

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
FACULDADE DE ECONOMIA**

CAMILY BOLSONI

**ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DO SETOR
AGROPECUÁRIO DE MINAS GERAIS**

**Governador Valadares
2023**

Camilly Bolsoni

**ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DO SETOR
AGROPECUÁRIO DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito para obtenção de título de Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Prof. Dr. Thiago Costa Soares

**Governador Valadares
2023**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Bolsoni, Camily.

Análise Espacial da Produtividade Total dos Fatores do Setor Agropecuário de Minas Gerais / Camily Bolsoni. -- 2023.
32 p.

Orientador: Thiago Costa Soares

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências Sociais Aplicadas - ICSA, 2023.

1. Produtividade Total dos Fatores . 2. Agropecuária . 3. Dados em Painel . 4. Análise Espacial. I. Costa Soares, Thiago, orient. II. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA****CAMILY BOLSONI****ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DO SETOR
AGROPECUÁRIO DE MINAS GERAIS**

Trabalho de monografia aprovado como parte das exigências para a obtenção do título de bacharel no curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, pela seguinte banca examinadora:

Aprovado em **10 de Janeiro de 2023**.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thiago Costa Soares – Orientador (a)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Geraldo Moreira Bittencourt
Universidade Federal de Juiz de Fora



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Costa Soares, Professor(a)**, em 12/01/2023, às 17:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Geraldo Moreira Bittencourt, Professor(a)**, em 13/01/2023, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-U f (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1110598** e o código CRC **37416D3B**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter tornado esse sonho possível, por ter me dado força para trilhar esse caminho.

Agradeço a minha família, meu maior orgulho, pelo apoio e incentivo, por sempre estarem ao meu lado e serem meu refúgio e minha base. Principalmente meus pais, Altanir e Terezinha, por não medirem esforços para me apoiar e vibrar a cada conquista. Ao meu irmão, Douglas, pela ajuda e pelos conselhos durante todo esse ciclo.

Aos meus amigos, os quais compartilharam cada momento, cada desafio dessa etapa. De forma especial a Carol, pela amizade, por ser minha família em Valadares. Ao Logan e Luzia, pela paciência e incentivo, que apesar da distância sempre estiveram presentes.

Ao corpo docente do departamento de Economia, por todo ensinamento compartilhado. Agradeço especialmente ao meu orientador, Thiago Costa, por toda paciência e dedicação durante o desempenho deste trabalho.

Agradeço a todos que de alguma forma, seja direta ou indiretamente, foram importantes para a conclusão da minha graduação, tornando possível a realização desse sonho.

RESUMO

A agropecuária é um setor de grande importância para a economia de Minas Gerais. O mesmo apresentou um crescimento conciso durante os últimos anos, impactado principalmente pelos ganhos regionais de produtividade. Diante do exposto, este estudo teve por objetivo analisar a Produtividade Total do Fatores (PTF) do setor agropecuário nos municípios de Minas Gerais entre 2006 e 2017. Metodologicamente, empregou-se o método de dados em painel com efeitos fixos para estimar a PTF média e, na sequência, conduziu-se uma Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) a fim de examinar a possível correlação espacial desse indicador no estado. Os resultados indicam que há significativa heterogeneidade regional na PTF e que existem padrões de autocorrelação espacial positiva do indicador. Logo, os municípios que possuem alta PTF tendem a estar rodeados por outros que também possuem o valor alto para a variável. O estudo dessas regiões, juntamente com políticas apropriadas para essas localidades, pode estimular ganhos de PTF e diminuir as desigualdades regionais do setor agropecuário de Minas Gerais.

Palavras-chave: Produtividade Total dos Fatores; Agropecuária; Dados em Painel; Análise Espacial.

ABSTRACT

Agriculture is a very important sector in Minas Gerais state. It showed concise growth over the years, impacted mainly by regional gains in productivity. This study aimed to analyze the Total Factor Productivity (TFP) of the agricultural sector in Minas Gerais municipalities between 2006 and 2017. Methodologically, the panel data method with fixed effects was used in order to estimate the TFP, and, subsequently, an Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) was applied to examine the possible spatial correlation in the TFP indicator. The results shown a positive spatial autocorrelation in TFP. We concluded that stimulating economic policies might have a positive spillover effect regionally in the agricultural sector in Minas Gerais.

Keywords: Total Factor Productivity; Agriculture; Panel Data; Spatial analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapa da PTF em Minas Gerais, 2006-2017	23
Figura 2 - Clusters de PTF nos municípios de Minas Gerais	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das Variáveis	18
Tabela 2 - Estatísticas Descritivas - Censo 2006 e 2017.....	19
Tabela 3 - Resultados dos Modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
3. METODOLOGIA	14
3.1 ESTIMAÇÃO DA PTF PELO MODELO EM PAINEL COM EFEITOS FIXOS..	14
3.2 ANÁLISE ESPACIAL.....	16
3.2.1 Diagrama de Dispersão de Moran	17
3.2.2 Indicadores LISA.....	17
3.2.3 Matrizes espaciais	17
3.3 BASE DE DADOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 ESTIMAÇÃO DA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO	20
4.2 ANÁLISE ESPACIAL	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS	26

1. Introdução

A agropecuária se caracteriza como a junção de atividades da agricultura e da criação de animais, a pecuária. Essa atividade possui relevância para diversos fatores que impactam o desenvolvimento de um país, tanto no plano econômico quanto no social. De acordo com Bonelli (2001), a expansão da agropecuária gerou maior inclusão social, com melhorias na renda *per capita*, saúde, habitações e longevidade.

No campo econômico, a agropecuária é um dos principais setores que influenciam o crescimento do Brasil. Os dados referentes ao Valor Bruto da Produção (VBP) Agropecuária mostram que no ano de 2021, o setor apresentou um aumento de 10,1% ao ano se comparado ao de 2020, alcançando o patamar de R\$ 1,03 trilhão. No mesmo ano, a participação do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro foi de 26,5% (MAPA, 2022).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022) as exportações do setor agropecuário também evidenciam a importância dele para o Brasil, sendo que no ano de 2021 a variável apresentou um valor de US\$ 120,6 bilhões. De Carvalho e Fernandes (2017) apontam que o país é um grande exportador de produtos agrários e que, apesar do significativo volume exportado, o setor ainda consegue sustentar o mercado interno, levando a uma menor importação desses produtos e caracterizando o Brasil como um dos maiores produtores agrícolas mundiais.

