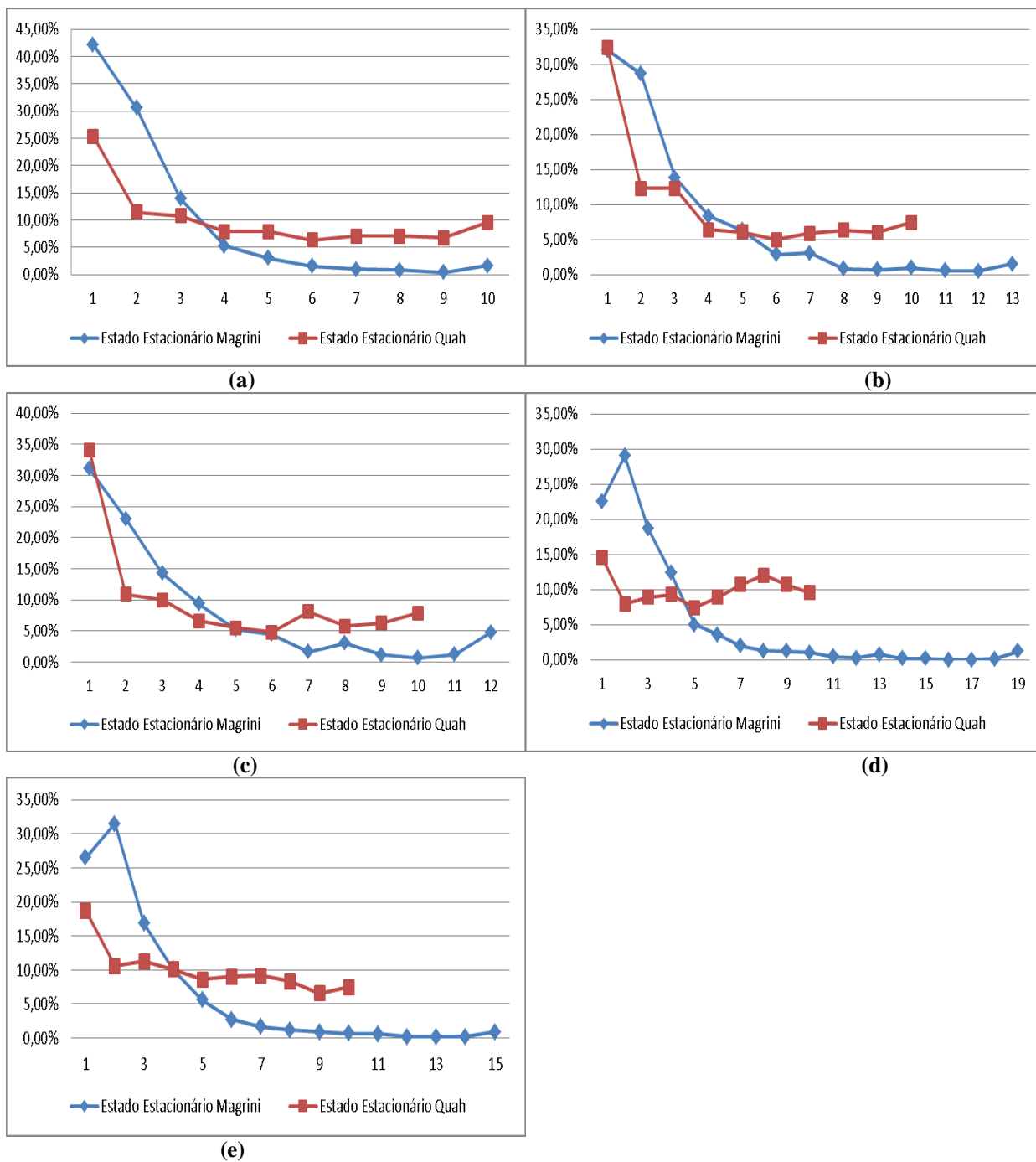
1970-2006											1975-2006										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1(53)	0,57	0,13	0,08	0,06	0,08	0,02	0,02	0	0,04	0,02	1(58)	0,67	0,14	0,12	0,02	0,02	0	0	0	0,02	0,02
2(68)	0,34	0,21	0,15	0,07	0,04	0,03	0,09	0,06	0,01	0	2(61)	0,43	0,21	0,11	0,05	0,05	0,03	0,02	0,03	0,05	0,02
3(75)	0,27	0,15	0,19	0,05	0,09	0,08	0,04	0,05	0,03	0,05	3(62)	0,19	0,13	0,19	0,08	0,05	0,06	0,1	0,06	0,05	0,08
4(74)	0,23	0,15	0,09	0,11	0,12	0,07	0,11	0,03	0,05	0,04	4(67)	0,19	0,19	0,12	0,1	0,07	0,1	0,04	0,04	0,06	0,06
5(78)	0,13	0,05	0,22	0,15	0,1	0,08	0,06	0,08	0,08	0,05	5(69)	0,13	0,12	0,17	0,09	0,12	0,12	0,09	0,06	0,07	0,04
6(81)	0,06	0,1	0,14	0,1	0,1	0,06	0,11	0,11	0,12	0,1	6(86)	0,03	0,09	0,12	0,14	0,17	0,07	0,05	0,13	0,08	0,12
7(84)	0,08	0,11	0,08	0,15	0,05	0,12	0,13	0,12	0,05	0,11	7(88)	0,06	0,07	0,09	0,15	0,06	0,16	0,19	0,11	0,07	0,05
8(76)	0,04	0,09	0,11	0,08	0,09	0,11	0,12	0,12	0,08	0,17	8(76)	0,01	0,04	0,13	0,11	0,16	0,08	0,13	0,11	0,08	0,16
9(83)	0	0,02	0,05	0,07	0,11	0,11	0,08	0,19	0,11	0,25	9(88)	0,02	0,06	0,1	0,1	0,08	0,09	0,1	0,16	0,12	0,16
10(50)	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,08	0,08	0,14	0,2	0,36	10(67)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,01	0,12	0,21	0,18	0,3
