Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Departamento de Economia

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS EM 1994 E 2014

Pedro Magalhães Alves

Brasília
2016

Pedro Magalhães Alves

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS EM 1994 E 2014

Monografia apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Pedro Henrique Zuchi da Conceição

Brasília
2016

Pedro Magalhães Alves

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS EM 1994 E 2014

Monografia apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Pedro Henrique Zuchi da Conceição

Aprovada em de de 2016.

Banca Examinadora

_____

Pedro Henrique Zuchi da Conceição
Orientador

_____

Brasília
2016

Sumário

Sumário i
Tabelas e Figuras ii
Gráficos iii
Introdução 4
1. Teoria da Localização: uma breve revisão. 5
2. Minas Gerais: características e condicionantes da ocupação territorial. 8
2.1. Clima 14
2.2. Planos de Desenvolvimento 15
2.2.1. Plano de Crédito Integrado – PCI 17
2.2.2. Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba – Padap 17
2.2.3. Programa de Desenvolvimento dos Cerrados – Polocentro 18
2.2.4. Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento Agrícola da Região dos Cerrados – Proceder 19
2.2.5. Planos para o setor cafeeiro 20
2.2.6. Pecuária e avicultura 21
2.2.7. Programas de apoio a cultura do Eucalipto 21
2.2.8. Plano de Desenvolvimento da Fruticultura 22
3. Dados – Fontes, tratamento e descrição 24
4. Modelo 25
4.1. I de Moran Global 26
4.2. Pesos 28
4.3. Moran *Scatterplot* 28
4.4. *Local Indicators of Spatial Association* – Lisa 30
4.4.1. Moran Local 31
5. Análise e Resultados 33
5.1. I de Moran 37
5.2. Moran Scatterplot 38
5.3. Moran Local 40
6. Conclusão 43
Referências 45

Tabelas e Figuras

Tabela 2-1: Renda *per capita* por Mesorregião do Estado de Minas Gerais em 2012 9
Tabela 2-2: Participação do Valor Adicionado e População de Minas Gerais por Mesorregião em 2012 10
Tabela 2-3: Estrutura Produtiva do Valor Adicionado de Minas Gerais por Mesorregião em 2012 11
Tabela 5-1: Participação da Produção Agropecuária – Cinquenta Maiores Produtores de Minas Gerais em 1994, por Município 34
Tabela 5-2: Participação da Produção Agropecuária – Cinquenta Maiores Produtores de Minas Gerais em 2014, por Município 35
Tabela 5-3: Índices de Moran 38

Figura 2-1: Mesorregiões de Minas Gerais 8
Figura 4-1: Tipos de Contiguidade Binária 28
Figura 4-2: Representação dos Quadrantes do Moran *Scatterplot* 29
Figura 5-1: *Box Plot* da Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 1994 36
Figura 5-2: *Box Plot* da Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 2014 37
Figura 5.3-1: Indicador de Moran Local – Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 1994 41
Figura 5.3-2: Indicador de Moran Local – Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 2014 42

Gráficos

Gráfico 2-1: Participação do Valor Adicionado Bruto por Setor do Estado de Minas Gerais em 2012 12
Gráfico 5-1: Moran *Scatterplot* da Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 1994 39
Gráfico 5-2: Moran *Scatterplot* da Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 1994 40

Introdução

A hipótese do trabalho é de que existe associação espacial entre os municípios de Minas Gerais, e que não só eles possuem a configuração espacial atual por causa de efeitos de externalidades positivas de aglomeração, mas existem diversos fatores que levaram os agentes a produzir onde produzem induzindo tais externalidades.

O objetivo deste trabalho é verificar a existência de padrões de associação espacial da produção agropecuária dos municípios de Minas Gerais. Analisar se há formação de *clusters* significativos e com os resultados, comparar os anos de 1994 e 2014 e verificar se os resultados encontrados são compatíveis com estudos realizados anteriormente por outros autores, utilizando técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais.

O trabalho busca, também, identificar os possíveis fatores que contribuíram para a configuração espacial atual. Foram abordados fatores como: características naturais e históricas; investimentos e planos de desenvolvimento; infraestrutura e área de influência de metrópoles.

Na seção seguinte, apresenta-se uma breve revisão de literatura da Teoria da Localização. Em seguida, são descritas características e condicionantes da ocupação do território de Minas Gerais. Os dados, fontes e tratamentos são descritos na próxima seção. A quarta seção descreve o modelo utilizado. Na quinta seção faz-se análise dos dados e apresenta-se os resultados encontrados. A última seção conclui o trabalho.

1. Teoria da Localização: uma breve revisão.

De acordo com Thisse (2011), a geografia econômica busca explicar por que as atividades econômicas optam por se estabelecer em determinas lugares, com resultado de que alguns lugares tem mais sucesso que outros.

De acordo com Fujita (2010) o nascimento da economia espacial se dá com o lançamento do livro The Isolated State de von Thünen em 1826. Segundo o autor, esse trabalho também representa a mais antiga e ao mesmo tempo a maior tentativa de criar uma teoria de localização geral. O foco do trabalho de Thünen é o setor agrícola, dado o fato do modelo ter sido desenvolvido no início da Revolução Industrial na Alemanha; seu modelo clássico busca determinação mútua de uso e renda da terra no interior agrícola cercando uma cidade. Supunha-se que as safras seriam diferenciadas em rendimento por acre e custos de transporte e que cada cultura poderia ser produzida com diferentes intensidades de cultivação. Thünen mostrou que a competição entre os fazendeiros levaria à um gradiente de rendas da terra que declinaria do máximo, a cidade, à zero no limite da área de cultivo; em equilíbrio esse gradiente de renda da terra induziria os fazendeiros a produzir apenas o suficiente para atender à demanda. Os salários dos fazendeiros a cada distância é endogenamente determinada de modo que a utilidade dos fazendeiros, que consomem tanto os produtos agrícolas produzidos nos campos quanto bens manufaturados produzidos na cidade, seja igual em todo lugar. Esses fatores determinam onde cada cultura seria produzida, padrões de círculos concêntricos surgiriam, mesmo que os fazendeiros não soubessem o que os outros estivessem produzindo.

Marshall (1890 em Fujita (2010)) descreve três mecanismos de aglomeração industrial: agrupamento do mercado de trabalho, compartilhamento de insumos e efeito transbordamento de conhecimento. As externalidades seriam cruciais para a formação de aglomerações econômicas e seriam responsáveis por gerar um efeito *lock-in*. A aglomeração seria o resultado de um efeito em cadeia gerado pelo desejo cada vez maior de agentes de reunirem para beneficiar de uma maior diversidade de atividades e um maior grau de especialização.

Lösch (1940) em Fujita (2010) apresenta um sistema de equações descrevendo um equilíbrio geral de todas localizações e preços. Para Löch as áreas

de mercado surgiriam da interação de forças econômicas, algumas trabalhando em direção a concentração, vantagens de especialização e produção em larga escala, e outras em direção a dispersão, custos de fretes e produção diversificada. Ao focar em um único setor industrial onde cada firma independente fornece o mesmo produto usando uma única fábrica; quando a densidade das firmas se torna suficientemente grande elas entram em equilíbrio, portanto a curva de demanda de cada firma é tangente à curva de custo médio, têm-se que o custo marginal é igual ao custo médio que é igual à receita marginal. Esse resultado leva ao equilíbrio espacial de Lösch, onde cada firma está em uma área de mercado hexagonal, onde o lucro é zero.

Christallier (1933) em Fujita (2010) desenvolve a teoria do lugar central, assim como Lösch, Christallier imaginou uma planície uniforme, habitada de maneira igualmente dispersa por uma população de fazendeiros. Estes seriam servidos por um grande número de bens centrais que são ordenados em grupos de acordo com seu alcance de mercados. Este alcance seria determinado pelo custo de transporte e pelo grau de economia de escala na produção. Christallier mostra que lugares centrais, ou cidades, formam uma hierarquia: cidade de maior categoria produziria todos os grupos de bens urbanos, as cidades de segunda categoria produziriam menos grupos de bens urbanos.

Alonso (1964) em Fujita (2010) cria um modelo de cidade monocêntrica, que é equivalente ao modelo de uso da terra de von Thünen. No lugar de uma cidade isolada, existe um distrito de negócios central e no lugar dos campos agriculturáveis em volta da cidade estão as terras residenciais. Esse modelo para cidades proporcionou a fundação da base teórica para diversos outros estudos de economia urbana moderna.

Segundo Fujita (2010), a Nova Geografia Econômica surge na década de 90, com os trabalhos de Krugman (1991) e assim como a teoria geral da localização, a nova geografia econômica busca explicar a formação de uma grande variedade de aglomerações econômicas no espaço. O modelo de centro-periferia apresentado por Krugman (1991) possui duas regiões, dois setores produtivos (agricultura e manufatura) e dois tipos de trabalho (fazendeiros e trabalhadores). A diferença é que os trabalhadores podem se mover livremente entre regiões, os fazendeiros são imóveis e estão distribuídos igualmente entre as regiões. Os bens

agrícolas são trocados entre as regiões sem custo algum, enquanto a troca entre regiões de bens manufaturados exige um custo de transporte positivo. Nesse modelo a imobilidade dos fazendeiros é uma força centrífuga, pois, esses consomem bens agrícolas e manufaturados. A força centrípeta é causada pelos *forward linkages*, inventivos que os trabalhadores têm de estarem próximos dos produtores de bens de consumo, e *backward linkages*, o incentivo dos produtores de se concentrarem onde o mercado é maior. Se as ligações citadas anteriormente forem fortes o suficiente para superar a força centrifuga de fazendeiros imóveis a economia irá acabar funcionando em um padrão de centro-periferia. Esse padrão poderia ocorrer por três motivos, o custo de transporte dos produtores de manufatura é pequeno o suficiente; quando as variedades são suficientemente diferenciadas e quando os gastos em manufatura são grandes o suficiente.

Michael Porter (1990) em Lloijen e Heijman (2013) apresenta um diagrama para ilustrar os fatores que determinam vantagens competitivas. Estas seriam: Condições dos fatores, que seriam as tecnologias, trabalho e infraestrutura; Condição de demanda, que é o tamanho e a característica do mercado interno que influenciam o crescimento, inovação e qualidade dos produtos; Indústrias de apoio ou relacionadas, estas trariam uma vantagem competitiva devido as vantagens em se aglomerar; A estrutura, estratégia e rivalidade das firmas, a situação de um país ou região influencia o modo que as firmas são administradas e organizadas.

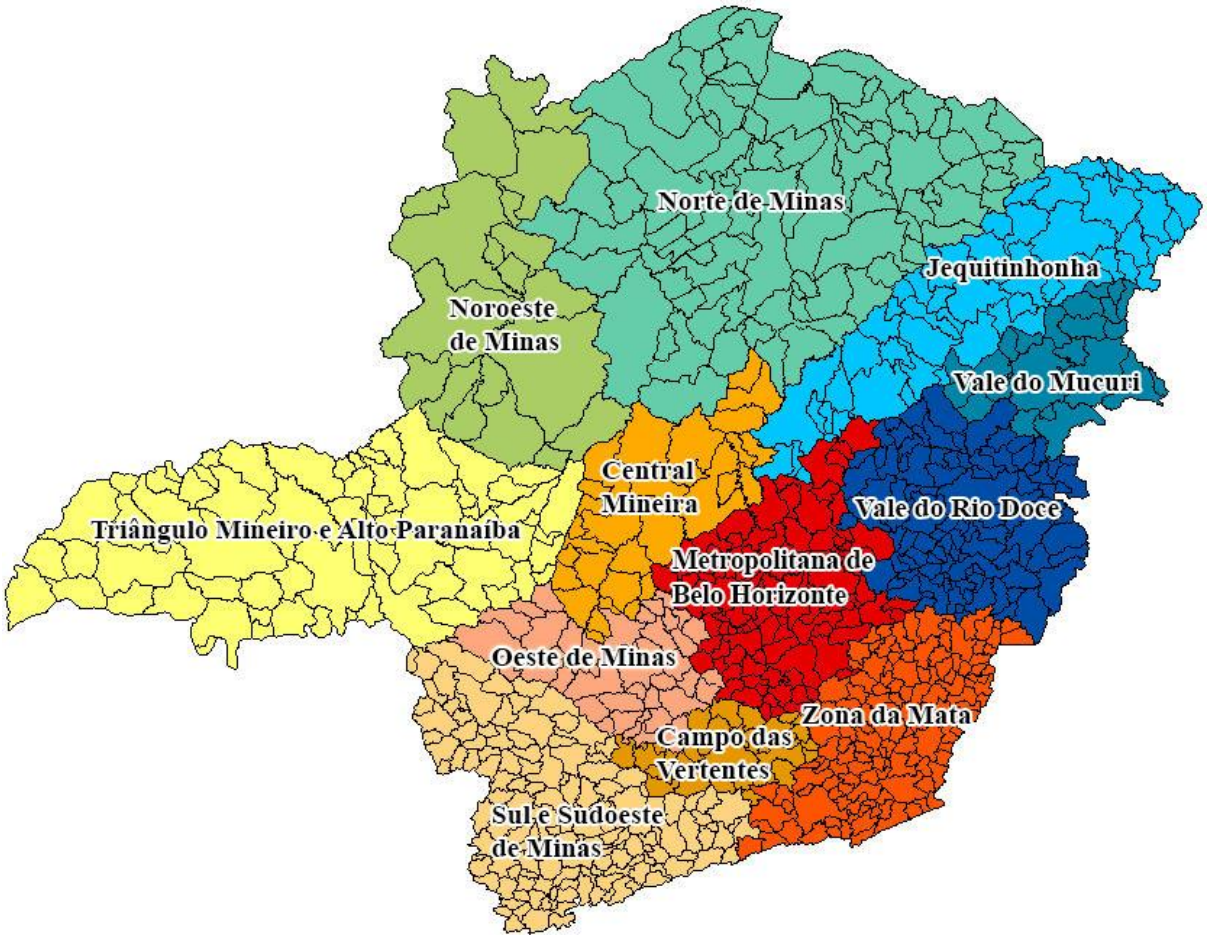
Segundo Picard e Zeng (2005) a literatura da Nova Geografia Econômica, por focar no setor manufatureiro, negligencia o papel da agropecuária no processo de aglomeração da atividade econômica em regiões de todo o mundo. No modelo considerado pelos autores existem custos para transportar bens agropecuários e os fabricantes contratam o trabalho do setor agrário como mão-de-obra não qualificada. Os autores mostram que o custo de transportes e mão-de-obra não qualificada agem como uma força de dispersão.