A produção agropecuária de Minas Gerais está entre as maiores do país. Dados da Seapa (2021) revelam que o VBP agropecuário do estado foi de R\$ 118,6 bilhões em 2021, o que correspondeu a 10,3% do volume nacional no referido ano. Entre os produtos de maior relevância econômica, destacam-se o café, a soja e o milho, além das carnes de aves e bovinos (IBGE, 2021).

A expansão do setor agropecuário de Minas Gerais e do Brasil tem relação estreita com os ganhos de produtividade que ocorreram no campo (GASQUES *et al.* 2014). Por essa razão, diversos estudos foram conduzidos a fim de analisar a evolução da produtividade desse segmento no país. Gasques e Conceição (2000) e Fuglie (2012), por exemplo, observaram que a Produtividade Total dos Fatores (PTF) foi um dos principais motores do crescimento da agropecuária nacional nas últimas décadas. Para Alves *et al.* (2008), 71,7% do aumento que ocorreu nas atividades agropecuárias entre os anos de 1975 a 2007 podem ser associados à expansão da PTF. Conceitualmente, a PTF é a parcela da produção explicada pela eficiência tecnológica (COMIN, 2010).

Por outro lado, o processo de modernização do campo e a consequente melhoria da PTF não ocorreram de forma homogênea no estado. Para ilustrar, há regiões do estado de Minas Gerais que vêm fazendo uso intensivo de tecnologias na produção agropecuária e que conseguiram expandir o setor ao longo dos últimos anos, como o Triângulo Mineiro, Alto do Paranaíba e Sul de Minas. Por outro lado, é possível verificar regiões mineiras em que o setor agropecuário se encontra estagnado, a exemplo das regiões Norte, Noroeste e Vale do Jequitinhonha (DE SOUZA; SILVA, 2010; PESSOA *et al.*, 2015).

As diferenças regionais da produção indicam a existência de padrões espaciais na PTF agropecuária em Minas Gerais. Dada a relevância da PTF para o crescimento do setor agrícola e a busca pela redução das disparidades econômicas do estado, estudos que analisam o índice de crescimento regionalmente são relevantes para a condução de políticas que não somente buscam estimulá-lo, mas também torná-lo menos desigual entre as regiões (SAITH; KAMITANI, 2016).

Diante do exposto, o objetivo desse estudo é estimar e analisar espacialmente a PTF do setor agropecuário nos municípios de Minas Gerais entre 2006 e 2017. Com o intuito de estimar a PTF, adotou-se a modelagem de efeitos fixos para dados em painel e, na sequência, empregou-se a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) para investigar a possível correlação espacial desse indicador de produtividade entre as regiões do estado de Minas Gerais.

A escolha do período em questão foi feita ao considerar os censos agropecuários mais recentes no país. Nesse sentido, este estudo traz contribuições ao examinar a provável autocorrelação espacial da PTF nos municípios de um dos estados mais relevantes para a produção agropecuária do país, através de dados disponíveis mais recentes.

O trabalho divide-se em mais outras quatro seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta uma revisão de literatura sobre a PTF, enquanto a terceira elucida a metodologia utilizada e a base de dados. A quarta seção apresenta os resultados encontrados e, por fim, são realizadas as considerações finais na quinta seção.

2. Revisão de Literatura

Em termos teóricos, a PTF pode ser interpretada como a eficiência de utilização do total dos insumos na geração de produto (MESSA, 2013). Por ser um importante componente da produção, a PTF desempenha um papel relevante na análise econômica, de modo que seu estudo tem sido realizado por pesquisas em diferentes áreas, como na avaliação do crescimento

econômico de países (FILIPPETTI; PAYRACHE, 2010; FERREIRA; PESSOA; VELOSO, 2013; KAÜGER; CANTNER; HANUSCH, 2010) das diferenças de renda (BAIER; DWYER; TAMURA, 2006; ELÍAS, 1993; SHARMA; SYLWESTER; MARGONO, 2007) e em setores específicos de uma economia (AVILA; EVENSON, 2010; SHACKLETON, 2013).

Os estudos sobre a PTF se baseiam em preceitos encontrados na Teoria Neoclássica. A partir de uma função do tipo “Cobb-Douglas” com retornos constantes de escala, Solow (1957) demonstrou que o produto dos países pode ser decomposto pela parte explicada por capital e trabalho, bem como por um resíduo não observável que, posteriormente, foi denominado de progresso técnico (resíduo de Solow). Nesse sentido, a PTF pode ser interpretada como um resultado da dinâmica do progresso técnico representado em Solow (1957).

Como citado anteriormente, a PTF tem relação estreita com o crescimento econômico dos países. Segundo Shackleton (2013), a variável foi essencial para o crescimento dos Estados Unidos durante as décadas de 1950 a 1960. Nesse período ela crescia cerca de 1,5% a 2,0% em média ao ano, impactando diferentes setores, como o de geração de eletricidade, transporte e habitação. Na Europa, a PTF também foi importante para o crescimento da região (FILIPPETTI; PAYRACHE, 2010).

A relevância da PTF também pode ser evidenciada em países em desenvolvimento, como é o caso daqueles que compõem o Leste Asiático. Em um estudo conduzido com dados da economia dos países dessa região, Kaüger *et al.* (2010) observaram que a PTF foi o principal motor de expansão econômica dessas nações entre 1973 e 1990. Avila e Evenson (2010) apontam que a Ásia é a região que apresentou maior expansão da produtividade agrícola, de modo que 30% dos países dessa área apresentaram taxas de crescimento superiores a 2%.

Em relação aos países da América Latina, estudos mostram que a PTF desempenhou um papel crucial para o crescimento econômico da agropecuária. Não obstante, a expansão observada da PTF não foi suficiente para manter a competitividade dessas nações em relação às mais desenvolvidas. Para ilustrar, em 1970, a produtividade dos países da América Latina correspondia a 82% da dos Estados Unidos da América (EUA). Em 2007, esse percentual recuou para 54% (FERREIRA *et al.* 2013).

Uma possível explicação para a diferença do crescimento da PTF entre os países se dá pelo nível tecnológico que é empregado no processo produtivo. Países desenvolvidos conseguem adotar e implementar mais facilmente novas tecnologias na produção, levando a aumentos na PTF. Tal fato é observado na Europa, onde a tecnologia foi responsável por 71% das mudanças que ocorreram na PTF das economias europeias. Logo, países que possuem maior

grau de tecnologia conseguiram elevar a PTF e, conseqüentemente, apresentar uma maior taxa de crescimento econômico (FILIPPETTI; PAYRACHE, 2010). Nos Estados Unidos, a tecnologia foi o principal determinante do crescimento da PTF em 48 estados no período de 1977 a 2000 (SHARMA *et al.* 2007).