1980-2006											1985-2006										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1(25)	0,64	0,12	0,08	0	0	0	0,08	0	0,04	0,04	1(58)	0,62	0,16	0,03	0,09	0,02	0,03	0,05	0	0	0
2(57)	0,46	0,12	0,09	0,07	0,11	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04	2(85)	0,25	0,19	0,15	0,11	0,13	0,04	0,04	0,06	0,05	0
3(52)	0,35	0,17	0,13	0,13	0,04	0,06	0,08	0	0,02	0,02	3(72)	0,19	0,14	0,22	0,12	0,06	0,1	0,11	0,03	0,03	0
4(65)	0,25	0,09	0,22	0,14	0,08	0,09	0,08	0,02	0,05	0	4(74)	0,11	0,11	0,15	0,18	0,15	0,08	0,12	0,04	0,05	0,01
5(79)	0,14	0,16	0,15	0,11	0,09	0,04	0,08	0,14	0,05	0,04	5(85)	0,05	0,09	0,08	0,14	0,12	0,14	0,09	0,15	0,08	0,05
6(86)	0,1	0,17	0,08	0,08	0,13	0,1	0,13	0,07	0,08	0,05	6(80)	0,03	0,06	0,17	0,09	0,1	0,05	0,08	0,16	0,1	0,16
7(98)	0,04	0,05	0,12	0,15	0,09	0,14	0,11	0,11	0,09	0,08	7(68)	0,01	0,04	0,07	0,1	0,07	0,1	0,15	0,1	0,26	0,07
8(100)	0,05	0,08	0,09	0,12	0,07	0,13	0,08	0,12	0,14	0,12	8(58)	0	0,02	0,03	0,07	0,09	0,09	0,12	0,26	0,12	0,21
9(103)	0,01	0,03	0,05	0,05	0,13	0,11	0,13	0,17	0,14	0,2	9(68)	0	0	0,03	0,03	0,03	0,21	0,1	0,22	0,15	0,24
10(57)	0,04	0,04	0,07	0,04	0,05	0,02	0,09	0,18	0,12	0,37	10(74)	0,01	0	0,01	0,04	0,04	0,07	0,22	0,19	0,23	0,19