2. Minas Gerais: características e condicionantes da ocupação territorial.

Minas Gerais é um estado de grandes dimensões. Além de possuir a mais representativa área da região Sudeste, detém o posto de quarto estado do Brasil em extensão territorial, ocupando 6,9% da área do país. Compreende, ainda, o total de 853 municípios, maior quantidade entre seus pares, e soma a segunda mais significativa população do país com 20,7 milhões de habitantes em números de 2014.

Conforme demonstrado na Figura 2-1 que segue, Minas Gerais subdivide-se em doze mesorregiões.

Figura 2-1: Mesorregiões de Minas Gerais



Fonte: Elaboração própria a partir de malha do IpeaGeo.

Em 2012, o Produto Interno Bruto – PIB gerado no estado respondeu por aproximadamente R$ 403,5 bilhões de acordo com dados do Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (IBGE), superado apenas por São Paulo e Rio de Janeiro. Em que pese o expressivo volume de riquezas produzido naquele ano, tal feito, não se refletiu no PIB per capita, eis que Minas ocupou tão somente a décima posição nacional. A Tabela Error**! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-1 seguinte apresenta o PIB *per capita* em cada mesorregião e o PIB per capita do estado em 2012.

Tabela Error! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-1: Renda *per capita* por Mesorregião do Estado de Minas Gerais em 2012 (em R$ 1,00)**

Mesorregião	PIB *per capita*
Noroeste de Minas	22.050
Norte de Minas	10.107
Jequitinhonha	7.260
Vale do Mucuri	9.086
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	29.052
Central Mineira	14.970
Metropolitana de Belo Horizonte	27.549
Vale do Rio Doce	13.731
Oeste de Minas	16.448
Sul e Sudoeste de Minas	20.114
Campo das Vertentes	13.824
Zona da Mata	13.773
Minas Gerais	**20.325**

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE.

Segundo Salvato *et al* (2006), uma análise do PIB per capita das mesorregiões de Minas Gerais é uma boa maneira de identificar a heterogeneidade inter-regional, uma característica marcante do estado.

Os dados coletados demonstram a desigualdade existente: as mesorregiões do Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Norte de Minas apresentaram os menores PIB per capita do estado. Enquanto as mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Noroeste de Minas, Sul e Sudoeste de Minas e Metropolitana de Belo Horizonte, apresentaram um PIB per capita superior à média do estado.

Identifica-se, assim, a existência de uma economia dual em Minas Gerais. Dividida em dois grandes blocos, um que engloba as regiões sul e sudeste do estado, regiões que apresentam alto desenvolvimento e prosperidade. Outro bloco onde são englobadas a região norte e nordeste, são marcadas pelo atraso econômico, piores

indicadores sociais, alto índice de pobreza e fome. (SALVATO, RAAD, *et al.*, 2006) e (SILVA, FONTES e ALVES, 2004).

Para avaliar a geração de riquezas por setor e visualizar a participação de cada mesorregião, a Tabela Error**! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-2 apresenta os valores adicionados brutos da indústria; agropecuária; serviços e total, juntamente com a proporção da população do estado contida em cada mesorregião.

Tabela Error! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-2: Participação do Valor Adicionado e População de Minas Gerais em 2012, por Mesorregião**

Mesorregião	Total	Agropecuária	Indústria	Serviços	População
Noroeste de Minas	2,19	8,51	1,57	1,61	1,87
Norte de Minas	4,30	7,68	2,88	4,50	8,20
Jequitinhonha	1,39	2,73	0,64	1,56	3,54
Vale do Mucuri	0,93	1,36	0,53	1,06	1,94
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	15,49	30,58	14,61	13,81	11,01
Central Mineira	1,63	3,81	1,26	1,51	2,10
Metropolitana de Belo Horizonte	42,14	4,25	52,74	42,36	31,90
Vale do Rio Doce	5,75	4,54	5,81	5,89	8,23
Oeste de Minas	4,06	5,80	3,34	4,16	4,90
Sul e Sudoeste de Minas	12,51	20,13	9,52	12,87	12,42
Campo das Vertentes	2,00	2,63	1,65	2,07	2,82
Zona da Mata	7,62	7,96	5,45	8,60	11,05
Minas Gerais	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Fonte: Elaboração própria com dados da FJP.

A mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte foi responsável por gerar em 2012 42,1% do valor adicionado bruto total, contando com 31,9% da população do estado.

As Mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Sul e Sudoeste de Minas foram as que mais geraram riqueza no setor agropecuário, responsáveis, conjuntamente, por 50,7% do valor adicionado bruto.

A mesorregião do Noroeste de Minas, apesar de contar com apenas 1,9% da população do estado possui expressiva participação relativa no valor adicionado da agropecuária.

É importante destacar, a partir do estudo das áreas de influência das cidades (IBGE, 2008), que a intensidade dos fluxos de consumidores em busca de bens e serviços, em Minas Gerais, apresenta destaque para a rede urbana de

Uberaba que apresentou dupla vinculação, com São Paulo e Belo Horizonte. Da mesma maneira, a rede de Juiz de fora, tinha a sua ligação com o Rio de Janeiro dividida com Belo Horizonte.

A cidade de Belo Horizonte apresenta uma importante área de influência, com 215 fluxos, sendo estes originários, em sua grande maioria, do próprio estado de Minas Gerais. No caso das redes que se direcionam a cidades portuárias, na maior parte dos casos com fluxo de produtos para exportação. Para Santos, dirigem-se fluxos de café, de Minas Gerais e do próprio estado de São Paulo.

A Tabela Error**! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-3 adiante apresenta a estrutura produtiva do valor adicionado bruto de cada mesorregião.

Tabela Error! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-3: Estrutura Produtiva do Valor Adicionado de Minas Gerais em 2012, por Mesorregião**

Mesorregião	Total	Agropecuária	Indústria	Serviços
Noroeste de Minas	100	33,38	21,08	45,54
Norte de Minas	100	15,34	19,70	64,96
Jequitinhonha	100	16,84	13,56	69,61
Vale do Mucuri	100	12,52	16,71	70,77
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	100	16,96	27,70	55,34
Central Mineira	100	20,05	22,66	57,29
Metropolitana de Belo Horizonte	100	0,87	36,76	62,37
Vale do Rio Doce	100	6,78	29,67	63,54
Oeste de Minas	100	12,27	24,19	63,53
Sul e Sudoeste de Minas	100	13,82	22,35	63,83
Campo das Vertentes	100	11,33	24,21	64,46
Zona da Mata	100	8,97	21,00	70,03

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FJP.

Destacou-se a mesorregião Noroeste de Minas com maior participação relativa da agropecuária em comparação as outras mesorregiões. Já a Metropolitana de Belo Horizonte apresentou a menor participação relativa da agropecuária no valor adicionado total da mesorregião

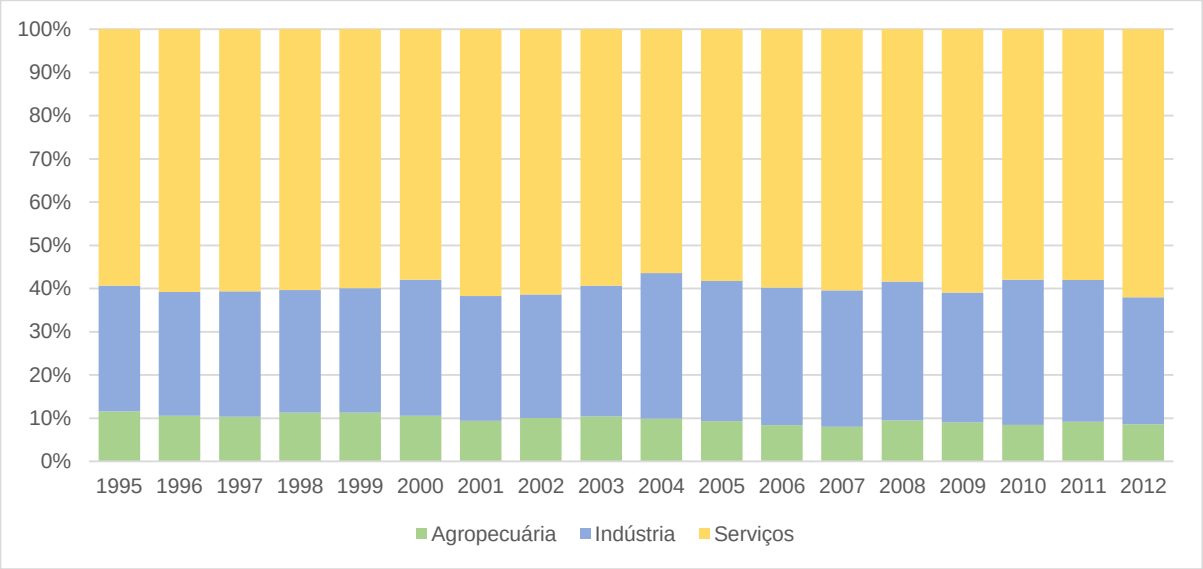
Relativamente aos demais setores da economia, a participação do valor adicionado bruto da agropecuária vem perdendo participação. Entre 1995 e 2012, a parcela do setor passou de 11,6% para 8,6%, conforme informações do Gráfico 2-1.

Por outro lado, o valor adicionado da agropecuária de Minas Gerais foi superior a todos os outros estados da Federação a partir de 2003. Sua participação aumentou de 13,3% em 2002, para 15,3%, registrados em 2012.

De modo diverso, a parcela do valor adicionado da indústria no total bruto permaneceu relativamente constante, girando em torno de 29%. No caso do setor de serviços a representatividade registrou 62% em 2012.

Os quatro principais produtos agrícolas produzidos em 2014 no estado foram café (33,9%), cana-de-açúcar (16,2%), soja (12,1%) e milho (9,9%). No caso dos produtos pecuários destacaram-se leite (39,7%), bovinos (29,9%), frango (15,8%) e suínos (8,7%). Do total produzido em 2014, 60,5% foram abarcados pela produção em lavouras e o restante, pela pecuária (AGE/MAPA/IBGE 2015).

Gráfico Error! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-1: Participação do Valor Adicionado Bruto por Setor do Estado de Minas Gerais em 2012**



Fontes: Elaboração própria com base nos dados da FJP.

Em 2014, Minas Gerais foi o segundo maior exportador do país, com 13% de participação total, atrás apenas de São Paulo. O agronegócio foi responsável por 27,6% do total das exportações mineiras, sendo o café o produto mais representativo no setor, com participação de 14% do total. Minas Gerais desfruta do título de maior exportador de café do Brasil, conglobando 61,8% do total vendido ao exterior (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2015).