No Brasil, Gomes *et al.* (2003) apontam que a PTF na década de 1980 apresentou taxas negativas, o que reteve o crescimento econômico nacional. Esse resultado foi revertido apenas na década de 1990, período em que a variável apresentou melhores resultados. De Souza (2018) argumentou que a queda da PTF afetou negativamente o crescimento econômico brasileiro.

A PTF também pode ser examinada em nível setorial. No caso do Brasil, o setor agropecuário é um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento do país e, durante os anos, vem apresentando constante evolução. A PTF tem sido um dos principais estimulantes do crescimento da agricultura brasileira. Segundo Gasques *et al.* (2014), o aumento que ocorreu no setor agropecuário durante os anos 2000 se deu fortemente pela PTF, enfatizando que as produtividades da mão de obra, terra e capital cresceram 5,4%, 4,94% e 3,31% ao ano, respectivamente. Contini *et al.* (2010), ao analisar dados do Censo Agropecuário de 2006, identificaram que 65% do aumento que ocorreu no produto agropecuário se deu pela PTF. Referente aos anos de 1961 a 2019, a produtividade contribuiu com cerca de 87,9% para o crescimento do produto, apresentando uma elevação média de 3,3% ao ano (GASQUES *et al.* 2022).

No recorte regional, Vicente (2004) apontou que durante o período de 1970 a 1995 a região Centro-Oeste foi a que apresentou maiores ganhos da PTF, seguida pelas regiões Sul e Sudeste. Entretanto, há uma discrepância de crescimento entre os estados dessas regiões, como é o caso do Sul e Sudeste, onde apenas os estados de Minas Gerais e Espírito Santo apresentam crescimento da PTF acima da média do Brasil para os anos de 1995-2006 (CONTINI *et al.*, 2010).

Gasques *et al.* (2014) analisaram a produtividade para sete estados brasileiros no período de 2000 a 2012 e indicou que em Minas Gerais, Bahia e Goiás ocorreu uma expansão da PTF anual, sendo de 6,5%, 5,7% e 5,5%, respectivamente. Os estados de São Paulo e Rio Grande do Sul apresentam pior desempenho, com um crescimento de apenas 2,7% e 2,3%.

As diferenças de crescimento entre regiões podem estar ligadas a transbordamentos espaciais da PTF. Perobelli *et al.* (2007), por meio de uma Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), verificou a existência de autocorrelação espacial entre as regiões brasileiras. Os autores perceberam que localidades que possuem alta produtividade estão cercadas por

outras regiões que também apresentam alto valor para essa variável. Tais resultados evidenciam a dependência espacial que a PTF possui na agricultura brasileira.

A autocorrelação espacial pode ser explicada pela existência de *spillovers* tecnológicos regionais. Concretamente, os investimentos realizados e as tecnologias adotadas pelas diversas localidades podem transbordar regionalmente para as regiões vizinhas, ocasionando elevações na PTF no âmbito regional. De acordo com Conley e Udry (2001), no plano microeconômico, ao observar o uso de novas tecnologias e práticas, o agricultor passa a incorporar essas inovações na produção, de modo que se criam impactos expressivos nas regiões com maior proximidade geográfica.

Considerando a importância do setor agropecuário de Minas Gerais para o país, torna-se relevante analisar espacialmente a PTF agropecuária do estado. Ao indicar as regiões que possuem melhores resultados e evidenciar o transbordamento tecnológico que ocorre nos municípios mineiros, é possível repensar a posição dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) nessas localidades e diminuir os gargalos da produção do setor no estado.

3. Metodologia

A seção metodológica descreve a metodologia utilizada para estimar a PTF agropecuária em Minas Gerais e para analisar a produtividade no contexto espacial dos municípios do estado. Nessa seção também são descritas as variáveis e as fontes de dados utilizados.

3.1 Estimação da PTF pelo Modelo em Painel com Efeitos Fixos

A PTF é considerada a parte do crescimento do produto que não é explicada pelos fatores de produção, mas por uma inovação tecnológica (MESSA, 2013). Empiricamente, a obtenção da PTF pode ser feita por meio da estimação de uma função de produção do tipo “Cobb-Douglas” (FERRANTI *et al.*, 2005). A Expressão (1) ilustra a especificação do modelo de crescimento de Solow, através de uma função “Cobb-Douglas”, para a produção agropecuária:

$$Y_{it} = CK_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} A_{it}^{\gamma} (\theta_i e^{uit}) \quad (1)$$

em que:

Y_{it} : Produção do setor agropecuário no ano t;

C: Parâmetro tecnológico;

K_{it} : Capital do município i no ano t;

L_{it} : Trabalho do município i no ano t;

A_{it}^{γ} : Área do município i no ano t;

θ_i : PTF; e

e^{uit} : Resíduo aleatório.

A forma logaritmizada de (1) pode ser representada pela equação (2):

$$\ln Y_{it} = \ln C + \alpha \ln K_{it} + \beta \ln L_{it} + \gamma \ln A_{it} + \ln \theta_i + e^{uit} \quad (2)$$

Portanto, a PTF pode ser considerada uma característica não observável relacionada às observações de corte transversal (θ_i), a qual pode ser estimada por meio de modelos econométricos para dados em painel.

A estrutura de dados em painel possui vantagens em relação aos modelos exclusivamente de corte transversal ou de séries temporais. Primeiro, é possível aumentar significativamente o tamanho amostral e os graus de liberdade dos coeficientes. Além disso, pode-se capturar efeitos que são provenientes tanto de fenômenos regionais quanto temporais. Por fim, os modelos em painel são mais robustos para a presença de variáveis omitidas não observáveis (GUJARATI, 2011).

A estimação da PTF pode ser realizada pelos métodos de efeitos aleatórios (EA) ou efeitos fixos (EF). No primeiro, assume-se que a característica observável é um desvio que pode ser incorporado ao termo de erro aleatório. Não obstante, a PTF possui relação direta com a dotação dos fatores de produção. Neste caso, as variáveis exploratórias seriam endógenas e os estimadores poderiam ser viesados e inconsistentes (VAN BEVEREN, 2012). Alternativamente, o modelo EF elimina a heterogeneidade não observável em um primeiro momento para, posteriormente, recuperar as estimativas regionais da PTF. Por essa razão, o método de EF é mais apropriado para estimar a PTF no presente contexto.

A verificação estatística da melhor especificação pode ser feita pelo teste de Hausman, que examina se os coeficientes estimados pelo modelo de EA são viesados em relação aos do método de EF. A rejeição da hipótese nula indica que o modelo EF é mais adequado. Procedimentos empíricos similares podem ser vistos nas pesquisas de Miller e Upadhyay

(2000), que analisaram a PTF em 83 países; e Mendes *et al.* (2009), que examinaram a PTF agropecuária brasileira entre 1985 e 2004.