Continuação:

1996-2006										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,56	0,07	0,09	0,07	0,07	0,04	0,04	0,02	0	0,04	
0,39	0,23	0,15	0,07	0,05	0,04	0,04	0,01	0,01	0	
0,1	0,19	0,21	0,16	0,13	0,07	0,07	0,01	0,03	0	
0,14	0,15	0,15	0,19	0,07	0,1	0,08	0,07	0,03	0,03	
0,05	0,08	0,24	0,14	0,11	0,12	0,11	0,06	0,05	0,04	
0,07	0,19	0,12	0,14	0,16	0,12	0,07	0,04	0,03	0,05	
0,01	0,07	0,07	0,03	0,06	0,14	0,23	0,19	0,13	0,07	
0,01	0	0,03	0,11	0,11	0,17	0,08	0,2	0,14	0,14	
0,02	0	0,01	0,05	0,07	0,11	0,14	0,25	0,14	0,21	
0	0	0	0,03	0,01	0,07	0,15	0,14	0,25	0,34	

Nota: Os valores entre parênteses indicam o número de municípios em cada classe no período inicial.

Fonte: Resultados da pesquisa



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 2B – Comparativo entre a distribuição no estado estacionário para a produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária das microrregiões de Minas Gera pelo método de Quah (1992) e Magrini (1999) no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).

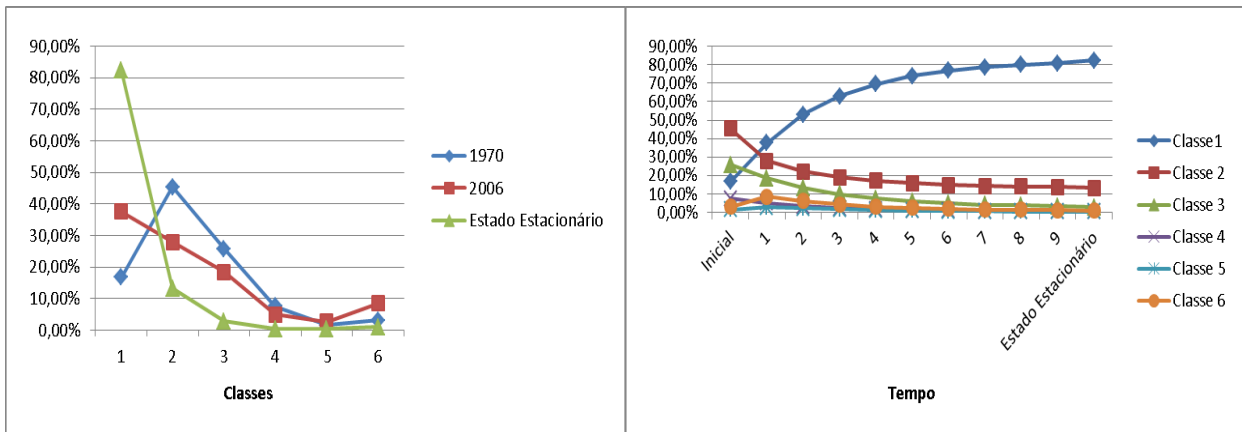
## ANEXO C

Tabela 1C – Teste de Normalidade das distribuições de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária para os municípios e microrregiões de Minas Gerais