As principais commodities exportadas foram Minérios de Ferro, 59,5%, Café Cru em Grão, Açúcar em Bruto, Soja em Grão e Celulose representaram juntos 30,9%. O grupo “Café e Derivados” manteve-se como o terceiro mais exportado por Minas Gerais, logo após “Minérios Metalúrgicos” e “Produtos Metalúrgicos”, sendo o principal oriundo do agronegócio (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2015).

Minas Gerais é o segundo maior polo brasileiro de Biotecnologia (Biominas e PwC 2011). Em 2014, haviam 85 instituições e 105 empresas atuando no setor, distribuídas em nove das doze mesorregiões. Estão concentradas na Região Metropolitana de Belo Horizonte (64,7%), seguido pelo Triângulo Mineiro (12,3%), Zona da Mata (10,4%) e Campo das Vertentes (MARTINS, 2014).

Segundo Castro (2004), a redução dos custos logísticos tiveram papel fundamental no desenvolvimento de pelo menos três importantes ciclos da história contemporânea brasileira. O ciclo do café no século XIX e século XX ocorreu ao mesmo tempo da expansão das ferrovias, a expansão do comércio interno foi possível através da construção da rede de “*trunk roads*” ligando principalmente as capitais ao longo da costa. E a melhoria das rodovias de penetração para a região Centro-Oeste nos anos 1960 e 1970 que propiciaram a expansão a intensificação da agropecuária naquela região.

Além disso, a partir dos anos 2000, houveram as maiores taxas de crescimento da produtividade agropecuária desde 1975 no estado de Minas Gerais. O uso intensivo de fertilizantes, máquinas e equipamentos, além do uso da irrigação em algumas regiões, foram fatores que influenciaram majoritariamente no crescimento da produtividade. Minas Gerais destacou-se no período entre 2000 e 2012, com uma taxa anual de crescimento da produtividade de 6,5 (GASQUES, BASTOS, *et al.*, 2014).

Entre 1975 e 2002 a produtividade da terra foi o fator que mais influenciou o crescimento da produtividade total dos fatores – PTF. Segundo Gasques *et al* (2004) a produtividade da terra é influenciada principalmente pela Pesquisa e Desenvolvimento, cuja incumbência é de instituições públicas como a Embrapa e instituições privadas.

Segundo Pessoa *et al* (2014), identifica-se tendência de concentração espacial da produtividade relativa da mão de obra na agropecuária ao longo dos anos, evidenciando uma separação cada vez maior de regiões de baixa produtividade: regiões Norte; Nordeste; Leste; Centro-Leste e Sudeste do estado e regiões de média e alta produtividade: Noroeste; Oeste; Centro-Oeste; Sudoeste e Sul.

2.1. Clima

De acordo com BDMG (2002) as características climáticas de Minas Gerais são bastante diversificadas, refletindo sua grande extensão territorial, seu relevo heterogêneo e diversos outros fatores. As multiplicidades climáticas observadas no estado podem ser demarcadas como:

- Clima tropical semiárido: aparece no Norte de Minas. É um clima quente e de poucas chuvas. A estação seca é muito longa, estendendo-se por cerca de 8 meses seguidos ou mais;
- Clima tropical semiúmido: ocupa maior parte do Estado. Costuma-se chama-lo apenas de clima tropical. É geralmente quente, com verões chuvosos e invernos secos;
- Clima tropical de altitude: Ocupando a parte central e sul do Estado, destaca-se o clima tropical de altitude, que se diferencia do anterior por suas temperaturas mais baixas.

Segundo BDMG (2002), fatores como a geologia, relevo e clima tem grande influência no desenvolvimento de setores da economia mineira. Por exemplo, o desenvolvimento agropecuário das regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Noroeste de Minas pode ser explicado em parte por fatores como solos aptos ao cultivo, topografia pouco ondulada, assim como a atuação de clima que permite fornecimento hídrico suficiente.

Grande parte dos municípios das regiões do Sul e Sudoeste de Minas, Oeste, Zona da Mata e Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba apresentam um período chuvoso de mais de 175 dias. Em alguns deles, que fazem fronteira com o estado de São Paulo, o período chuvoso passa de duzentos dias. Os municípios que

apresentam os menores períodos chuvosos, abaixo de 125 dias, são verificados nos municípios pertencentes ao Vale do Jequitinhonha (REIS, GUIMARAES, *et al.*, 2005).

As carências hídricas, relacionadas com o clima e a posição geográfica do Norte de Minas e do Jequitinhonha, seriam fatos que dificultariam o desenvolvimento da economia da região. Por outro lado, o maior e mais regular período chuvoso representariam grande importância na produção agropecuária das regiões localizadas nas fronteiras leste e oeste e Centro-Sul do estado (BDMG, 2002).

2.2. Planos de Desenvolvimento

Com a descoberta de ouro em Minas Gerais no final do século XVII, região anteriormente muito pouco habitada, atraiu migrantes das mais diversas regiões do Brasil. Com esse fluxo de pessoas surgiram várias cidades que atuavam como centro de serviços para a área de mineração. Esse setor causou efeitos significativos de encadeamento, elevando a demanda por alimentos nas cidades e nos centros de mineração, estimulando a produção agrícola não só em Minas Gerais como em outros estados. (BAER, 2003, p. 36)

Com o fim do ciclo do ouro, parte dos mineiros migrou para o Planalto Central, encontrando emprego em fazendas de gado, e outra parcela migrou para o Sul, voltando-se para as atividades agrícolas da região. Muitos dos habitantes continuaram em Minas Gerais dedicando-se à agricultura, muitas vezes de subsistência. (BAER, 2003, p. 37)

O gado criado nas fazendas chegou a Minas Gerais trazido, principalmente, do Rio de Janeiro, e distribuiu-se pela serra da Mantiqueira e Zona da Mata; No período entre o século XIX e início do século XX foram atraídos milhares de novos habitantes. Com isso, o mercado consumidor de leite iniciou sua formação, período onde grande quantidade de imigrantes europeus desembarcou no país. O leite transformou-se na principal atividade econômica de parte das fazendas mineiras.

A pecuária do Sul de Minas Gerais beneficiou-se do crescimento do mercado consumidor de leite na capital paulista, para onde o produto era transportado a partir da década de 1880, por vagões de carga. Quando o Vale do Paraíba viu-se castigado pela decadência da cafeicultura, no começo do século XX, e seus fazendeiros começaram a substituir os cafezais por pastagens de capim-gordura ou

a vender terras, os do Sul do estado aproveitaram a oportunidade. Compraram terras baratas pertencentes a fazendas de café em declínio, passando a produzir leite mais perto da cidade de São Paulo, favorecendo-se também da boa infraestrutura de transporte existente no Vale do Paraíba. (CASTRO, 2010)

Na década de 30, marcadamente no governo de Getúlio Vargas, houve incentivo governamental para o desenvolvimento e ocupação efetiva do Centro-Oeste do país, com objetivo de promover a integração do mercado nacional através da interiorização da economia (FARIA, ZAMBERLAN, *et al.*, 2010).

Nos anos 50, o crescimento da agricultura no Triângulo Mineiro apoiou-se na expansão da fronteira agrícola. No entanto, a produção enfrentava dificuldades de escoamento, carecendo de investimento em infraestrutura para que agricultura comercial fosse ampliada para novas regiões (MUELLER, 1992).

Segundo Bird e Straub (2014), com a construção de Brasília, entre 1956 e 1960, em região que antes era relativamente desabitada, houve a necessidade de ligar a nova capital aos grandes centros econômicos resultando em sistema de rodovias radiais que acabaram conectando municípios do interior do país ao longo do caminho. Essa expansão da rede rodoviária, de acordo com Castro (2004), foi determinante para a expansão da fronteira agrícola.

Esses corredores rodoviários, além de interligar metrópoles e territórios do país, permitiram a circulação de mercadorias e pessoas de forma mais eficiente e a redução de custos. Tiveram também grande relevância no escoamento das produções industrial e agropecuária nacionais (CNT, 2015).

A atuação governamental mostrou-se de suma importância para promover o desenvolvimento e ocupação do interior de Minas Gerais ao longo de sua história e deu-se principalmente, por meio da implementação de planos. O Governo de Minas Gerais usou, em diversos casos, como estratégia para atração de recursos financeiros, o lançamento de planos de desenvolvimento sincronicamente às políticas de incentivo promovidas pelo Governo Federal (FJP, 1997).

Entre os planos governamentais que visaram ao desenvolvimento da ocupação produtiva do cerrado destacam-se o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (Padap), o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro) e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento

dos Cerrados (Proceder). O primeiro foi implementado pelo governo de Minas Gerais e os dois seguintes pelo governo federal (PIRES, 2000).

2.2.1. Plano de Crédito Integrado – PCI

O PCI, criado em 1971 pelo Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais - BDMG através de financiamento integrado, concretizou a aquisição de terras virgens, construção de benfeitorias, compra de implementos e insumos agrícolas e a própria comercialização da produção (FJP, 1997, p. 148) nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e no município de Paracatu. Abrangia pesquisa agronômica básica, tinha como objetivo transformar a agricultura de subsistência em agricultura empresarial, introduzir novas técnicas de exploração agrícola e diversificar a produção por propriedade (FJP, 1997).

2.2.2. Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba – Padap

O Padap foi implantado em 1973, caracterizou-se pela associação entre o setor público e privado, representado pela Cooperativa de Cotia, e consistiu na criação de quatro núcleos de colonização em municípios da região do Alto Paranaíba. (SANTOS, BARBIERI, *et al.*, 2013) e (FJP, 1997).

Segundo Santos, Barbieri *et al*. (2013), um dos fatores que despertou interesse do governo em implantar o projeto na região foi sua posição estratégica em relação aos principais mercados consumidores brasileiros: Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte e Brasília.

Os colonos foram assentados em terras desapropriadas estrategicamente próximas ao corredor de exportação. Foram feitos elevados investimentos em infraestrutura, com construção de estradas, rede elétrica e armazéns. Houve abertura de crédito rural e financiamento de projetos e incentivos para a intensificação da demanda de máquinas, equipamentos e fertilizantes por parte dos empresários rurais. Além disso, houve vigoroso apoio técnico de empresas estatais de pesquisas - Embrapa, Emater, Epamig e Ruralminas (PIRES, 2000), (FJP, 1997) (SANTOS, BARBIERI, *et al.*, 2013).

Segundo Fundação João Pinheiro (1997), a Cooperativa de Cotia assumiu o papel de encaminhar e selecionar os colonos de acordo com sua capacidade tecnológica, econômica, financeira e administrativa; além de coordenar todas as atividades do projeto.

Como resultado de sua implantação e desenvolvimento, segundo (FJP, 1997), o Padap trouxe, uma série de consequências econômico-financeiras, como: elevação substancial do preço da terra na região; desenvolvimento das indústrias de máquinas, de equipamentos, de fertilizantes, bem como das processadoras de matérias-primas agrícolas; a garantia de crédito rural facilitado; e infraestrutura básica para os agricultores ligados ao programa.

2.2.3. Programa de Desenvolvimento dos Cerrados – Polocentro

O Polocentro, iniciado em 1975, aproveitou-se das experiências obtidas no PCI e Padap. Com dimensão bastante ampla, tanto em relação aos recursos financeiros quanto à área de atuação, com investimentos distribuídos entre quatro Estados, os incentivos à produção foram destinados principalmente às médias e grandes propriedades agrícolas. (FJP, 1997) (PIRES, 2000).

Segundo Farias e Zamberland (2010), o programa foi implantado em regiões dotadas de infraestrutura e em que havia potencial de expansão da agricultura comercial.

Assim como o Padap, o Polocentro baseou-se em crédito rural subsidiado, apoio à pesquisa, assistência técnica, investimentos em infraestrutura de estradas, energia elétrica e armazenagem. Seus objetivos principais eram a difusão de tecnologia apropriada às condições climáticas do cerrado e estimular os produtores à adotá-las. (PIRES, 2000).

A ampliação da capacidade de armazenamento, a implementação e desenvolvimento de unidades de pesquisa, construção de estradas e de linhas de transmissão de energia elétrica foram alguns resultados alcançados pelo projeto. Apesar de todos os esforços do governo federal, o Polocentro não conseguiu expandir a fronteira agrícola do cerrado em bases empresariais, seu objetivo principal. Tal fato

levou à sua desativação e ao início, em 1978, de outro programa de desenvolvimento do cerrado, o Proceder (FJP, 1997).

2.2.4. Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento Agrícola da Região dos Cerrados – Proceder

O Proceder surgiu de parceria entre os governos brasileiro e japonês. Seu objetivo consistia em contribuir para a produção de alimentos e para a modernização das atividades agropecuárias no cerrado. (PIRES, 2000) ; (FJP, 1997).

Por meio da união de empresários dos dois países, foi fundada a Companhia de Promoção Agrícola – Campo. A função da Campo era planejar, prestar assistência e coordenar o Proceder.

