
Dinâmica espacial e formação de clusters significativos no setor agropecuário de Minas Gerais

Esdras Cardoso de Souza*

Guilherme Jonas C. da Silva**

RESUMO - A produção do setor agropecuário brasileiro passou recentemente por mudanças profundas, com rebatimentos na competitividade dos estados e, em particular, do Estado de Minas Gerais. O objetivo do trabalho é testar a hipótese de que existe no estado de Minas Gerais uma natureza multidirecional do padrão de interação intermunicipal, que produz notórios efeitos espaciais. A análise espacial dos dados é categórica, existe certa dependência espacial na produção agropecuária, o que implica em dizer que o padrão de interação intermunicipal produz externalidades espaciais positivas, que formam e ampliam os *clusters* significativos, explicando o maior dinamismo setorial nas regiões mais produtivas.

Palavras-chave: Economia Agropecuária. Econometria espacial. Minas Gerais.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura e a pecuária sempre foram pilares importantes de sustentação da dinâmica da economia brasileira. Com o tempo houve grandes mudanças que culminaram em uma melhoria no padrão de produção do setor agropecuário do país. Esta melhoria está disseminada no campo desde a década 1970, podendo ser observada pelo uso mais intensivo de tecnologias no processo produtivo, mais especificamente, pelo uso de máquinas agrícolas modernas, adequação de novas culturas ao clima e ao solo, entre outros fatores, que acarretaram em um aumento significativo da produtividade. Ademais, os incentivos governamentais com planejamento econômico específico também contribuíram para a melhoria da competitividade do setor agropecuário brasileiro.

A mudança no padrão de produção do setor agropecuário brasileiro melhorou a competitividade de alguns estados, notadamente, dos estados de Minas Gerais e Paraná. A propósito, conforme destacado pela literatura teórica e empírica, os ganhos de produtividade no setor agropecuário do país e, em particular, do Estado de Minas Gerais, decorreram basicamente do uso mais intenso de novas tecnologias no meio rural, do aumento da profissionalização e dos incentivos às pesquisas direcionadas para o setor. Essa nova

* Graduado em Economia pela Universidade Federal de Uberlândia. Endereço eletrônico: esdrascsc@gmail.com.

** Professor Adjunto do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia. Endereço eletrônico: guilhermejonas@ie.ufu.br.

configuração da economia agropecuária mineira consolidou o estado como um dos maiores produtores setoriais do país.

A hipótese do trabalho é que há certa dependência espacial no estado de Minas Gerais, que produz notórias externalidades espaciais positivas. Mais especificamente, as relações intermunicipais dentro do estado implicam em uma formação de *clusters* significativos que determinam o maior dinamismo setorial nas regiões mais produtivas.

Para testar a hipótese lançada, o artigo está estruturado em quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção, apresenta-se a distribuição espacial recente do setor agropecuário de Minas Gerais, que passou por mudanças consideráveis, inclusive de cunho estrutural, incorporando práticas que alavancaram a produção setorial. Na seção seguinte, discute-se a metodologia empírica do trabalho. Na quarta seção, encontra-se a base de dados utilizada e os resultados encontrados na análise espacial. A última seção, a título de conclusão, apresenta algumas sugestões que poderiam ser adotadas para melhorar a produtividade do setor agropecuário estadual.

2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL RECENTE DA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS

As mudanças que ocorreram na agricultura e pecuária brasileira moldaram a estrutura produtiva do setor nos padrões que podem ser observados atualmente. O Brasil saiu da condição de colônia primário exportadora, para um país em desenvolvimento, com um mercado interno claramente estabelecido e industrializado, mas mantendo a forte ligação com a agropecuária, que ainda é considerada um dos pilares da economia brasileira.

Para que a estrutura produtiva do setor primário brasileiro se tornasse um modo de produção mais dinâmico, foi necessária uma mudança estrutural no setor, rompendo com o padrão colonial de monocultura. Após tal ruptura, práticas modernas começaram a ser implantadas conjuntamente com um aumento contínuo de máquinas agrícolas e insumos nos campos, possibilitando um considerável aumento na produtividade do setor agropecuário brasileiro.

Esse aumento na produção e na produtividade pode ser observado mais fortemente nas regiões do Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Como Minas Gerais é parte importante da região sudeste, recebeu impactos diretos das mudanças estruturais do setor agropecuário brasileiro, tendo sua produção aumentada e tornando-se um dos estados com maior representatividade no cenário nacional.