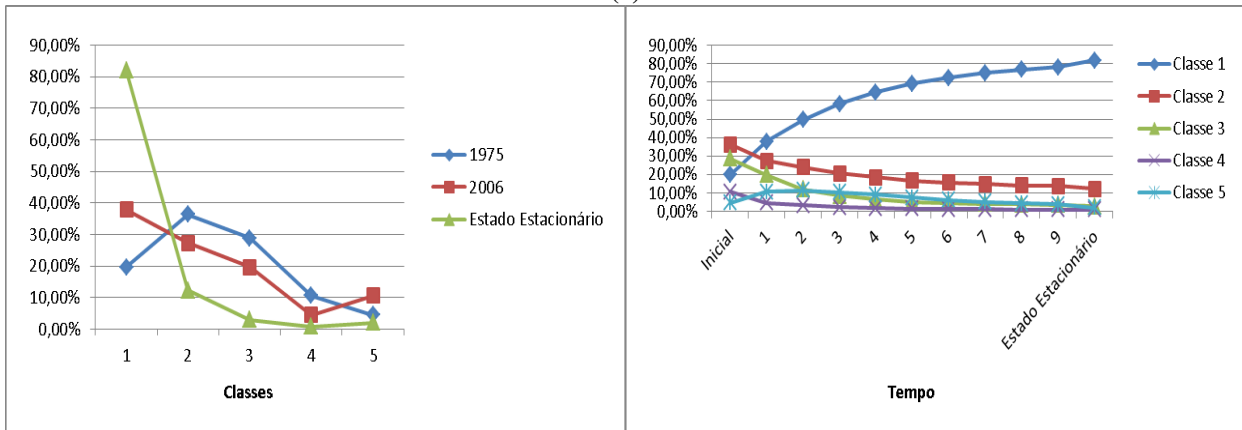
Teste de Normalidade Kolmogorov-Smirnov				
	Ano	Statistic	N	P-valor
Municípios	1970	0,3146637	722	0,0000
	1975	0,1373324	722	0,0000
	1980	0,1000162	722	0,0000
	1985	0,2266766	722	0,0000
	1996	0,1578322	722	0,0000
	2006	0,2291631	722	0,0000
	Teste de Normalidade Kolmogorov-Smirnov			
	Ano	Statistic	N	P-valor
Microrregiões	1970	0,1319419	66	0,0061
	1975	0,0726537	66	0,2000
	1980	0,115022	66	0,0302
	1985	0,1934144	66	0,0000
	1996	0,146487	66	0,0012
	2006	0,1952877	66	0,0000

Nota: N= Tamanho da Amostra  
Fonte: Resultados da Pesquisa.