A primeira fase do programa foi iniciada em 1980 e caracterizou-se pela implantação de três núcleos de assentamento dirigido: o Projeto de Colonização Mundo Novo no município de Paracatu; o Projeto de Colonização Iraí de Minas; e o Projeto de Colonização de Coromandel.

O Proceder destacou-se pela criação de uma *holding*, com expressiva participação de bancos estatais de fomento, associada ao capital estrangeiro, para a exploração agrícola. Houve, também, intensa participação no governo japonês em concessão de créditos, seleção de áreas, monitoramento e avaliação de desempenho das atividades produtivas. A consequência mais marcante foi o acelerado processo de internacionalização da exploração agrícola no cerrado brasileiro.

Uma vez executado o projeto piloto da Campo, os governos brasileiro e japonês iniciaram nova fase de negociação. O objetivo era dar dimensão nacional ao Programa por meio da execução de projetos em áreas de cerrado.

Assim, teve início, em 1985, o Proceder II. Sua meta era apoiar e incentivar os projetos de ocupação de novas áreas econômicas, priorizando os projetos e as atividades próximas ao corredor de exportações. Abrangendo área de 270 mil hectares, 70 % desse total em Minas (FJP, 1997).

2.2.5. Planos para o setor cafeeiro

O cultivo do café vem ocorrendo no Sul de Minas, região marcadamente montanhosa, desde o século XIX. Contudo, apesar da tradição cafeeira, a participação de Minas na produção total brasileira era relativamente baixa.

O Instituto Brasileiro do Café – IBC, criado em 1952, teve papel fundamental para o desenvolvimento da produção em Minas. Por meio do IBC o Estado promovia o controle de todo o setor.

Em 1960, a participação da produção do estado chegava a 15% do total nacional, ficando atrás de São Paulo e do Paraná. Naquela década e início dos anos 70, ocorreu a implantação do Programa de Erradicação dos Cafezais, visando à redução da produção e com o fim último de provocar aumento dos preços do produto. Assim, pés velhos e menos rentáveis foram eliminados. Responsável por um quarto das erradicações, Minas Gerais foi o estado mais afetado. (BROGGIO, DROULERS e GRANDJEAN, 1999)

Pela mesma época, com o intuito de evitar que o risco climático comprometesse as exportações, uma vez que os principias produtores de café eram constantemente prejudicados por geadas (PELEGRINI e SIMÕES, 2010), e de modernizar a cafeicultura brasileira, foi implementado, em 1969, o Plano de Renovação e Revigoramento dos Cafezais (PRRC). Minas Gerais foi o estado que mais se beneficiou desse programa (BROGGIO, DROULERS e GRANDJEAN, 1999).

Concomitantemente ao plano federal, o governo de Minas Gerais, mediante o BDMG, lançou o Programa de Cafeicultura, cujo objetivo era a expansão das áreas produtoras e o fortalecimento das existentes. Por meio de financiamentos e apoio técnico, municípios do Sul de Minas foram beneficiados pelo programa (FJP, 1997). Como consequência, a região foi alçada à liderança da produção de café nas décadas de 1970 e 1980 (FJP, 1997, p. 128).

Contribuiu para essa ascendência, de acordo com Broggio, Droulers e Grandjean (1999), o fato de, nas décadas de 70 e 80, as produções agrícolas de São Paulo e do Paraná perderem competitividade e, paralelamente, começarem a ser substituídas por produções mais rentáveis, como a cana de açúcar, o trigo, a soja e a laranja.

Ainda segundo os mesmos autores, a reorganização territorial, com o descolamento das zonas de produção de café em direção a Minas Gerais foi reforçado pela adoção de política mais liberal, caracterizada pelo abandono do apoio sistemático à manutenção do nível de preços, com a extinção do Instituto Brasileiro do Café em 1989.

2.2.6. Pecuária e avicultura

Até meados da década de 1960, o setor de pecuária de Minas Gerais era bastante rudimentar e não havia capitalização. O gado era exportado vivo para outros estados. Com o objetivo de melhorar as técnicas vigentes à época, foi apresentado o Programa de Desenvolvimento da Pecuária de Corte em 1967, com recursos repassados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID.

Em 1968 foi criado o Programa de Expansão e Modernização da Indústria de Laticínios, com objetivo de expandir e melhorar a qualidade e diversidade da produção além de reequipar, modernizar e ampliar o setor, inclusive promovendo a implantação de novas indústrias no estado (FJP, 1997).

O Programa de Reaparelhamento e Modernização de Frigoríficos foi implantado no início da década de 1970, com objetivos de adaptar os principais frigoríficos-matadouros ao mercado internacional de carnes, aumentar a exportação e regularizar o abastecimento de carne bovina (FJP, 1997).

2.2.7. Programas de apoio a cultura do Eucalipto

Com a consolidação do setor siderúrgico em Minas Gerais impulsionou a expansão da plantação de eucalipto no estado, pois o carvão vegetal era um dos principais insumos utilizados por essa indústria.

Conforme Kengen (1985), o reflorestamento de áreas da região provocou significativa concentração de terras com consequente redução das atividades de agricultura familiar de subsistência. Nesse sentido, embora a oferta de empregos tenha melhorado no início, declinou substancialmente em momento seguinte acarretando forte êxodo rural e recuo no padrão de vida regional. Dessa forma, a monocultura do eucalipto desenvolvida para abastecer a siderurgia contribuiu para a

concentração fundiária e para o aumento das disparidades econômicas na região do Vale do Jequitinhonha.

Ademais, as plantações de eucalipto não se integraram às práticas e usos regionais da terra, acarretando a desterritorialização de comunidades rurais e potencializando a migração para os centros urbanos. Nessa mesma direção, Guerra (1996) avalia que uma das consequências da implantação do cultivo do eucalipto foi uma mudança significativa na estrutura fundiária e no padrão de uso da terra. Assim, o aumento do latifúndio produtivo de madeira passou a competir com a agricultura de subsistência de milhares de agricultores

Nos anos 70, as empresas reflorestadoras resolveram expropriar os pequenos produtores de suas terras. Com base num programa de reflorestamento do Governo Federal, essas empresas tinham como objetivo principal o abastecimento de indústrias siderúrgicas e de papel celulose, ocorrendo a substituição do cerrado pela monocultura do eucalipto, restringindo os camponeses às áreas de grota. Tais não tinham condição alguma de atender às necessidades das pessoas para o cultivo de gêneros e garantir o sustento (SOUSA (1997) citado por GUERRERO (2009)).

2.2.8. Plano de Desenvolvimento da Fruticultura

A fruticultura é praticada de maneira dispersa em todo o território de Minas Gerais. As regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Norte e Sul de Minas destacam-se nessa atividade. (MINAS GERAIS, 2004)

Nas mesorregiões Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Sul de Minas a produção é destinada principalmente à agroindústria, atendendo principalmente a indústrias locais e de São Paulo. (MINAS GERAIS, 2004)

As características naturais do semiárido, clima predominante no Norte de Minas, representam fatores limitantes para o desenvolvimento sustentável da região, tanto em relação à disponibilidade de recursos hídricos, quanto no tocante ao manejo e usos dos recursos naturais[1].

---

[1] Plano de Desenvolvimento do Arranjo Produtivo Fruticultura do Norte de Minas Gerais (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR)

Tendo em vista as limitações naturais da região, houve preocupação governamental para o planejamento regional principalmente nas décadas de 70 e 80, onde foram lançados inúmeros planos, programas e projetos de irrigação que contaram com a coordenação de agências públicas de desenvolvimento regional. Essas políticas tinham como objetivo induzir tanto a modernização da produção, quanto levar ao desenvolvimento econômico, eis que era considerada menos favorecida e distante dos centros político-administrativos. (MINAS GERAIS, 2004).

A elaboração do Projeto Jaíba resultou dessa diretriz de política econômica. A partir de 1972, os Governos Federal e Estadual passaram a atuar em conjunto com vistas ao seu estabelecimento efetivo em Minas Gerais, com fonte hídrica advinda do Rio São Francisco, a implantação do projeto foi planejada em quatro fases. No entanto, atualmente apenas a etapa I e II possuem infraestrutura necessária para irrigação. (ARAUJO, GODRIM e SOUZA, 2007) e (MINAS GERAIS, 2004)

Os principais investimentos públicos em perímetros irrigados foram, os projetos Gorutuba, Jaíba, Lagoa Grande e Pirapora. Esse conjunto ficou conhecido Arranjo Produtivo de Fruticultura do Norte de Minas. A região começou a destacar-se a partir da década de 80, com produção de banana na região do projeto de Lagoa Grande e de uva em Pirapora[2].

Devido à escassez de indústrias capazes de beneficiar a produção regional de frutas, a produção da região é voltada fundamentalmente ao mercado de consumo em estado natural. (MINAS GERAIS, 2004).

Somam-se as áreas públicas irrigadas outras áreas irrigadas privadas na região, a grande maioria voltada para a fruticultura, que transformaram a região no segundo maior polo frutícola de Minas Gerais, sendo que o Projeto Jaíba é considerado um dos maiores projetos de agricultura irrigada da América Latina. (ARAUJO, GODRIM e SOUZA, 2007) (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2015)

[2] Plano de Desenvolvimento do Arranjo Produtivo Fruticultura do Norte de Minas Gerais (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR)

3. Dados – Fontes, tratamento e descrição

Os dados do PIB estadual e municipal, assim como a estimativa da população foram obtidos na base de dados do IBGE. Os dados dos Valores Adicionados das mesorregiões e do Estado de Minas Gerais foram obtidos na base dados da Fundação João Pinheiro.

A Produção Agropecuária, cuja fonte é o IBGE, calculada agregando os valores totais da produção da lavoura permanente, produção da lavoura temporária e produção de origem animal municipal, não foram usados dados da produção de carnes por não haver dados.

O *shapefile*, formato de arquivo que armazena informações sobre localização, forma e atribuições geográficas, do estado de Minas Gerais foi obtido na base de malhas do IpeaGeo.

O *software* utilizado para os cálculos estatísticos e de econometria espacial foi o GeoDa versão 1.6.7. Os dados da produção agropecuária foram agregados ao *shapefile* no *software* QGIS versão 2.12.0 Para a geração de mapas fez-se uso dos *softwares* ArcGIS Pro e GeoDa.

4. Modelo

A análise exploratória de dados espaciais pode ser definida como o estudo estatístico de fenômenos que se manifestam no espaço. Para tanto são utilizadas técnicas cujas finalidades são descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localizações atípicas (*outliers*), descobrir padrões de associação espacial (*clusters*) e sugerir diferentes regimes de ocupação territorial e outras formas de não-estacionariedade espacial. (ANSELIN, 1996), (ANSELIN, 1999).

De acordo com a “Primeira Lei da Geografia” de Tobler (1970), “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas são mais parecidas que coisas mais distantes”.

Segundo Lloyd (2010), esse seria o conceito fundamental para a análise de dados espaciais e, conforme Miller (2004), a “Primeira Lei da Geografia” é a essência das estatísticas de autocorrelação espacial.

Em consonância com Anselin (1996), a localização leva à existência dois distintos efeitos espaciais. O primeiro deles seria a chamada dependência espacial, que em estatística espacial seria nominada autocorrelação espacial.

Almeida (2012) propõe que a autocorrelação espacial positiva indica que há similaridade entre os valores do atributo estudado e sua localização espacial. Ou seja, altos valores de uma variável de interesse (y) tenderiam a estar circundados por altos valores dessa variável em regiões vizinhas (Wy).

De modo diverso, a autocorrelação espacial negativa revelaria a existência de dissimilaridade entre os valores do atributo avaliado e da correspondente localização espacial. Nesse sentido, indicaria que, por exemplo, um alto valor da variável de interesse de certa região tenderia a estar rodeado por baixos níveis dessa mesma variável em regiões vizinhas. Por outro lado, um baixo valor da variável de interesse da região tenderia a estar rodeado por altos valores dessa variável de interesse em regiões circunvizinhas.

O segundo efeito, referido como heterogeneidade espacial, estaria relacionado à diferenciação regional advindo da singularidade intrínseca de determinada localização.

Tanto a heterogeneidade espacial poderia gerar a dependência espacial, como a dependência espacial poderia induzir a heterogeneidade, conforme disposto por Almeida (2012).

Ainda segundo o mesmo autor, o primeiro passo em um estudo de analise exploratória de dados espaciais seria testar a hipótese de que os dados espaciais sejam distribuídos aleatoriamente, ou seja, que os valores de determinado atributo em dada região não dependeriam dos valores desse mesmo atributo nas regiões vizinhas.