3.2 Análise Espacial

A PTF agropecuária quando analisada de forma espacial pode apresentar uma relação entre as regiões vizinhas. Tal fato pode ser verificado pelo estudo Perobelli *et al.* (2007), ao evidenciar que as microrregiões que possuem uma alta produtividade agrícola têm como vizinhas outras regiões que também apresentam alto valor para a variável.

A influência que regiões vizinhas exercem entre si está relacionada ao transbordamento tecnológico, em que uma dada tecnologia empregada em uma área é copiada em outras localidades, levando a uma melhoria do modelo produtivo regional.

Para averiguar a existência de transbordamento regional da PTF agropecuária nos municípios de Minas Gerais foi utilizada a Análise Exploratória de Dados Espacial (AEDE). A utilização desse procedimento se justifica, de acordo com Anselin (1998), pois a AEDE permite visualizar as distribuições espaciais, identificar locais atípicos (*outliers* espaciais) e descobrir padrões de associação espacial (*clusters* espaciais). Além disso, a autocorrelação também permite observar como dados de uma localidade ou região podem influenciar a realidade de outra localidade. Esse efeito se dá através de transbordamentos espaciais (*spillover*).

Através desse procedimento analítico é possível construir medidas de autocorrelação espacial globais e locais. A autocorrelação global é um indicador do grau de associação linear espacial (FOTHERINGHAM *et al.*, 2002). Neste estudo, a autocorrelação espacial foi estimada por meio da estatística I de Moran, reportado pela Expressão (3):

$$I_t = \frac{n}{S_0} \frac{z'_t W z_t}{z'_t z_t} \quad (3)$$

em que z_t é o vetor de n observações para o ano t na forma de desvio em relação à média. W é uma matriz de pesos espaciais: os elementos W_{ii} na diagonal são iguais a zero e os elementos W_{ij} indicam a forma como a região i está espacialmente conectada com a região j ; O termo S_0 representa à soma de todos os elementos de W .

A autocorrelação espacial global possui limitações, como ocultar padrões de autocorrelação espacial locais. Para isso, adotam-se estatísticas que buscam associar localmente

as regiões, como o Diagrama de Dispersão de Moran e as Estatísticas LISA (Indicadores Locais de Associação Espacial).

3.2.1 Diagrama de Dispersão de Moran

O diagrama de Moran analisa o grau de ajustamento das variáveis. O mesmo é dividido em quatro quadrantes, que indicam a associação espacial entre as regiões e seus vizinhos.

- O primeiro quadrante, que se localiza na parte superior à direita, indica as regiões que apresentam alto valor para a variável em análise e são cercadas por regiões que apresentam um alto valor para o mesmo indicador (AA);
- O segundo quadrante se localiza na parte superior à esquerda. Apresenta as regiões que possuem um baixo valor do indicador, entretanto, são cercadas por regiões que possuem valores acima da média (BA);
- O terceiro quadrante localiza-se na parte inferior à esquerda. O mesmo mostra as regiões que apresentam baixos valores e suas regiões vizinhas também apresentam valores baixos para a variável (BB);
- O quarto quadrante, localizado no canto inferior à direita, indica as regiões com altos valores para o indicador em análise e as regiões vizinhas apresentando baixos valores da mesma (AB).

3.2.2 Indicadores LISA

Para ser considerada uma estatística LISA é necessário satisfazer dois critérios, como descrito por Anselin (1995):

- 1) Deve possuir para cada observação uma indicação de *cluster* espacial estaticamente significativo; e
- 2) O somatório dos indicadores locais para todas as regiões deve ser proporcionalmente igual ao indicador de autocorrelação global.

Ao obter os resultados das estatísticas LISA, os mesmos podem ser interpretados como: valores positivos indicam a existência de *clusters* espaciais com valores próximos; e valores negativos apontam que os *clusters* espaciais possuem valores diferentes entre as regiões.

3.2.3 Matrizes espaciais

Para analisar as interações espaciais que ocorrem nos municípios mineiros em relação a PTF é necessário a criação de uma matriz de ponderação espacial (W). Essa matriz de pesos espaciais é utilizada para elucidar a influência que as regiões analisadas exercem entre si.

Neste estudo, testou-se diferentes tipos de matrizes de pesos espaciais, quais sejam a *queen*, *rook* e a de k vizinhos. A matriz *queen* considera vizinhos regiões que dividem fronteiras e vértices do mapa, enquanto a matriz *rook* considera apenas as regiões dos vértices como contíguos. Já as matrizes de k vizinhos são baseadas na distância geográfica, medidas em quilômetros ou milhas (ALMEIDA, 2008). Por fim, a matriz *queen* foi escolhida, pois foi a estrutura de pesos que capturou o maior grau de associação espacial entre as localidades.

3.3 Base de Dados

Os dados utilizados nesse trabalho são referentes ao Censo Agropecuário e compreendem os 853 municípios de Minas Gerais, entre 2006 e 2017. Eles foram extraídos do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA), vinculados ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Tabela 1 apresenta uma breve descrição das variáveis.

Tabela 1 - Descrição das Variáveis

Variável	Descrição	Referências	Unidades
Produção	Valor da Produção dos estabelecimentos agropecuários	Bragagnolo e Barros (2015) De Carvalho <i>et al.</i> (2015)	Mil Reais
Área	Área dos estabelecimentos agropecuários	Gasques (2012) Freitas (2014)	Hectares
Pessoal Ocupado	Pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários	Gasques <i>et al.</i> (2010) Araujo e Mancal (2015)	Pessoas
Trator	Número de tratores existentes em estabelecimentos agropecuários	Alves (2010) Gasques (2016)	Unidades

Fonte: Elaboração Própria.

As variáveis escolhidas para representar os fatores da função de produção possuem relação direta com a estrutura produtiva do setor agropecuário. A Tabela 2 reporta estatísticas descritivas das variáveis nos anos de 2006 e 2017.

Tabela 2 - Estatísticas Descritivas - Censo 2006 e 2017

2006				
Variáveis	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Produção	17.307,74	32.476,79	55.7408,39	14.000,00
Área	38.876,03	58.390,26	694.515,00	165,00
Pessoal Ocupado	2.223,84	2.308,74	18.598,00	4,00
Trator	112,84	180,91	1.567,00	0,00
2017				
Variáveis	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Produção	70.164,56	128204,19	1.201.765,00	345.000,00
Área	44798,90	65727,27	808.937,00	314,00
Pessoal Ocupado	2155,34	2058,93	13791,00	20,00
Trator	194,12	317,60	3444,00	0,00

Fonte: Elaboração Própria

A produção média dos estabelecimentos agropecuários de Minas Gerais apresentou um considerável aumento entre os anos de 2006 e 2017. O município de Uberlândia é o que mostrou maior valor no ano de 2006, sendo responsável por R\$ 557.408,39. No ano de 2017, a cidade que teve maior valor foi Uberaba, com uma produção de R\$ 1.201.765,00.