## ANEXO D

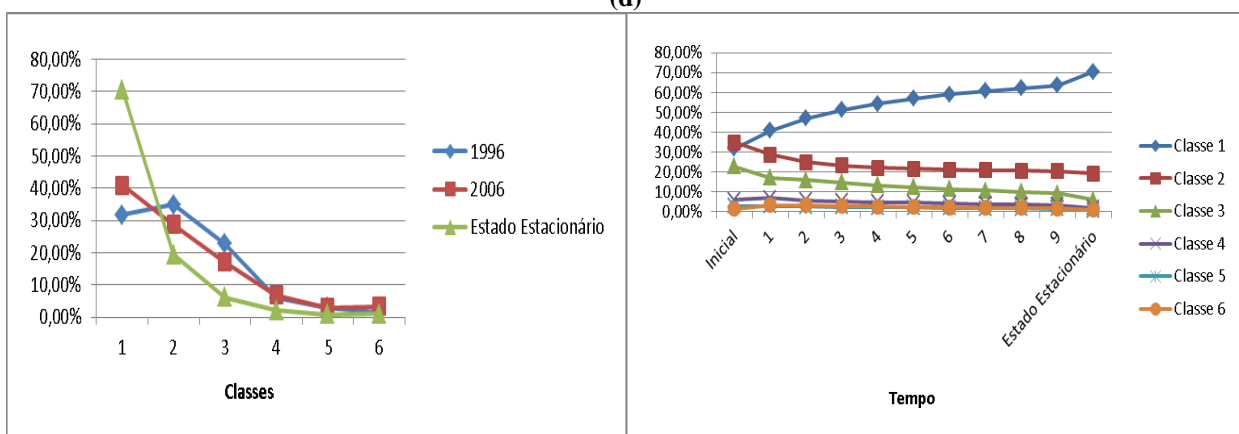
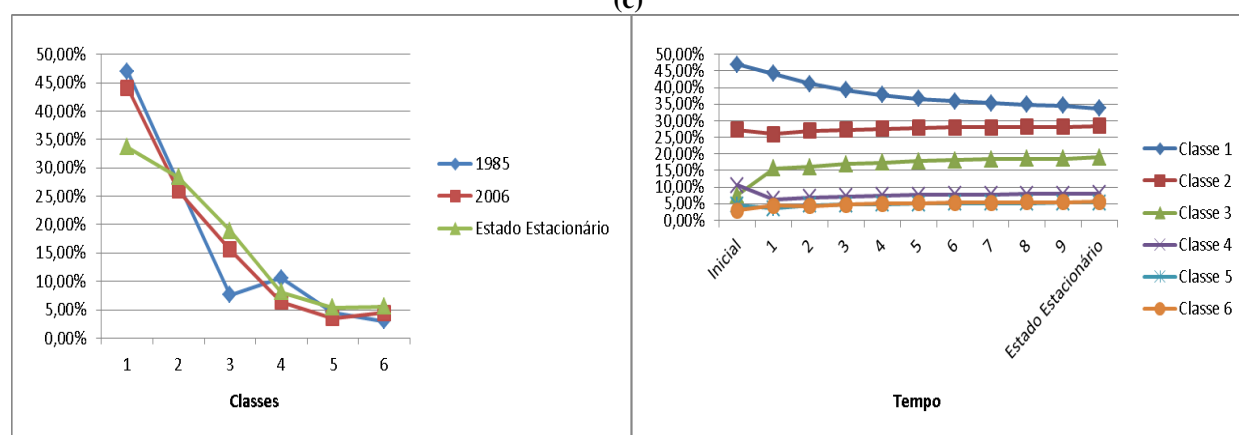
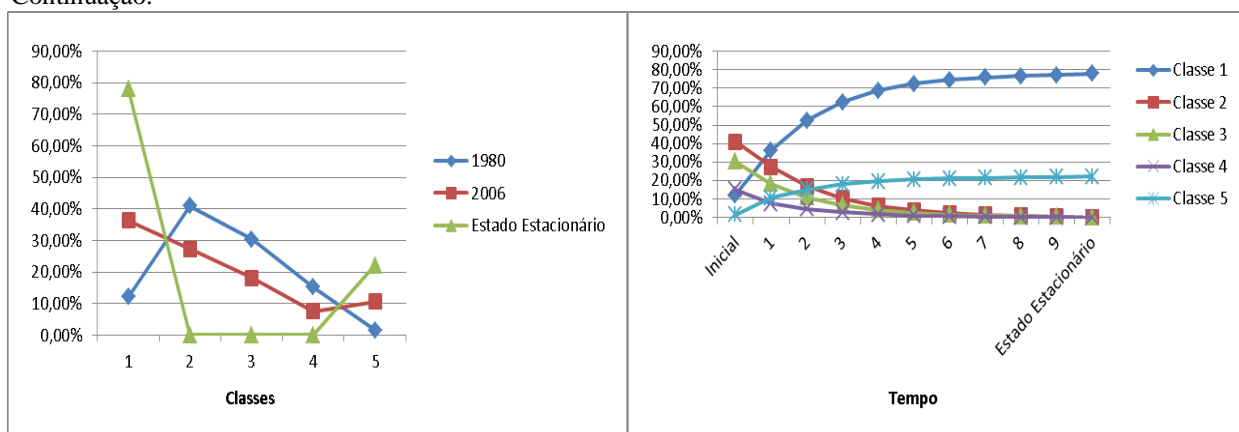


(a)