4.1. I de Moran Global

No entender de Lloyd (2010), a medida de autocorrelação espacial mais comum encontrada na literatura de análise espacial é o coeficiente I de Moran. Esse pode ser calculado conforme indica a Eq. (4.1).

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_{ij} (y_i - \bar{y}) \left(y_j - \bar{y}\right)}{(\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2)(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_{ij})} \qquad \text{Eq.(4.1-1)}$$

onde os valores y_i possuem a média $\bar{y}$ e a proximidade entre as localizações i e j é dada pela matriz de peso geográfico w_{ij}.

Almeida (2004) registra que essa matriz definiria a ideia de contiguidade. Caso i e j sejam vizinhos ela assumiria valor unitário, caso contrário atribuir-se-ia valor nulo.

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & se\ i\ e\ j\ são\ contíguos \\ 0 & se\ i\ e\ j\ não\ são\ contíguos \end{cases}$$

A estatística I de Moran, nesse contexto, seria dada algebricamente por:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^{n} z_i^2} \qquad \text{Eq.(4.1-2)}$$

Ou, matricialmente por:

$$I = \frac{n}{S_0}\frac{z'Wz}{z'z}$$ Eq.(4.1-3)

Onde $S_0 = \sum\sum w_{ij}$, n é o número de regiões, z são os valores da variável de interesse padronizada, Wz representa os valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos e definidos segundo a matriz de ponderação W. Um elemento dessa matriz, referente à região i e à região j, é registrado como w_{ij}.

Segundo Almeida (2012), a hipótese nula testada seria a da existência de aleatoriedade espacial, sendo o valor esperado do I de Moran dado por:

$$-\frac{1}{(n-1)}$$ Eq.(4.1-4)

Se y_i for independente dos valores nas regiões vizinhas o valor calculado de I , dentro dos limites de significância estatística, deve ser igual ao seu valor esperado. Valores de I que excedem o valor esperado indicam autocorrelação espacial positiva. Valores de I abaixo do valor esperado sinalizam autocorrelação negativa.

Almeida (2012) ainda destaca que o I de Moran fornece três tipos de informação. Primeiramente, o nível de significância, que retrata a distribuição dos dados examinados, expressando se sua ocorrência está disposta de forma aleatória ou não.

A segunda informação que pode ser extraída de que, se positivo, o I de Moran, desde que significativo, aponta para que os dados estariam concentrados através das regiões avaliadas. Já o sinal negativo do índice, por seu turno, assinala a dispersão dos dados.

Por fim, a magnitude da estatística descreve a robustez da autocorrelação espacial, ou seja, quanto mais próximo de um, mais forte é a concentração espacial. De outra banda, ao se aproximar de -1, o índice manifesta que os dados estariam mais dispersos.

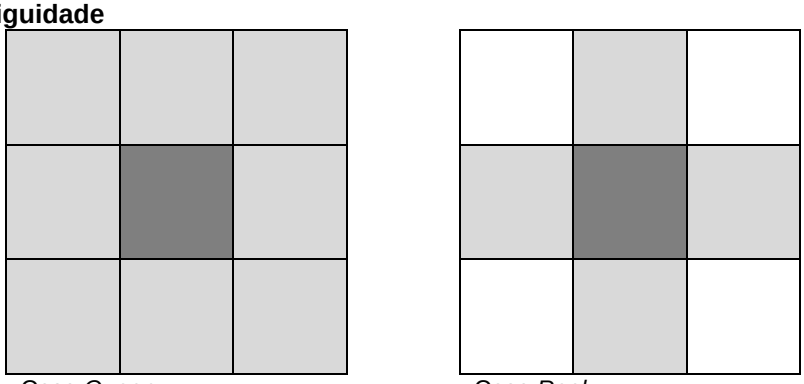
4.2. Pesos

Em geral, a escolha de um esquema de pesos é subjetiva e diferentes resultados podem ser obtidos ao usar diferentes esquemas, padrões ou parâmetros. Almeida (2004) pondera que existem distintas convenções de contiguidade, e que a multiplicidade dessas convenções podem levar à erros de medida. Considerando tais erros, as duas convenções de contiguidade binárias mais utilizadas na literatura são *Rook* e *Queen*.

Segundo Almeida (2004), a contiguidade do tipo *Rook* ocorre quando são comparadas células que dividem fronteiras entre si e não comparadas células que dividem apenas vértices. A contiguidade do tipo *Queen* ocorre no caso onde células que dividem vértices também são incluídas.

A Figura **Error! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-1 seguinte apresenta dois tipos de contiguidade binária:

Figura Error! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-1: Casos de Contiguidade**



Caso *Queen* Caso *Rook*

Fonte: Elaboração própria baseado em Lloyd (2010).

4.3. Moran *Scatterplot*

O Moran *Scatterplot* provê representação visual de associações lineares na vizinhança de cada observação y (Wy) na forma de um *Scatterplot* de Wy em relação a y. Ele possibilita avaliar o quão similar determinada observação seria em relação a seus vizinhos, ou seja, a depender de sua posição, o ponto expressaria o nível de associação espacial de cada uma delas.

Anselin (1996) estatui que, como as variáveis são desvios de suas médias, o *Scatterplot* estaria centrado na origem ou no ponto (0,0) da representação gráfica. Os quatro quadrantes representariam diferentes tipos de associação entre os valores o valor da variável de interesse (z) e seu *lag* espacial Wz, média dos valores dos vizinhos ponderados por uma matriz de pesos espaciais.

O *I* de Moran pode ser interpretado como coeficiente de inclinação da curva gerada por regressão entre a variável de interesse e seu *lag* espacial (ANSELIN, COHEN, *et al.*, 2000).

De acordo com Anselin (1996) essa curva apresenta importante informação para uma eficiente interpretação do Moran *Scatterplot*, uma vez que essa reflete a tendência entre os padrões de associação entre z e Wz . Assim, observações que não seguem esse padrão podem conter informações importantes.

Segundo Guillain e Le Gallo (2007), o Moran *Scatterplot* permite identificar quarto tipos de associação espacial entre uma observação e seus vizinhos. Cada um localizado em um quadrante do *Scatterplot*, conforme Figura Error**! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-1 adiante.

Figura Error! Use the Home tab to apply Título 1 to the text that you want to appear here.**-1: Representação dos Quadrantes do Moran *Scatterplot***

Low-High	*High-High*
Low-Low	*High-Low*

Fonte: Elaboração própria baseado em Almeida (2012).

Detalhadamente, o quadrante superior direito e o quadrante inferior esquerdo denotariam associação espacial positiva, no sentido de que a localização seria rodeada por posições com valores semelhantes.

No caso do quadrante direito superior, os pontos traduzir-se-iam em associações entre valores altos (*High-High*), ao passo que, no quadrante esquerdo inferior, estariam associações entre valores baixos (*Low-Low*).

Os quadrantes esquerdo superior e direito inferior corresponderiam a associações negativas, isto é, valores baixos que estão cercados por registros altos (*Low-High*), e valores altos que estão rodeados por cifras baixas (*High-Low*).

Cabe ressaltar que os pontos extremos em relação à tendência central descrita pela inclinação da regressão porventura encontrados no *Scatterplot* podem ser classificados como *outliers*. Em outras palavras, eles não seguiriam o mesmo padrão de dependência espacial do conjunto das demais. Podem, nesse sentido, ser considerados bolsões locais de não-estacionariedade. Similarmente, observações que causam grande influência ou *leverage* na inclinação da regressão são também de interesse, particularmente se estão espacialmente aglomerados ou correspondem à pontos de fronteira.

4.4. *Local Indicators of Spatial Association* – Lisa

Anselin (1995) elaborou uma classe de indicadores locais de associação espacial conhecidos por *Local Indicators of Spatial Association* – Lisa. Tais indicadores permitem a decomposição de indicadores globais, como o I de Moran, em contribuições de cada observação individual.

Consoante Anselin (1995), um indicador local de associação espacial (Lisa) seria qualquer indicador estatístico que satisfizesse as seguintes condições: cada observação apontaria o grau de significância de aglomeração espacial de valores similares ao redor de si e a soma dos indicadores de todas as observações seria proporcional àquele de associação espacial global.

No entender do autor, nessa classe de indicadores, duas interpretações importantes estariam combinadas: a estimação da existência de *clusters* locais significantes em torno de cada localização individual, e a indicação de bolsões de não-estacionariedade espacial ou sugestão de *outliers*, similar ao Moran Scatterplot.

Conforme Anselin *et al* (2000), as estatísticas LISA podem ser bem visualizadas por meio de um GIS.

Anselin (1995) reforça que a segunda condição de definição de uma estatística Lisa seria imposta para permitir a decomposição da estatística global em suas partes constituintes. Isso permitiria estimar a dimensão da representatividade global em relação ao padrão de associação espacial mediano. Valores locais que são bastante diferentes da média devem indicar localizações que contribuem mais do que sua participação esperada para a estatística global.

O Moran local é um exemplo de um LISA.

4.4.1. Moran Local

Conforme Anselin *et al* (2000), o índice de Moran local é bastante similar ao *Scatterplot*, indica a presença de *clusters* ou *outliers* locais.

Segundo Anselin (1995), a estatística de Moran local para uma observação i pode ser definida como:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij}\, z_j$$

Eq.(4.4.1-1)

Em que as observações z_ie z_j estão em desvios da média, e o somatório sobre j é tal que apenas valores da vizinhança $j \in J_i$ estão inclusos. Para fins de interpretação, os pesos w_{ij} podem estar em formato de linha padrão. No entanto, isso não é necessário, pois, por convenção, $w_{ii} = 0$, ou seja, nenhuma região pode ser adjacente à ela mesma.

A soma das estatísticas locais de Moran é:

$$\sum_i I_i = \sum_i z_i \sum_j w_{ij}\, z_j$$

Eq.(4.4.1-2)

Ou

$$I = \frac{\sum_i I_i}{S_0 \left(\sum_i \frac{z_i^2}{n} \right)}$$ Eq.(4.4.1-3)

5. Análise e Resultados

Seguindo o estudo de Silva, Souza e Martins (2012), a Tabela 5-1 e a Tabela 5-2 adiante apresentam os cinquenta municípios com maior valor da produção agropecuária, suas mesorregiões e microrregiões e a participação da produção local em relação ao total do estado nos anos de 1994 e 2014, respectivamente.

Da análise dos dados apresentados na Tabela 5-1, notou-se que em 1994, dos cinquenta municípios com maior valor de produção agropecuária, dezenove estavam localizados na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, seis no Noroeste de Minas, 21 no Sul e Sudoeste de Minas, um na Zona da Mata, um no Campo das Vertentes, um no Norte de Minas e um no Oeste de Minas. Em conjunto, representavam 37,6% do valor da produção agropecuária estadual.

Desses, o município de Unaí foi o que apresentou o maior valor da produção, equivalente à 1,77% do valor gerado no estado naquele ano.

Constatou-se, ainda, grande polarização dos municípios de maior produção nas mesorregiões Sul e Sudoeste de Minas e Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

A partir da Tabela 5-2 observou-se que, em 2014, dos cinquenta municípios com maior valor de produção agropecuária 31 estavam no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, nove no Sul e Sudoeste de minas, dois no Oeste de Minas, um no Norte de Minas, oito no Noroeste de Minas, um na Central Mineira e um no Campo das Vertentes. Conjuntamente, representavam 42,5% da produção estadual naquele ano.

O município de Uberaba foi o que apresentou maior produção agropecuária, participando em 2,64% do valor da produção estadual.