A integração do estado de Minas Gerais com São Paulo e com a região Centro-Oeste dá indícios de que a formação socioeconômica estadual transcendeu as delimitações geográficas naturalmente formadas. As regiões do Sul de Minas, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba são a prova de que a dinâmica particular setorial não se deu apenas pelas próprias forças do estado, mas por um caráter regionalista apregoado na iniciativa de expansão para regiões centrais do país (GUIMARÃES, 2004).

Evidentemente, o estado de Minas Gerais absorveu parte das mudanças ocorridas na dinâmica do setor agropecuário brasileiro. Com efeito, essas mudanças possibilitaram que o estado apresentasse avanços interessantes na sua produção total. Em princípio, será apresentada a distribuição espacial da atividade agropecuária no estado de Minas Gerais em 1995.

Nas Figuras 1 e 2 encontram-se a produção setorial mineira em 1995 e 2005, respectivamente. Observe que há uma grande concentração, fundamentalmente no oeste do estado, que se subdivide em três macrorregiões denominadas Alto Paranaíba, Triângulo Mineiro e Sul de Minas. Na década de 1990, a distribuição da produção agropecuária mineira se concentrava principalmente na região do oeste do estado, entretanto, esse processo se intensificou no início da década de 2000. Este fato pode ser observado na Figura 2, em que algumas regiões se consolidaram como as maiores produtoras e outras se beneficiaram da proximidade com essas regiões.

Assim, percebe-se que as regiões do Triângulo Mineiro, Alto do Paranaíba e Sul de Minas são relativamente mais produtivas. Essa produtividade mais elevada dessas regiões é explicada pela concentração de diversas variáveis, que possuem uma relação direta com a produção agropecuária. A literatura destaca as seguintes variáveis explicativas: Área Plantada Total, Crédito para Comercialização, Custo e Investimento, Terras Irrigadas, Total de Tratores e Despesas com Salários Agropecuários.

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA TOTAL DE MINAS GERAIS - 1995

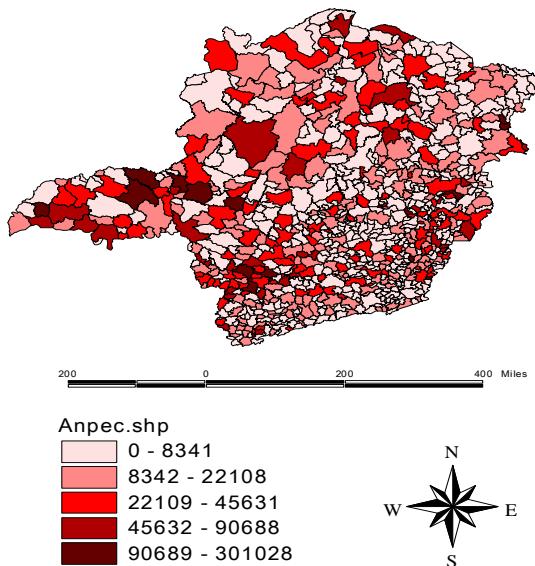
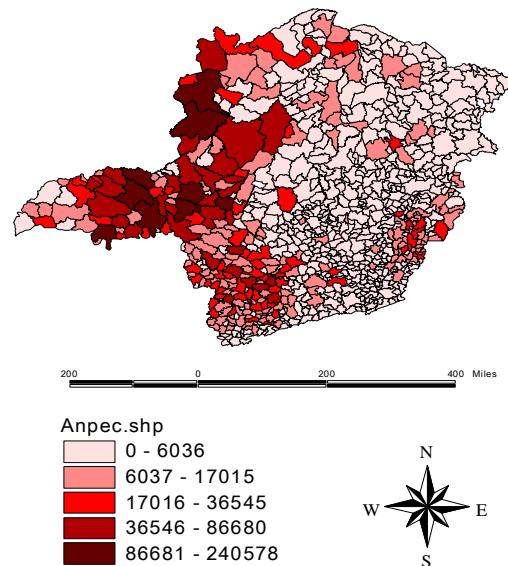


FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA TOTAL DE MINAS GERAIS - 2005



FONTE: Dados IPEADATA, Elaboração própria.

3 METODOLOGIA

Segundo Almeida (2004), uma análise exploratória dos dados espaciais parece apropriada, já que as variáveis que determinam o produto interno bruto do setor podem apresentar interações espaciais multidirecionais que beneficiam a própria dinâmica setorial. A análise espacial trata diretamente de efeitos decorrentes da dependência espacial e heterogeneidade espacial.