Referente à área ocupada é possível observar que houve aumento de 15%, em média, na área de terra destinada à produção agropecuária no estado de Minas Gerais entre os anos de 2006 e 2017. O maior uso de áreas, juntamente com a qualidade da mesma, contribui de forma expressiva nos resultados do setor agropecuário (VICENTE, 2004).

Em relação ao pessoal ocupado nos estabelecimentos agropecuários, observa-se uma menor quantidade de mão de obra empregada durante os anos analisados, sendo Patrocínio o município de maior número de empregados em 2006, com 18.598 trabalhadores. Todavia, em 2017 esse número caiu para 11.879. A cidade que teve maior número de pessoas ocupadas no

setor no mesmo ano foi Jaíba, com 13.791 empregados. Essa redução ocorreu principalmente pela incorporação de novas tecnologias no sistema de produção, que tornaram os processos produtivos mais eficazes e com uma menor necessidade de mão de obra (GASQUES *et al.*, 2010).

Por fim, observou-se que o número médio de tratores nos municípios aumentou de 112 em 2006 para 194, em 2017. Isto é, os estabelecimentos se tornaram em média mais mecanizados.

4. Resultados e Discussões

4.1 Estimação da Função de Produção

Primeiro, realizou-se o teste de Hausmann, que indicou que o modelo de EF é mais adequado à análise da produção agropecuária em Minas Gerais. Alternativamente, disponibilizou-se os resultados do modelo de EA para fins de comparação. A Tabela 3 reporta os resultados das estimativas.

Os coeficientes de determinação do modelo de EF mostram que mais de 60% da variação da produção pode estar associada aos fatores de produção. O restante da variação da atividade agropecuária pode ser atribuído a choques aleatórios e à PTF (Tabela 3).

Individualmente, todos os coeficientes estimados foram estatisticamente significativos ao nível 1%, exceto o da variável “área” (estatisticamente significativo a 5%). Uma vez que as variáveis foram logaritmizadas, os parâmetros estimados podem ser interpretados como elasticidades da produção em relação aos fatores. Dessa forma, é possível perceber que a produção agropecuária no estado de Minas Gerais é menos inelástica em relação ao uso da área rural. Estima-se que uma expansão de 10% no uso da área tende a elevar a produção em 2,6%, em média. Choques similares no número de pessoas ocupadas e no uso de tratores provocam crescimento de 2,45% e 1,65% na produção, respectivamente (Tabela 3).

Para Freitas (2014), a elasticidade da produção em relação à área se justifica pela elevada dependência que os estabelecimentos rurais possuem do uso da terra. O manejo eficiente, de acordo com a necessidade de cada cultura, a escolha de sementes mais resistentes, juntamente com a mecanização dos processos produtivos, podem fazer com que a produção cresça menos dependente da incorporação de novas áreas.

Tabela 3 - Resultados dos Modelos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios

Variáveis	Efeitos Fixos	Efeitos Aleatórios
Constante	-93,851*** (2,814)	-86,992*** (2,531)
Área	0,260** (0,110)	0,385*** (0,026)
Pessoal Ocupado	0,245*** (0,087)	0,071** (0,301)
Trator	0,165*** (0,058)	0,468*** (0,018)
Tendência	0,047*** (0,001)	0,043*** (0,001)
R_2 Within	0,6779	0,6655
R_2 Between	0,6530	0,7341
R_2 Overall	0,6413	0,7111
Teste Hausman		Chi2 = 33,78 Prob > chi2 = 0,000

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa;

Nota: * representa 10% de significância estatística; ** representa 5% de significância estatística; *** representa 1% de significância estatística.

Os resultados também evidenciam que o fator trabalho foi crucial para a agropecuária mineira no período. Esse resultado é corroborado pelo estudo de Gasques *et al.* (2004), que aponta para os efeitos significativos que a produtividade da mão de obra possui sobre a PTF. Dada essa importância da mão de obra para a produção mineira, se torna relevante a qualificação desses trabalhadores. Assim, a medida que o indivíduo aumenta sua escolaridade, o mesmo se torna mais capacitado para a utilização de bens de capital e de novas tecnologias, o que leva a ganhos de PTF e ao aumento da produção agrícola (BRIGATTE; TEIXEIRA, 2011). Logo, melhorias da qualificação da mão de obra do campo devem ser objeto de planejamento por parte dos gestores públicos e privados (ARAUJO; MANCAL, 2015).

Em relação ao capital, a significância estatística da variável “trator” revela que a introdução de maquinários agropecuários no estado é relevante para expandir a produção do campo (GOMES *et al.*, 2009). O aumento de máquinas agrícolas também é evidenciado por Gasques *et al.* (2016) que aponta ser uma importante transformação em direção a modernização do setor agropecuário. Essa inserção de maquinário leva a eficiência nos processos produtivos, sendo possível realizar os mesmos processos de manejo agrícolas, com um menor período de tempo.

4.2 Análise Espacial

Minas Gerais possui uma grande extensão geográfica, sendo dividida em doze mesorregiões. Entretanto, o estado é marcado por desigualdades regionais, com concentração espacial na atividade agrícola. Segundo Alves (2016), a produção agropecuária se tornou mais intensa nas regiões de Triângulo Mineiro e no Alto Paranaíba entre os anos de 1994 e 2014, enquanto as regiões Sul e Sudeste apresentaram queda em sua participação agrícola no estado.

O trabalho de Silva *et al.* (2012) também elucidada a desigualdade regional que ocorre no estado e aponta que a mesorregião que possui maior valor na atividade agrícola é a do Oeste do estado. O autor aponta que o padrão tecnológico é uma das explicações para a concentração agrícola observada no estado.