Tabela 5-1: Participação da Produção Agropecuária – Cinquenta Maiores Produtores de Minas Gerais em 1994, por Município

Município	Mesorregião	Microrregião	Participação
Unaí	Noroeste de Minas	Unaí	1,77
Carmo do Paranaíba	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patos de Minas	1,43
Patos de Minas	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patos de Minas	1,37
Patrocínio	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	1,25
Boa Esperança	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	1,24
Araguari	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	1,24
Três Pontas	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	1,22
Coromandel	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	1,18
Monte Alegre de Minas	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	1,17
Uberlândia	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	1,11
Paracatu	Noroeste de Minas	Paracatu	1,08
Machado	Sul/Sudoeste de Minas	Alfenas	0,98
Uberaba	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberaba	0,96
Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas	Alfenas	0,96
Monte Carmelo	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	0,95
Canápolis	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	0,90
Guapé	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	0,79
Frutal	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Frutal	0,74
Rio Paranaíba	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patos de Minas	0,73
Campestre	Sul/Sudoeste de Minas	Poços de Caldas	0,73
Perdizes	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	0,71
Carmo do Rio Claro	Sul/Sudoeste de Minas	Alfenas	0,70
Buritis	Noroeste de Minas	Unaí	0,66
Paraguaçu	Sul/Sudoeste de Minas	Alfenas	0,65
Passos	Sul/Sudoeste de Minas	Passos	0,64
Manhuaçu	Zona Da Mata	Manhuaçu	0,64
Campos Gerais	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	0,59
Presidente Olegário	Noroeste de Minas	Paracatu	0,59
Botelhos	Sul/Sudoeste de Minas	Poços de Caldas	0,58
Serra do Salitre	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	0,58
Nova Ponte	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	0,57
Elói Mendes	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	0,57
São Gonçalo do Sapucaí	Sul/Sudoeste de Minas	Santa Rita do Sapucaí	0,54
São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas	São Sebastião do Paraíso	0,54
Andradas	Sul/Sudoeste de Minas	Poços de Caldas	0,50
João Pinheiro	Noroeste de Minas	Paracatu	0,50
Campos Altos	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	0,49
Nepomuceno	Campo das Vertentes	Lavras	0,48
Três Corações	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	0,47
Montes Claros	Norte de Minas	Montes Claros	0,46
Romaria	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	0,45
Conceição das Alagoas	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberaba	0,45
Santo Antônio do Amparo	Oeste de Minas	Oliveira	0,45
Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas	Poços de Caldas	0,45
Guarda-Mor	Noroeste de Minas	Paracatu	0,44
Sacramento	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	0,43
Bom Repouso	Sul/Sudoeste de Minas	Pouso Alegre	0,43
Nova Resende	Sul/Sudoeste de Minas	São Sebastião do Paraíso	0,43
Cabo Verde	Sul/Sudoeste de Minas	São Sebastião do Paraíso	0,42
Coqueiral	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	0,42
Participação Total			**37,62**

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE.

Tabela 5-2: Participação da Produção Agropecuária – Cinquenta Maiores Produtores de Minas Gerais em 2014, por Município

Município	Mesorregião	Microrregião	Participação
Uberaba	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberaba	2,64
Unaí	Noroeste de Minas	Unaí	2,52
Patrocínio	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	2,05
Paracatu	Noroeste de Minas	Paracatu	1,79
Perdizes	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	1,73
Araguari	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	1,56
Frutal	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Frutal	1,51
Coromandel	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	1,46
Rio Paranaíba	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patos de Minas	1,28
Uberlândia	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	1,22
Monte Alegre de Minas	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	1,11
Buritis	Noroeste de Minas	Unaí	1,03
Sacramento	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	1,02
Ibiá	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	0,94
Monte Carmelo	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	0,93
Patos de Minas	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patos de Minas	0,88
Guarda-Mor	Noroeste de Minas	Paracatu	0,85
Jaíba	Norte de Minas	Janauba	0,82
Serra do Salitre	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	0,81
Conceição das Alagoas	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberaba	0,81
Tupaciguara	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	0,72
Itanhandu	Sul/Sudoeste de Minas	São Lourenco	0,68
Prata	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	0,68
Canápolis	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	0,66
Presidente Olegário	Noroeste de Minas	Paracatu	0,63
João Pinheiro	Noroeste de Minas	Paracatu	0,62
Santa Juliana	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	0,60
Nova Ponte	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	0,58
Carmo do Paranaíba	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patos de Minas	0,57
Santa Vitória	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Ituiutaba	0,56
Pompéu	Central Mineira	Três Marias	0,55
Campo Florido	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberaba	0,54
Nepomuceno	Campo das Vertentes	Lavras	0,53
São Sebastião do Paraíso	Sul/Sudoeste de Minas	São Sebastião do Paraíso	0,50
Campos Altos	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	0,50
Ibiraci	Sul/Sudoeste de Minas	Passos	0,48
Lagoa Formosa	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patos de Minas	0,47
Passos	Sul/Sudoeste de Minas	Passos	0,46
Alfenas	Sul/Sudoeste de Minas	Alfenas	0,46
Campos Gerais	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	0,46
Indianópolis	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Uberlândia	0,45
Piuí	Oeste de Minas	Piuí	0,45
Boa Esperança	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	0,45
Ituiutaba	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Ituiutaba	0,44
Três Pontas	Sul/Sudoeste de Minas	Varginha	0,43
Bambuí	Oeste de Minas	Piuí	0,42
Romaria	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Patrocínio	0,42
Iturama	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Frutal	0,42
Comendador Gomes	Triangulo Mineiro/Alto Paranaíba	Frutal	0,41
Bonfinópolis de Minas	Noroeste de Minas	Unaí	0,41
Participação Total			**42,52**

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE.

Depreende-se portanto, que houve deslocamento das posições de cinquenta maiores produtores para municípios da parte oeste do estado, concentrando-se nas mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Noroeste de Minas; resultado de forte queda de participação dos municípios do Sul e Sudoeste de Minas Gerais.

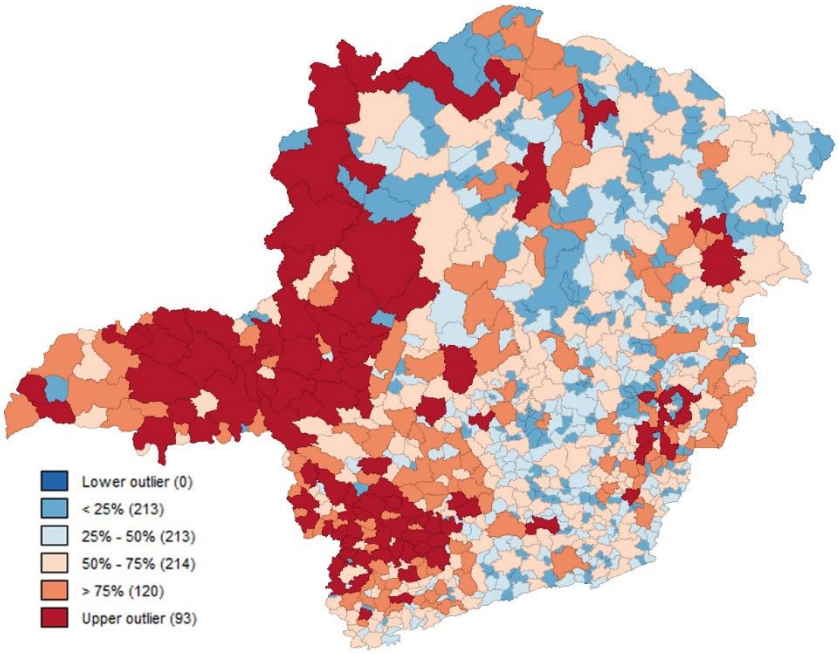
Verificou-se também que houve aumento na concentração do produção da agropecuária, passando de 37,62% para 42,52% a participação estadual dos cinquenta maiores municípios produtores.

Box Map

Com objetivo de auxiliar a identificação de padrões de associação espacial, Almeida (2004) sugere o uso do *Box Map*. Segundo o autor, essa ferramenta é utilizada para detectar *outliers* globais superiores, ou seja, uma observação inserida no intervalo interquartílico superior.

Assim como Souza (2010), que usou a ferramenta para municípios de São Paulo, o instrumento foi usado para avaliar a produção agropecuária dos municípios de Minas Gerais, representados na Figura 2-1 e na Figura 5-2.

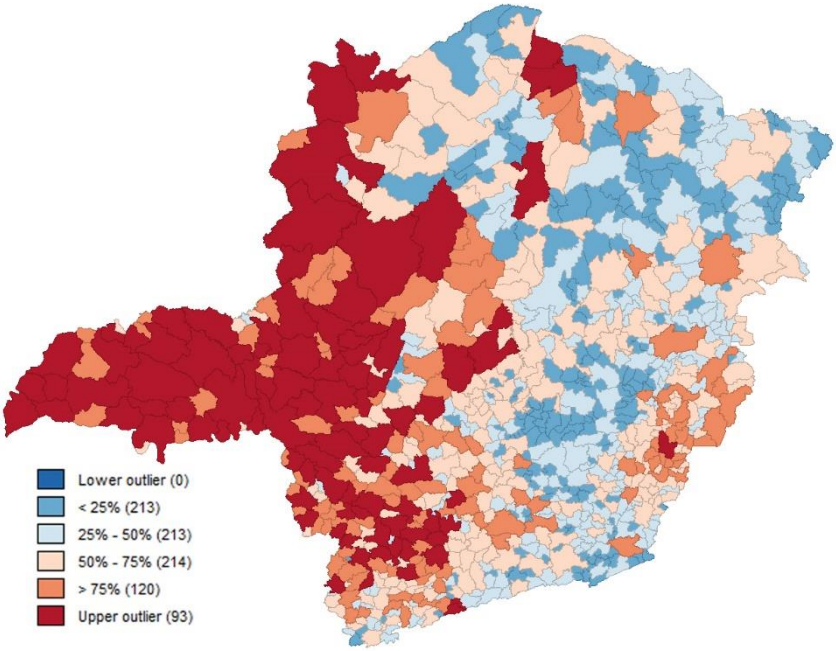
Figura 5-1: *Box Plot* da Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 1994



Fonte: Elaboração própria de malha do IpeaGeo e dados do IBGE.

Observou-se em 1994 a marcante presença de aglomerações de *outliers* superiores nas mesorregiões Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Noroeste de Minas e Sul e Sudoeste de Minas. No entanto, houve também a presença dessas observações dispersas por municípios no leste e norte do estado.

Figura 5-2: *Box Plot* da Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 2014



Fonte: Elaboração própria de malha do IpeaGeo e dados do IBGE.

Para 2014, percebeu-se deslocamento e aumento da concentração dos *outliers* superiores na parte oeste do estado em relação à 1994, tornando marcante a diferença entres as porções ocidentais e orientais. Ao mesmo tempo, foi possível notar a presença dessas observações nos municípios do Norte de Minas onde há agricultura irrigada.

A concentração referente ao quartil inferior torna-se mais pronunciada na região Metropolitana de Belo Horizonte, assim como no Vale do Jequitinhonha.

5.1. I de Moran

O Índice de Moran foi usado para testar a hipótese de que os dados são distribuídos de maneira aleatória. A Tabela 5-1 seguinte resume o I de Moran calculado em cinco cortes temporais. A esperança calculada do I de Moran para os municípios do estado, $n = 853$, é $-0{,}0117$.

Tabela 5-1: Índices de Moran

	1994	1999	2004	2009	2014
I de Moran	0,4025	0,4679	0,4750	0,4659	0,4833

Fonte: Elaboração própria com auxílio do programa GeoDa.

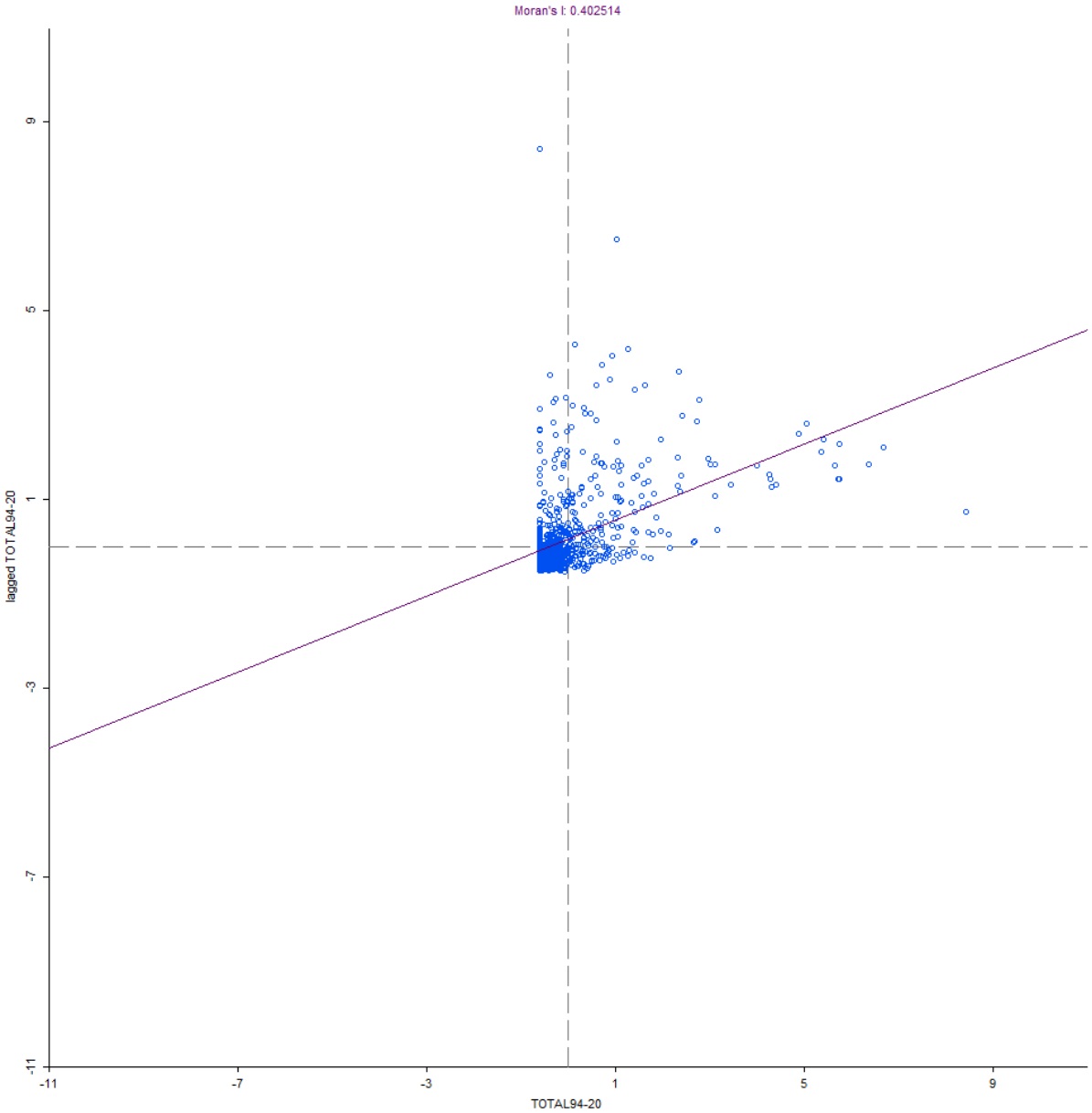
Como as estatísticas calculadas são positivas e superiores à esperança, indicam haver autocorrelação espacial positiva entre a produção agropecuária e a localização dos municípios de Minas Gerais. Os cortes mostram, ainda, tendência de concentração da produção agropecuária nos municípios, com um aumento do I de Moran de 0,4025 em 1994 para 0,4833 em 2014.