A dependência espacial, segundo Almeida (2004), significa que o valor de uma variável de interesse numa certa região depende do valor dessa variável nas regiões vizinhas. O objetivo da construção dos pesos é encontrar novas variáveis, as defasagens espaciais (*spatial lags*), tanto para a variável dependente quanto para as variáveis explicativas e para os termos de erro do modelo. As novas variáveis incorporam a dependência espacial através da média dos valores dos vizinhos. Por isso, cria-se uma nova variável que é a média ponderada dos vizinhos (os elementos da matriz de pesos que não são zero).

Anselin (1988) argumenta que a heterogeneidade espacial se manifesta quando ocorre instabilidade estrutural no espaço, fazendo com que haja diferentes respostas,

dependendo da localidade espacial. A consequência é a possibilidade de provocar a instabilidade estrutural sobre os resultados da regressão, causando a perda da eficiência e, em alguns casos, estimativas viesadas e inconsistentes.

A econometria espacial é a subárea da econometria que trata da dependência espacial e da heterogeneidade espacial nos modelos econométricos. A metodologia empregada tem por objetivo entender o comportamento das variáveis no espaço, sendo capaz de identificar e tratar a heterogeneidade espacial, bem como diagnosticar, controlar e analisar a dependência espacial em determinadas regiões.

3.1. AUTOCORRELAÇÃO E A ESTATÍSTICA *I* DE MORAN GLOBAL

A Estatística Global do Indicador de Moran tem por objetivo mensurar a autocorrelação espacial, pois através desta estatística pode-se obter o padrão exato de associação presente nos dados de um determinado local (*i*) com respeito a média ponderada dos valores da vizinhança (*j*), estabelecendo-se as defasagens espaciais ou *lags* espaciais.

O cálculo do indicador é dado pela seguinte fórmula:

$$I = \frac{n}{\sum \sum w_{ij}} \frac{\sum \sum w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

com $-1 < I < 1$ e média $E(I) = [1/n-1]$. A letra *n* refere-se ao número de observações, no caso deste trabalho são de 853 municípios; A letra *y* é a variável objeto de análise, ou seja, produção agropecuária mineira; já as letras *i* e *j*, são os locais distintos onde há observação desta mesma variável *y*, no qual os valores atribuídos a um determinado município (*i*) dependem dos valores dos vizinhos imediatos (*j*), de modo que $y_i = f(y_j)$, estabelecendo-se assim um grau de interação entre os distintos municípios *i* e *j*; Finalmente, a variável *w* é o critério de vizinhança estabelecido para duas regiões distintas, mais especificamente, é a matriz de peso dos municípios *i* e *j*. (ALMEIDA, 2004).

Observe que, se a estatística apresentar um valor negativo, indica que os fatores observados não são homogêneos, caso contrário, se apresentar um valor positivo, sinaliza que há homogeneidade entre os valores, e assim uma ligação espacial. Essa estatística discutida refere-se à análise global, entretanto, o resultado global muitas vezes é consequência de um resultado local. Com efeito, deve-se analisar adicionalmente a estatística local de associação espacial.

3.2. AUTOCORRELAÇÃO E A ESTATÍSTICA *I* DE MORAN LOCAL

A Estatística Local do Indicador de Moran será intensamente utilizada no trabalho para diagnosticar os graus de associações presentes no setor agropecuário do Estado de Minas Gerais. Este é calculado da seguinte forma:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum (y_j - \bar{y})^2 / n} = z_i \sum w_{ij} z_j$$

Os termos z_i e z_j são variáveis padronizadas e o somatório sobre a variável j indica que somente os vizinhos diretos de um determinado município são de fato considerados na análise, atendendo assim o sentido de ser local. Essa estatística demonstra a significância do agrupamento existente em determinado local decompondo o indicador global em quatro tipos de padrões de associação local. Essa estatística *I de Moran Local* está indicando o grau de associação existente entre o valor de uma variável i em um determinado local e a média da outra variável nos municípios circunvizinhos (ANSELIN *et al.*, 2003, p.7 *apud* ALMEIDA, 2004, p. 11).