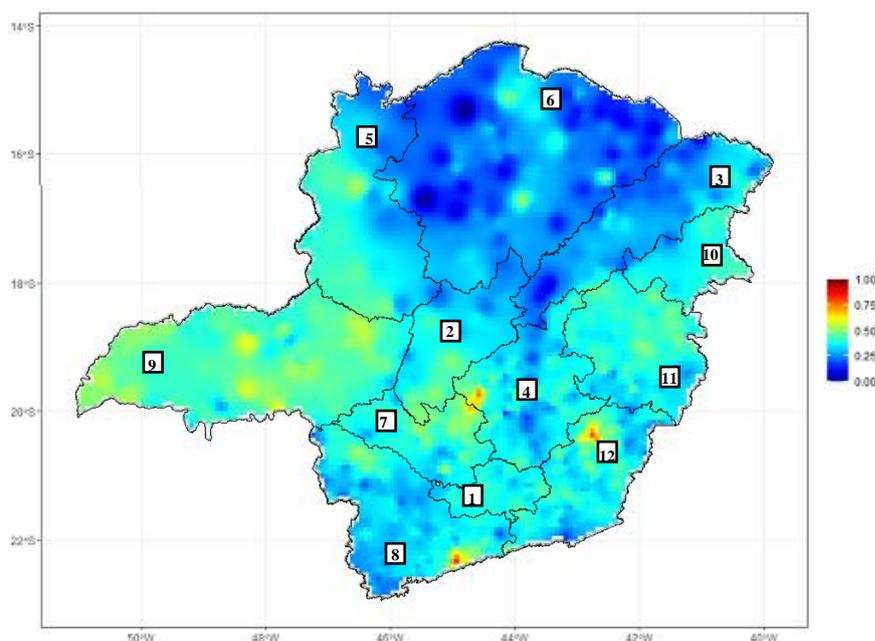
Ao analisar a PTF para o setor agropecuário de Minas Gerais, é possível observar o padrão elucidado pelos trabalhos citados anteriormente. A PTF agrícola é apresentada na Figura 1.

Através da Figura 1 percebe-se as regiões que apresentaram os maiores índices da PTF foram o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, enquanto o Norte e o Vale do Jequitinhonha foram aquelas de menores valores do indicador. Segundo Gasques *et al.* (2016), a PTF é influenciada principalmente pelos investimentos realizados em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Sendo assim, são necessários investimentos no setor em Minas Gerais, sobretudo nas regiões com baixa PTF.

A fim de analisar a autocorrelação espacial entre os municípios mineiros, estimou-se o I de Moran, que revelou que a PTF apresenta autocorrelação espacial positiva (0,501, valor-p < 0,01). Esse resultado indica que regiões com alta PTF tendem a estar inseridas em territórios com outras localidades de alta PTF. Também pode-se dizer que municípios com baixa PTF são

mais propícios a serem rodeados por outros com PTF de menor valor. A Figura 2 apresenta os resultados dos *clusters* espaciais em Minas Gerais.

Figura 1- Mapa da PTF em Minas Gerais, 2006-2017



Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados da pesquisa.

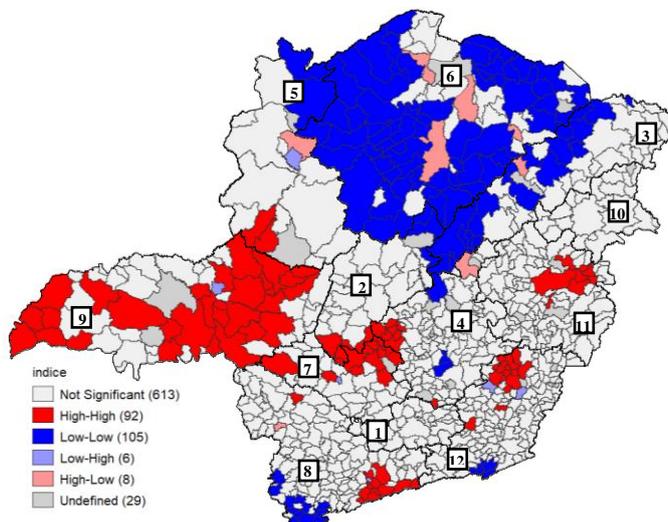
Nota: As mesorregiões de Minas Gerais foram identificadas do seguinte modo: 1 = Campo das Vertentes; 2 = Central Mineira; 3 = Vale do Jequitinhonha; 4 = Região Metropolitana de Belo Horizonte; 5 = Noroeste; 6 = Norte; 7 = Oeste; 8 = Sul e Sudoeste; 9 = Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; 10 = Vale do Mucuri; 11 = Vale do Rio Doce; e 12 = Zona da Mata.

A formação dos *clusters* elucidada que os agrupamentos AA se encontram principalmente nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Há também agrupamentos significativos no Campo das Vertentes, Central Mineira, Vale do Rio Doce, Zona da Mata, Sul e Sudeste. Já os agrupamentos BB são observados prioritariamente no Norte e Vale do Jequitinhonha, além de áreas próximas à divisa do estado nas regiões Sul, Sudeste e Zona da Mata. Esses resultados são corroborados por Souza e Silva (2010), que observaram a existência de heterogeneidade na produtividade agropecuária nas regiões de Minas Gerais (Figura 2).

Essa heterogeneidade observada nas regiões mineiras pode estar relacionada a diferentes graus de modernização que são empregadas nesses locais. As mesorregiões que apresentaram melhores resultados, como Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Central Mineira e Zona da

Mata possuem os municípios que empregam em sua produção agrícola um maior nível tecnológico (FERREIRA *et al.*, 2004).

Figura 2 - Clusters de PTF nos municípios de Minas Gerais



Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados da pesquisa.

Nota: As mesorregiões de Minas Gerais foram identificadas do seguinte modo: 1 = Campo das Vertentes; 2 = Central Mineira; 3 = Vale do Jequitinhonha; 4 = Região Metropolitana de Belo Horizonte; 5 = Noroeste; 6 = Norte; 7 = Oeste; 8 = Sul e Sudoeste; 9 = Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; 10 = Vale do Mucuri; 11 = Vale do Rio Doce; e 12 = Zona da Mata.

Segundo Campos (2014), o fato de que as regiões apresentam diferentes ganhos de modernização pode estar relacionado a alguns fatores. As regiões que se destacam com uma produção agropecuária durante os anos foram influenciadas por suas regiões vizinhas, principalmente as que fazem fronteira com o Triângulo Mineiro, que através desse dinamismo conseguem aumentar a tecnologia empregada no campo e, conseqüentemente, gerar ganhos na PTF. Todavia, o autor também aponta para as regiões mais pobres de Minas Gerais, como é o caso do Norte do estado e o Vale do Jequitinhonha, em que os estabelecimentos dessas localidades possuem uma baixa capacidade de absorver tecnologia, o que contribui para os menores índices da variável na região.

Além da capacidade de absorver tecnologia, historicamente a produção agropecuária da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba também foi influenciada pelo número de investimentos que foram destinados ao setor, além da qualidade de suas terras, tornando a área propícia para o cultivo agrícola e a localização estratégica que beneficia o escoamento rápido da produção (PREVITALI *et al.*, 2010). Tais características podem justificar, em partes, a heterogeneidade observada na PTF do estado.