5.2. Moran Scatterplot

Os índices constantes da Tabela 5-1, anteriormente apresentada, segundo Anselin (1996), podem ser interpretados como regressão do *lag* espacial (Wz), representado pelo eixo das ordenadas nos diagramas seguintes, em relação à variável de interesse (z), representado pelo eixo das abscissas. Nesse caso, a variável denota a produção agropecuária nos municípios. Os Índices são os coeficientes de inclinação da curva dispostas em no diagrama 5-1 para o ano de 1994 e no diagrama 5-2 para o ano de 2014.

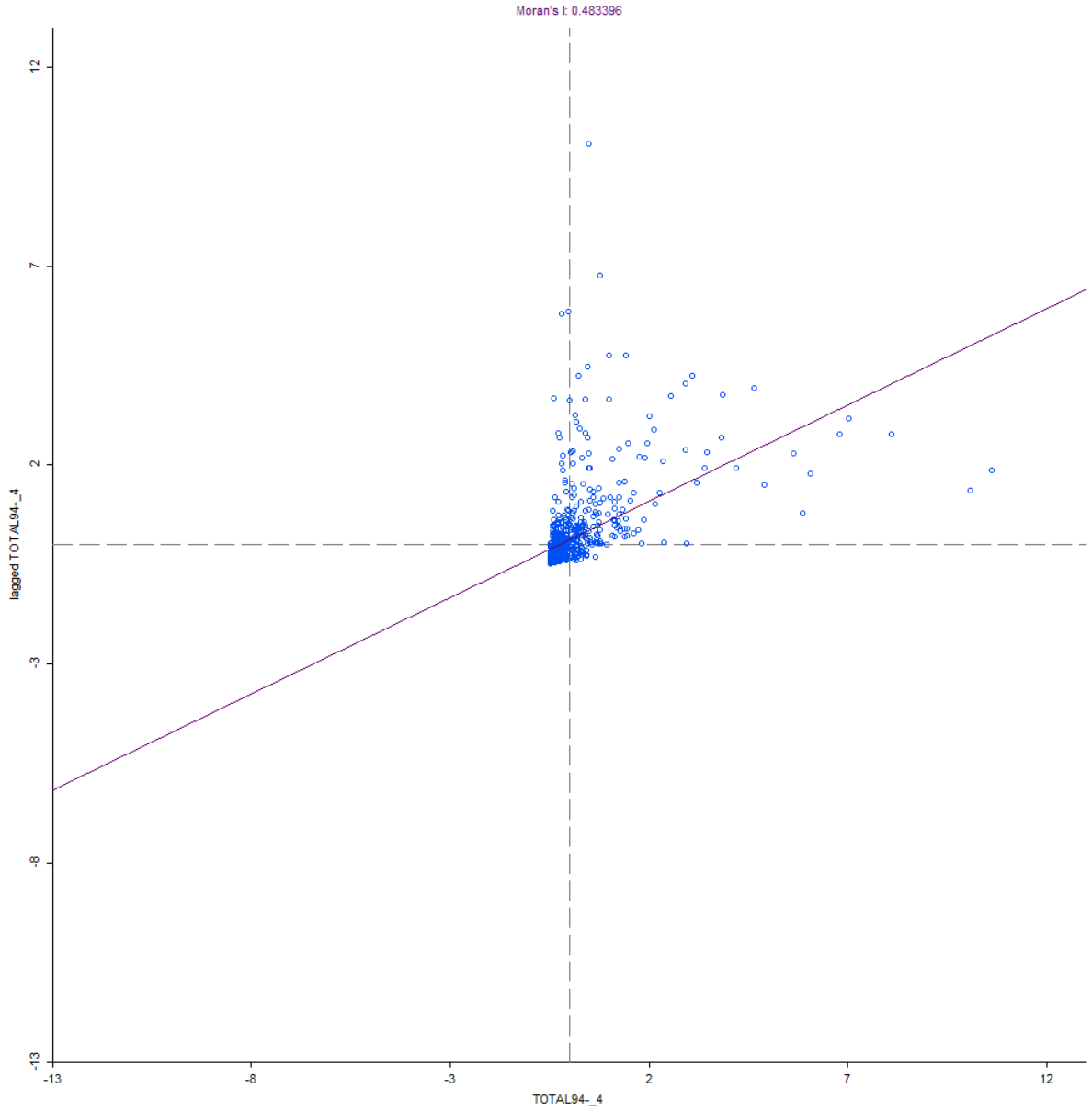
Para a construção do *lag* espacial foi utilizada uma matriz binária de contiguidade do tipo *Queen*. De acordo com Anselin (2003) para garantir a significância da estatística I de Moran, o programa GeoDa usa o procedimento de permutações. Neste caso foram usadas 999 permutações, que, segundo o autor, seria suficiente para garantir um resultado estável na maioria dos casos.

Gráfico 5-1: Moran *Scatterplot* da Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 1994



Fontes: Elaboração própria a partir de dados do IBGE com auxílio do programa GeoDa.

Gráfico 5-2: Moran *Scatterplot* da Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 1994



Fontes: Elaboração própria a partir de dados do IBGE com auxílio do programa GeoDa.

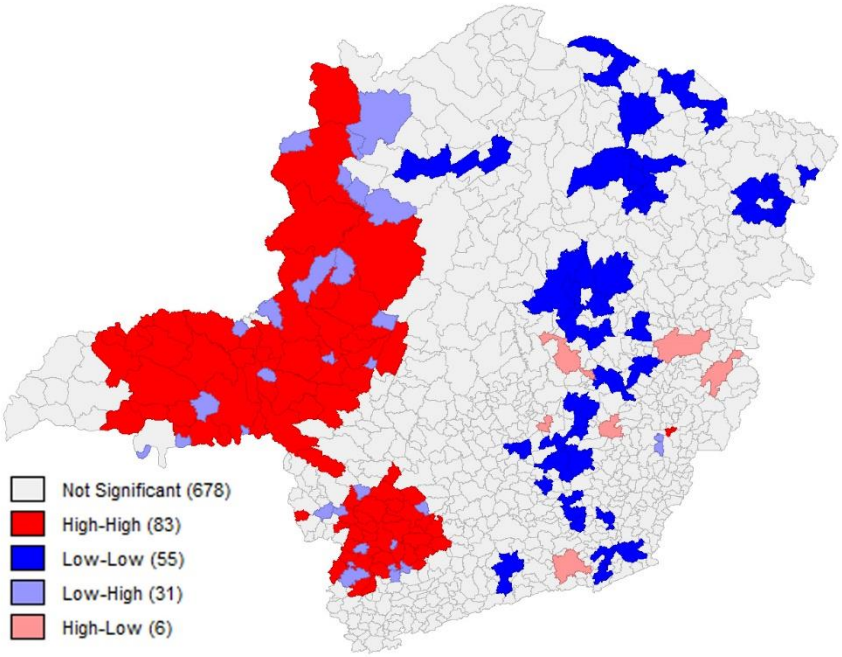
Devido ao grande número de observações, não seria prático identificá-las no *scatterplot*, mas, é possível identificar nos dois cortes apresentados a existência de *outliers* bem dispersos no quadrante de classificação *High-High* e a existência de um bolsão de observações próximo à tendência no quadrante do tipo *Low-Low.*

5.3. Moran Local

Com o uso do programa GeoDa, foram calculados indicadores de associação espacial local do tipo Moran local. Verificou-se padrões de associação espacial estatisticamente significantes ao nível de 5%. A Figura 5.3-1 e a Figura 5.3-2 descrevem os mapas de *clusters* gerados para os anos de 1994 e 2014.

1994

Figura 5.3-1: Indicador de Moran Local – Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 1994

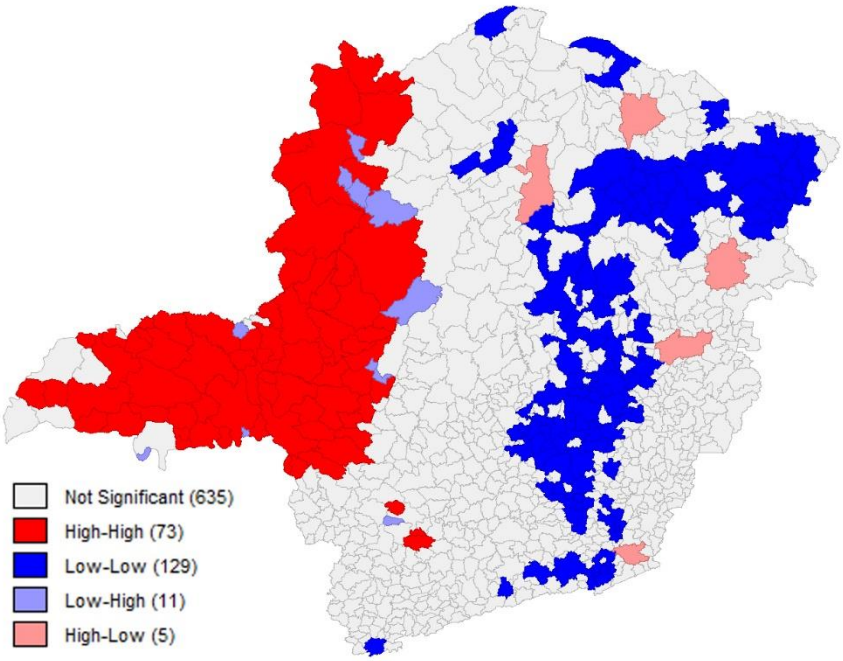


Fontes: Elaboração própria a partir de dados IBGE, malha do IpeaGeo e auxílio do programa GeoDa.

No ano de 1994 foram encontrados clusters significativos do tipo *High-High* de produção agropecuária nos municípios de Minas Gerais. Eles podem ser divididos em dois: o maior, localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Noroeste de Minas, e o segundo, também de grandes proporções, na mesorregião Sul e Sudoeste de Minas.

Também foram encontrados *clusters* significativos de produção agropecuária do tipo *Low-Low*, localizados principalmente na região leste do estado. Distribuídos de maneira mais dispersa, mas, com alguns focos onde há grande aglomeração de municípios com esse tipo de observação. As mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte, em municípios do Norte de Minas e Jequitinhonha foram encontradas significantes observações desse tipo de aglomeração.

Figura 5.3-2: Indicador de Moran Local – Produção Agropecuária dos Municípios de Minas Gerais em 2014



Fontes: Elaboração própria a partir de dados IBGE, malha do IpeaGeo e auxílio do programa GeoDa.

Em 2014, percebeu-se a existência de *clusters* de produção agropecuária nos municípios de Minas Gerais. Grande aglomeração do tipo *High-High* ocupava o oeste do estado, principalmente nas mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Noroeste de Minas.

Apesar de haver significante produção nos municípios do Sul de Minas Gerais, em 2014 não ocorreu efeito de aglomeração espacial tão significante em comparação à 1994.