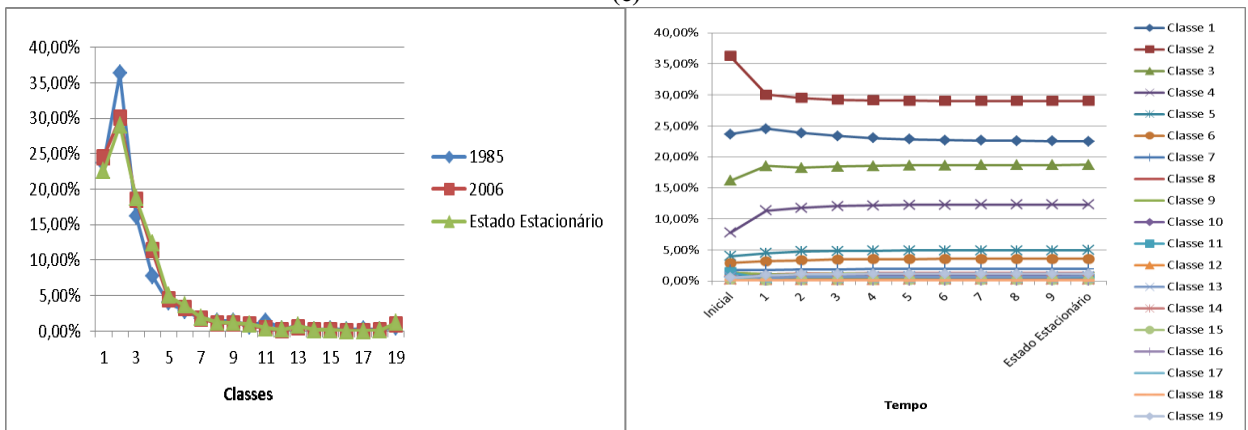
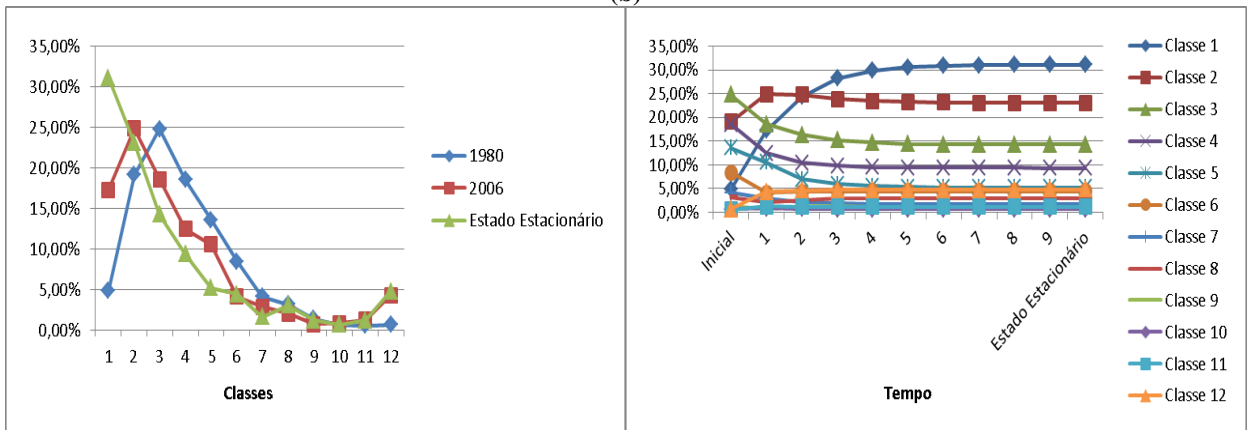
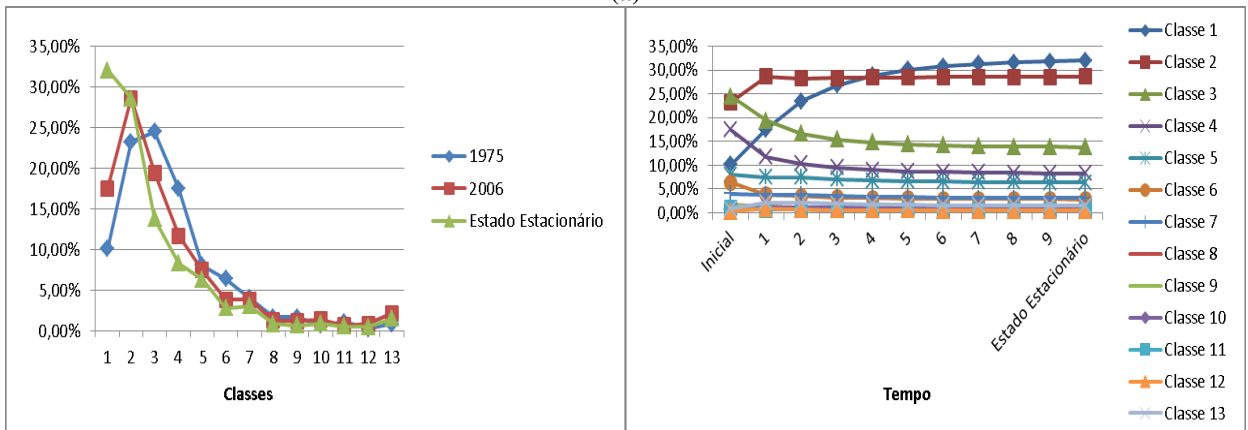
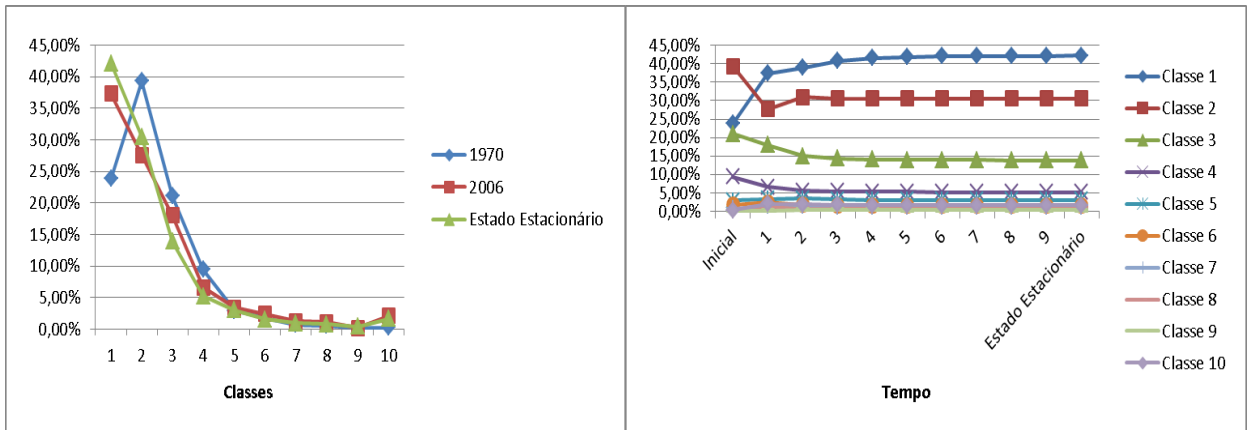
(b)