5. Considerações Finais

Este estudo teve por objetivo analisar espacialmente a PTF agropecuária em Minas Gerais entre 2006 e 2017. Para isso, estimou-se a PTF por meio de um modelo de dados em painel com efeitos fixos e analisou-se a autocorrelação espacial do indicador por meio de uma Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).

Os coeficientes estimados da função de produção foram estatisticamente significativos e apresentaram os sinais esperados. Observou-se que os fatores mais relevantes para a produção agropecuária são a área, seguida pelo número de pessoas ocupadas e do maquinário de tratores utilizados. A ordem de importância dos fatores ilustra a intensidade do setor em relação aos insumos de produção. Portanto, pode-se dizer que a agropecuária em Minas é mais intensiva em terra e mão de obra. Dessa forma, com uma maior eficiência do uso da terra juntamente com uma qualificação do pessoal ocupado, são formas de se elevar a produção agrícola em Minas Gerais.

Em relação à análise espacial, o Índice de Moran indicou autocorrelação positiva da PTF, com padrões locais significativos. Esses resultados permitem concluir que existem *spillovers* na agropecuária do estado. Logo, as regiões que possuem maior grau de tecnologia empregada em sua produção conseguem transbordar práticas para as regiões vizinhas, tornando os processos produtivos mais eficientes e gerando um aumento da PTF agrícola regional. Assim, políticas que estimulam investimentos em P&D podem criar ambientes propícios para que ocorra esse transbordamento tecnológico, com efeitos que podem transbordar regionalmente.

As estimativas da PTF obtidas na presente pesquisa estão estreitamente relacionadas com as variáveis consideradas no modelo empírico. Apesar desse conjunto de fatores serem amplamente aceitos pela literatura, outras dimensões e *proxies* dos fatores de produção podem ser consideradas para avaliar a sensibilidade das estimativas da PTF. Ademais, é possível examinar a robustez das estimativas desse indicador por meio da comparação dos resultados de diferentes procedimentos de estimação, como o método para variáveis instrumentais, o método generalizado dos momentos (GMM), entre outros. As referidas análises são uma linha de pesquisa interessante para futuros estudos.

Referências

ALMEIDA, Eduardo. Econometria Espacial Aplicada. Curso de Mestrado em Economia Aplicada, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008. Mimeografado.

ALVES, Eliseu Roberto de Andrade.; CONTINI, Elisio.; GASQUES, João Garcia. Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira. In: ALBUQUERQUE, A.X.S; SILVA, A.G da (Ed.) **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. V.1, cap.2, p.67-98.

ALVES, Eliseu Roberto de Andrade. O que significam as medidas de produtividade da agricultura?. **Revista de Economia e Agronegócio/Brazilian Review of Economics and Agribusiness**, v. 8, n. 822-2016-54229, p. 349-370, 2010.

ALVES, Pedro Magalhães. Análise exploratória de dados espaciais da produção agropecuária dos municípios de Minas Gerais em 1994 e 2014. 2016 Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

AVILA, Antonio Flavio Dias; EVENSON, Robert E. Total factor productivity growth in agriculture: The role of technological capital. **Handbook of agricultural economics**, v. 4, p. 3769-3822, 2010.

ANSELIN, L. **Local indicators of spatial association – LISA**. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

ANSELIN, L. **Interactive techniques and exploratory spatial data analysis**. In: LONGLEY, P. A.; GOODCHILD M. F.; MAGUIRE D. J.; WIND D. W. (Eds.). *Geographical information system: principles, techniques, management and applications*. Wiley: New York, p. 253-365, 1998.

ARAÚJO, Jair Andrade; MANCAL, Ansu. Produtividade e eficiência no setor agropecuário do Nordeste brasileiro. **Interações (Campo Grande)**, v. 16, p. 385-394, 2015.

BAIER, Scott L.; DWYER JR, Gerald P.; TAMURA, Robert. How important are capital and total factor productivity for economic growth?. **Economic Inquiry**, v. 44, n. 1, p. 23-49, 2006.

BONELLI Regis. **Impactos econômicos e sociais de longo prazo da expansão agropecuária no Brasil: revolução invisível e inclusão social**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Textos para discussão 838. Rio de Janeiro. 2001.

BRAGAGNOLO, Cassiano; BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo. Impactos dinâmicos dos fatores de produção e da produtividade sobre a função de produção agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, p. 31-50, 2015.

BRIGATTE, Henrique; TEIXEIRA, Erly Cardoso. Determinantes de longo prazo do produto e da Produtividade Total dos Fatores da agropecuária brasileira no período 1974-2005. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, p. 815-836, 2011.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/orgaos/ministerio-da-agricultura-pecuaria-e-abastecimento>.

CAMPOS, Samuel Alex Coelho; PEREIRA, Matheus Wemerson Gomes; TEIXEIRA, Erly Cardoso. Trajetória de modernização da agropecuária mineira no período de 1996 a 2006. **Economia Aplicada**, v. 18, p. 717-739, 2014.

CONLEY, Timothy; UDRY, Christopher. Social learning through networks: The adoption of new agricultural technologies in Ghana. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 83, n. 3, p. 668-673, 2001.

COMIN, Diego. Total factor productivity. In: **Economic growth**. Palgrave Macmillan, London, 2010. p. 260-263.

CONTINI, Elisio; GASQUES, José Garcia; ALVES, Eliseu; BASTOS, Eliana Teles. Dinamismo da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, edição especial, p. 42-64, jul. 2010.

DE CARVALHO, Tiago Henrique; FERNANDES, Elaine Aparecida. Demandas de importação e exportação: uma análise para o setor agropecuário brasileiro. **Revista de Desenvolvimento e Políticas Públicas**, v. 1, n. 1, p. 55-69, 2017.

DE CARVALHO, Alexandre Xavier Ywata; LAURETO, Camilo Rey; GARCIA PENA, Marina. **Crescimento da produtividade agrícola nas microrregiões brasileiras**. Texto para Discussão, 2015.

DE SOUZA, Thais Andreia Araujo et al. O papel da produtividade no crescimento econômico brasileiro no período (1980-2011). **Observatorio de la Economía Latino americana**, n. 248, 2018

DE SOUZA, Esdras Cardoso; DA SILVA, Guilherme Jonas C. Dinâmica espacial e formação de clusters significativos no setor agropecuário de Minas Gerais. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 6, n. 1, 2010.

ELÍAS, Víctor. The role of total productivity on Economic Growth. 1993.