No período estudado, observou-se a divisão mais marcante do estado entre Leste e Oeste em relação à produção agropecuária. A quantidade de municípios aglomerados do tipo *High-High* passaram de 83 em 1994 para 73 em 2014. Apesar da queda, pareceu haver aglomeração mais uniforme em municípios do Triangulo Mineiro e Alto Paranaíba e Noroeste de Minas.

Houve também aumento significativo dos *clusters* do tipo *Low-Low* na parte leste do estado, passando de 55 observações em 1994 para 129 observações em 2014. Os *clusters* desse tipo estão localizados principalmente no Jequitinhonha,

Vale do Mucuri, partes do Norte de Minas, e na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Entre 1994 e 2014, os cortes espaciais mostraram uma diminuição do cluster do tipo High-High na região do Sul e Sudoeste de Minas e um aumento no *cluster* da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Noroeste de Minas. (Número de observações).

No mesmo período houve aumento substancial do número de observações do tipo *Low-Low* na porção leste do estado, principalmente nas regiões do Vale do Mucuri, Jequitinhonha e porções do Norte de Minas.

Os resultados obtidos vão ao encontro do que Silva, Souza e Martins (2012) constataram, nesse estudo já haviam identificado a existência de dois grandes *clusters* de produção agropecuária e percebido aumento da concentração da produção agropecuária dos municípios em direção ao oeste de Minas Gerais ao comparar os anos de 1996 e 2006.

6. Conclusão

O principal objetivo deste trabalho era realizar uma Análise Exploratória de Dados Espaciais da produção agropecuária dos municípios de Minas Gerais em 1994 e 2014. Os resultados encontrados revelaram, através do uso da estatística I de Moran, existir autocorrelação espacial positiva significante da produção agropecuária entre os municípios do Estado.

Através do Indicador Local de Associação Espacial do tipo Moran Local, constatou-se também haver significante associação espacial em nível local. Foram identificados *clusters* do tipo *High-High* na porção oeste e no sul de Minas Gerais e *clusters* do tipo *Low-Low* na porção leste e noroeste do Estado.

Ao comparar os anos de 1994 e 2014, percebe-se ter havido uma concentração dos *clusters* o tipo *High-High* nas mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Noroeste de Minas. Houve uma diminuição do *cluster* localizado na mesorregião Sul e Sudoeste de Minas, apesar desta manter importante produção agropecuária. Houve um grande aumento *cluster* do tipo *Low-Low*, englobando mais municípios das mesorregiões onde já havia sido identificados.

Foram listados também, alguns fatores relevantes que podem ter levado a configuração atual das aglomerações espaciais identificadas, assim como fatores que tornaram possível tal configuração.

As aglomerações de alto valor de produção agropecuária identificados majoritariamente nas mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Noroeste de Minas coincidem por possuir municípios com maior área territorial. Os municípios dessas mesorregiões são, em média, 262% maiores em relação a todos os municípios do estado e 531% maiores que municípios do Sul e Sudoeste de Minas.

O modelo utilizado, por não levar em consideração a área, pode estar identificando aglomerações de municípios com grandes áreas, portanto, *caeteris paribus,* com potencial para gerar maior produção agropecuária *vis-à-vis* municípios com menor área.

Merecem investigações por estudos futuros se os efeitos desencadeados pelos programas de apoio a atividade agropecuária, assim como os programas de investimento em infraestrutura colaboraram ou não para a formação espacial atual do estado.

Referências

ABASSI, A.; MOGHADAS, Z. Comparing Performance of Educational System of World's Continents: A Fuzzy Three-Stage DEA Model. **International Mathematical Forum**, v. 58, p. 2885-2900, May 2010.

ABRAHÃO, J. Financiamento e Gasto Público da Educação Básica e Comparações com Alguns Países da OCDE e América Latina. **Revista Educação e Sociedade**, Campinas, v. 26, n. 92, p. 841-858, outubro 2005.

ALMEIDA, E. **Curso de Econometria Espacial Aplicada**. [S.l.]: Ed. ESALQ, 2004.

ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Editora Alínea, 2012.

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association-LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, Abril 1995.

ANSELIN, L. The Moran Scatteplor as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association. In: _____ **Spatial Analytical Perspective on GIS**. [S.l.]: [s.n.], 1996. p. 111-125.

ANSELIN, L. Interactive Techniques and Exploratory Spatial Data Analysis. In: LONGLEY, P., et al. **Geographical Information Systems:** Principles, Techniques, Management and Applications. New York: Wiley, 1999. p. 251-264.

ANSELIN, L. An Introduction to Spatial Autocorrelation Analysis with GeoDa. **Spatial Analysis Laboratory, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of llinois**, Junho 2003.

ANSELIN, L. et al. **Spatial analysis of crime**. Washington : Criminal Justice, 2000.

ARAUJO, T. C. A. D.; GODRIM, M. D.; SOUZA, V. S. **A ORGANIZAÇÃO SOCIAL DA AGRICULTURA FAMILIAR DO PROJETO JAÍBA-MG COMO DESAFIO PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL SUSTENTÁVEL**. Londrina: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2007.

BAER, W. **The Brazilian economy - growth and development**. 2nd. ed. Westport, CT, EUA: Greenwood Publishing Group In., 2003.

BDMG. **Minas Gerais do Século XXI**. Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2002.

BECKER, D. **Public-Sector Efficiency and Interjurisdictional Competition: an Empirical Investigation**. Universität Rostock - Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät - Institut für Volkswirtschaftslehre. Rostock. 2008. (Working Paper 101).

BIRD, J.; STRAUB, S. The Brasília Experiment Road Acces and the Spatial Pattern of Long-term Local Development in Brazil. **Development Policy Department, Policy Research Working Paper**, Julho 2014.

BROGGIO, C.; DROULERS, M.; GRANDJEAN, P. A DINÂMICA TERRITORIAL DA CAFEICULTURA BRASILEIRA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM MINAS GERAIS. **Revista TERRITÓRIO**, v. IV, n. 6, jan/jun 1999.

CASTRO, J. D. S. **O leite em Minas Gerais**. Belo Horizonte. 2010.

CASTRO, N. D. Logistic Costs and Brazilian Regional Development. **NEMESIS - Núcleo de Estudos e Modelos Espaciais Sistêmicos**, Agosto 2004.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring Efficency of Decision Making Units. **European Journal of Operational Research**, v. 3, p. 429-444, 1978.

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2015: relatória gerencial**. CNT:SEST:SENAT. Brasília. 2015.

FARIA, G. et al. EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA: IMPACTO DAS POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Julho 2010.

FJP. **A Trajetória do BDMG: imagens de um projeto para Minas**. Fundação João Pinheiro, Centro de Estudos Históricos e Culturais. Belo Horizonte. 1997.

FRIED, H. O. et al. Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis. **Journal of Productivity Analysis**, v. 17, p. 154-174, 2002.

FUJITA, M. The evolution of spatial economics: from Thünen to the new economic geography. **The Japanese Economic Review**, v. 61, n. 1, Março 2010.

GASQUES, J. et al. CONDICIONANTES DA PRODUTIVIDADE DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, Brasília, Abril 2004.

GASQUES, J. et al. Produtividade da agricultura: Resultados para o Brasil e estados selecionados. **Revista de Política Agrícola**, v. 3, Jul/Ago 2014.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Panorama do Comércio Exterior do Agronegócio de Minas Gerais**. [S.l.]. 2015.

GUERRA, C. **Meio Ambiente e Trabalho no Mundo do Eucalipto**. Belo Horizonte: [s.n.], 1996.

GUERRERO, P. VALE DO JEQUITINHONHA: A REGIÃO E SEUS CONTRASTES. **Revista Discente Expressões Geográficas**, Florianópolis, v. 5, p. 81-100, maio 2009.

GUILLAIN, R.; LE GALLO, J. Agglomeration and dispersion of economic activities in paris and its surroundings: An exploratory spatial data analysis. **Laboratoire d'Economie et de Gestion, Université de Bourgogne**, 2007.

HERRERA, S.; PANG, G. Efficiency of Public Spending in Developing Countries: An Efficiency Frontier Approach. **Policy Research Working Paper Series**, The World Bank, 2005.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades 2007**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2008.

KENGEN, S. Industrial Forestry and Brazilian Development: A Social, Economic and Political Analysis with Special Emphasis on the Incentives in the Jequitinhonha Velley. **Australian National University**, 1985.

KRUGMAN, P. **Geography and Trade**. Cambridge: MIT Press, 1991.

KRUGMAN, P. Increasing Returns and Economic Geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, p. 483-499, 1991.

LIU, J.; TONE, K. A multistage method to measure efficiency and its application to Japanese banking industry. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 42, n. 2, p. 71-91, June 2008.

LLOYD, C. **Spatial data analysis:** an introduction for GIS users. New York: Oxford University Press Inc., 2010.

LOOIJEN, A.; HEIJMAN, W. EUROPEAN AGRICULTURAL CLUSTERS: HOW CAN EUROPEAN AGRICULTURAL CLUSTERS BE MEASURED AND IDENTIFIED? **Economics of Agriculture**, v. 2, p. 337-353, 2013.

MARTINS, A. **Diagnóstico do setor de biociências em Minas Gerais**. SEBRAE Minas. Belo Horizonte. 2014.

MELLO, J. C. C. B. S.; CLÍMACO, J. C.; MEZA, L. A. **Índice de Eficiência MCDEA**. XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Goiânia: [s.n.]. 2006.

MILLER, H. Tobler's First Law and Spatial Analysis. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 94, n. 2, p. 284-289, 2004.

MINAS GERAIS. **Relatório final da Comissão Especial de Fruticultura**. Comissão Especial de Fruticultura. Belo Horizonte. 2004.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Disponivel em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1248287941.pdf>. Acesso em: 24 Setembro 2015.

MUELLER, C. Dinâmica, condicionantes e impactos ambientais da evolução da fronteira agrícola no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 26, n. 3, p. 64-87, julho/setembro 1992.

PELEGRINI, D.; SIMÕES, J. EVOLUÇÃO, PROBLEMAS E DESEMPENHO DA CAFEICULTURA DE MINAS GERAIS. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Campo Grande, Julho 2010.

PESSOA, F. et al. Qual a Direção da Convergencia na Produtividade da Mão de Obra na Agropecuária de Minas Gerais? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. 4, p. 783-800, Outubro/Dezembro 2014.

PICARD, M.; ZENG, D. Agricultural sector and industrial agglomeration. **Journal of Development Economics**, v. 77, p. 75-106, 2005.

PIRES, M. PROGRAMAS AGRÍCOLAS NA OCUPAÇÃO DO CERRADO. **Sociedade e Cultura**, v. 3, n. 2, dezembro/janeiro 2000.

REIS, R. J. et al. ANÁLISE ESPACIAL DO PERÍODO CHUVOSO EM MINAS GERAIS. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Setembro 2005.

SALVATO, M. et al. Disparidades Regionais em Minas Gerais. **Ibmec MG Working Paper**, v. WP35, 2006.

SANTOS, M. et al. Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba: O Marco Inicial do Processo de Ocupação do Cerrado Brasileiro. **Revista Brasileira de Educação de Cultura**, v. 8, n. 2, p. 17-43, Julho-Dezembro 2013.

SILVA, E.; FONTES, R.; ALVES, L. F. **Análise das disparidades regionais em Minas Gerais**. XI Seminário sobre a Economia Mineira. Diamantina: [s.n.]. 2004.

SILVA, G. J. C. D.; SOUZA, E. C.; MARTINS, H. E. D. P. Produção Agropecuária em Municípios de Minas Gerais (1996-2006): padrões de distribuição, especialização e associação espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piraciacaba, v. 50, n. 2, p. 333-350, Abr/Jun 2012.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art. **Journal of Productivity Analysis**, v. 13, p. 49-78, 2000.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: Recent Developments and Perspectives. In: FRIED, H. O.; KNOX LOVELL, C. A.; SCHMIDT, S. S. **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth**. [S.l.]: Oxford University Press, 2008. Cap. 4, p. 421-521.

SOUZA, G. M. D. AGROPECUÁRIA NO ESTADO DE SÃO PAULO: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS ESPACIAIS. **Economia & Pesquisa**, v. 12, n. 12, p. 70-101, novembro 2010.

STOŠIĆ, B. D.; FITTIPALDI, I. P. **Multiple Data Envelopment Analysis: The Blessing of Dimensionality**. [S.l.]. 2007.

THISSE, J.-F. Geografia Econômica. In: AL, B. D. O. C. E. **Economia regional e urbana:** teorias e métodos com ênfase no Brasil. Brasília: Ipea, 2011.

TOBLER, W. A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit, v. 46, p. 234-240, Junho 1970.