Continuação:

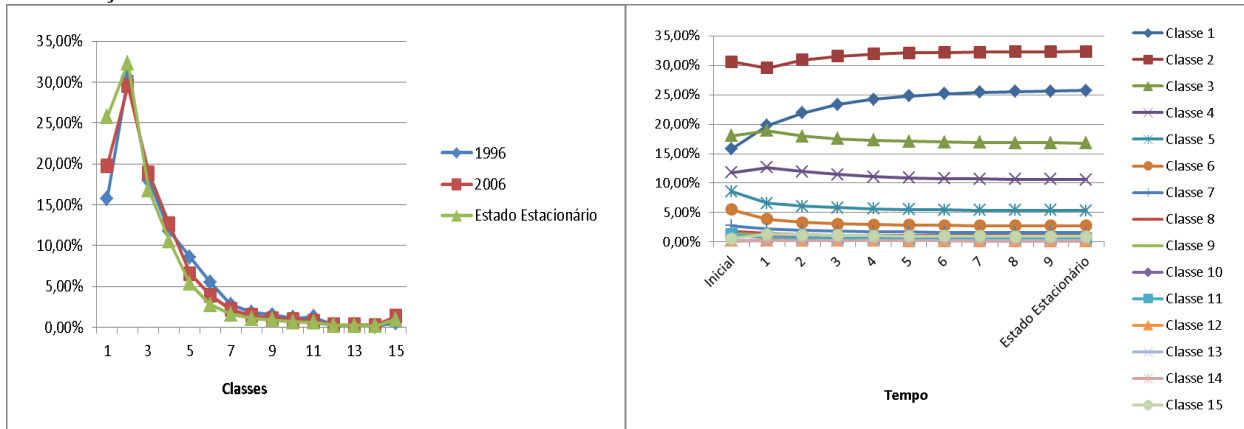


Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 1D – Evolução das classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre as microrregiões de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).



Continuação:



(e)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 2D – Evolução das classes de produtividade relativa da mão-de-obra na agropecuária entre os municípios de Minas Gerais no período de 1970 a 2006 (a), 1975 a 2006 (b), 1980 a 2006 (c), 1985 a 2006 (d) e 1996 a 2006 (e).