FERRANTI, David de; PERRY, Guillermo E. Perry; FOSTER, William; LEDERMAN, Daniel; VALDÉS, Alberto. **Beyond the City The Rural Contribution to Development**. World Bank Latin American and Caribbean Studies, 245 p., 2005.

FERREIRA, Júnior, Sílvio; BAPTISTA, Antônio José; LIMA, João Eustáquio de. A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, p. 73-89, 2004.

FERREIRA, Pedro Cavalcanti; PESSOA, Samuel De Abreu; VELOSO, Fernando A. On the evolution of total factor productivity in Latin America. **Economic Inquiry**, v. 51, n. 1, p. 16-30, 2013.

FILIPPETTI, Andrea; PAYRACHE, Antonio. **Productivity growth and catch up in Europe: A new perspective on total factor productivity differences**. 2010.

FOTHERINGHAM, Alexander. S.; BRUNSDON, Cris.; CHARLTON, Martin. **Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships**. John Wiley and Sons, West Sussex, 2002.

FREITAS, Carlos Otávio de. **Tamanho dos estabelecimentos e eficiência técnica na agropecuária brasileira**. 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado em Economia e Gerenciamento do Agronegócio; Economia das Relações Internacionais; Economia dos Recursos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 2014.

FUGLIE, Keith Owen et al. (Ed.). **Productivity growth in agriculture: an international perspective**. CABI, 2012.

GASQUES, José Garcia; CONCEIÇÃO, Júnia Cristina Péres Rodrigues da. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores**. 2000.

GASQUES, José Garcia; BASTOS, Eliana Teles; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade.; CONCEIÇÃO, Júnia Cristina Péres Rodrigues da. **Condicionantes da Produtividade da Agropecuária**. Brasília, DF: IPEA, 2004. 33 p. (Textos para Discussão, 1017).

GASQUES, José Garcia; BASTOS, Eliana Teles; VALDES, Constanza; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Produtividade da agricultura: resultados para o Brasil e estados selecionados. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 87-98, 2014.

GASQUES, José Garcia; BASTOS, Eliana Teles; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Produtividade total dos fatores na agricultura: Brasil e países selecionados**. Brasília: Ipea, maio 2022. (Texto para Discussão, n. 2764).

GASQUES, José Garcia; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; NAVARRO, Zander. **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. 2010.

GASQUES, José Garcia; BASTOS, Eliana Teles; VALDES, Constanza; BACCHI, Mirian Rumenos P. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 3, p. 83-92, 2012.

GASQUES, José Gasques.; BACCHI, Mirian Rumenos P.; RODRIGUES, L.; BASTOS, Eliana Teles.; VALDES, Constanza. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília, DF: Ipea, 2016. p. 143-163.

GOMES, Victor, PESSOA, Samuel de Abreu; VELOSO, Fernando A. **“Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: uma análise comparativa”**. Pesquisa e Planejamento Econômico v. 33, nº 3. IPEA, Rio de Janeiro, 2003.

GOMES, Adriano Provezano; ALCANTARA FILHO, José Luiz; SCALCO, Paulo Roberto. **Eficiência, tecnologia e produtividade total dos fatores: uma análise das mudanças**

recentes na agropecuária do Nordeste. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA DO NORDESTE, 14., 2009, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ANPEC/BNB, 2009.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica-5.** Amgh Editora, 2011

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>
Acessado em 16 de novembro de 2022.

In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario>

KAÜGER, Jens J.; CANTNER, Uwe; HANUSCH, Horst. Total factor productivity, the East Asian miracle, and the world production frontier. **Weltwirtschaftliches Archiv**, v. 136, n. 1, p. 111-136, 2000.

MENDES, Sergio Magno; TEIXEIRA, Erly Cardoso; SALVATO, Marcio Antonio. **Effect of infrastructure investments on total factor productivity (TFP) in Brazilian agriculture.** 2009.

MESSA, Alexandre. Indicadores de produtividade: uma breve revisão dos principais métodos de cálculo. 2013.

MILLER, Stephen M.; UPADHYAY, Mukti P. The effects of openness, trade orientation, and human capital on total factor productivity. **Journal of development economics**, v. 63, n. 2, p. 399-423, 2000.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro; ALMEIDA, Eduardo Simões; ALVIM, MaRIA Isabel da Silva A.; FERREIRA, Pedro Guilherme Costa. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, v. 17, p. 65-91, 2007.

PESSOA, Filipe de Moraes Cangussu; BRAGA, Marcelo José; SALVATO, Márcio Antônio; CORONEL, Daniel Arruda. Qual a direção da convergência na produtividade da mão de obra na agropecuária de Minas Gerais?. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, p. 783-800, 2015.

PREVITALI, Fabiane Santana; FAGIANI, Cílon César; LUCENA, Carlos; FRANÇA, Robson Luis. A Expansão da Agroindústria Sucroalcooleira na Região do Triângulo Mineiro/Brasil e Implicações Sobre o Trabalho. In: Esthela Gutiérrez Garza; Dídimo Castillo; Adrián Sotelo. (Org.). Crisis, reestructuración y precarización del trabajo en el capitalismo contemporáneo. 2010.

SAITH, Walberti; KAMITANI, Eder Luís Tomokazu. Convergência e dinâmica agropecuária: uma análise espacial entre os anos de 1990 e 2013. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 14, n. 1, 2, 3, 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS (SEAPA). Perfil do Agronegócio Mineiro Dezembro/2022. Belo Horizonte, dez. 2022. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/>

SHACKLETON, Robert. **Total factor productivity growth in historical perspective**. Washington, DC: Congressional Budget Office, 2013.

SHARMA, Subhash C.; SYLWESTER, Kevin; MARGONO, Heru. Decomposition of total factor productivity growth in US states. **The quarterly review of economics and finance**, v. 47, n. 2, p. 215-241, 2007.

SILVA, Guilherme Jonas Costa da; SOUZA, Esdras Cardoso; MARTINS, Humberto Eduardo de Paula. Produção agropecuária em municípios de Minas Gerais (1996-2006): padrões de distribuição, especialização e associação espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, p. 333-349, 2012.

SOLOW, Robert M. Technical change and the aggregate production function. **The review of Economics and Statistics**, p. 312-320, 1957.

VAN BEVEREN, Ilke. Total factor productivity estimation: A practical review. **Journal of economic surveys**, v. 26, n. 1, p. 98-128, 2012.

VICENTE, José R. Mudança tecnológica, eficiência, produtividade total de fatores na agricultura brasileira, 1970-95. **Economia Aplicada**, v. 8, n. 4, p. 729-760, 2004.