3.3. ANÁLISE DE CLUSTERS ESPACIAIS

Segundo Almeida (2004), essa análise é definida pela seguinte fórmula:

$$b = \frac{y' W y}{y' y}$$

Novamente, a variável de interesse é a variável y , dessa forma, ao se analisar a dispersão (*scatter*) do *I* de Moran, pode-se chegar à defasagem e aos agrupamentos presentes na análise. A variável $W y$ é a defasagem espacial da variável dependente. Com efeito, a estatística *I* é o determinante da inclinação da regressão de $W y$ sobre y , de modo que o sinal positivo do coeficiente implica em correlação positiva, caso contrário, há correlação negativa.

A teoria econométrica espacial discute quatro tipos de associação linear, quais sejam:

1. *High – High* (Alto-Alto): Significa que os municípios que compõe este *cluster* (agrupamento), bem como seus vizinhos, apresentam valores altos no tocante a variável em questão;
2. *Low – Low* (Baixo – Baixo): Significa que os municípios que compõe este *cluster* (agrupamento), bem como seus vizinhos, apresentam valores baixos no tocante a variável em questão;

-
3. *High – Low* (Alto – Baixo): Situação na qual a unidade ou um determinado agrupamento espacial apresenta(m) valor(es) alto(s), mas os valores da variável em estudo nos municípios circunvizinhos são baixos;
 4. *Low – High* (Baixo-Alto): Situação na qual a unidade ou um determinado agrupamento espacial apresenta(m) baixo(s) valor(es) em relação à variável de interesse, mas os valores da variável em estudo nos municípios circunvizinhos são altos.

4 BASE DE DADOS E ANÁLISE EXPLORATÓRIA

A Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) tem por objetivo descrever a distribuição espacial, compreender os padrões de associação espacial (*clusters* espaciais), verificar a existência e as formas de instabilidade espacial. Os dados utilizados na análise, foram extraídas do Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas (IPEA)¹. As variáveis selecionadas estão em níveis municipais e restritas aos anos de 1995 e 2005, respectivamente.

A análise do setor agropecuário mineiro demonstra que a produção se concentra principalmente nas regiões do Sul de Minas, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A microrregião de Araguari, Uberlândia e Uberaba formam um *cluster* significativo, já que apresenta um nível elevado de autocorrelação espacial global positiva (classificação *high-high* ou alto-alto), fato ratificado pelo Indicador de Associação Espacial Local.

As Figuras 3 e 4 demonstram a consolidação da importância da produção setorial do oeste do estado de Minas Gerais. As áreas em vermelho possuem valores elevados no tocante à produção agropecuária, demonstrando que as unidades espaciais situadas no oeste mineiro aumentaram sua produção e tornaram-se as regiões mais produtoras no estado. Note que a região do Alto Paranaíba, mais especificamente, as microrregiões de Unaí, Paracatu, Buritis e João Pinheiro no Alto Paranaíba apresentam o mesmo padrão. No Sul de Minas, destacam-se as microrregiões de Poços de Caldas, Cássia, Itapecerica, Formiga e Alfenas.

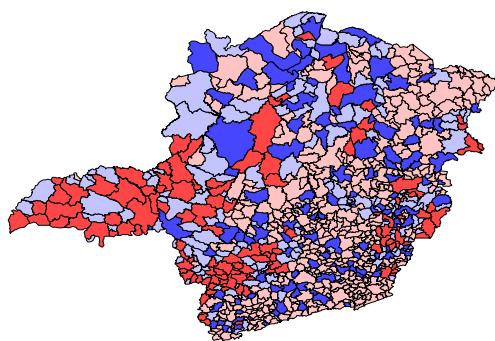
A Estatística *I de Moran Local*, indicada na Figura 5 e 6 também tem grande importância para a análise, por evidenciar o grau de significância de determinados *clusters*. Pelo Indicador Local de Associação Espacial (LISA), as principais microrregiões produtoras foram as de Araguari e Uberlândia. O estado apresenta uma produção relativamente elevada no setor agropecuário, mas apenas alguns municípios são responsáveis pela maior parte da produção setorial. Esses resultados ressaltam a elevada desigualdade regional setorial no estado.

¹ www.ipeadata.gov.br

Ademais, nota-se uma ampliação da formação de *clusters* significativos no estado de Minas Gerais, com destaque para as regiões mais produtoras. Isso implica em dizer que o estado pode estar estimulando eficientemente a dinâmica setorial, com políticas de incentivo apropriadas.

Com efeito, a hipótese do trabalho está confirmada, o argumento implícito é que há certa dependência espacial no setor agropecuário, de modo que as políticas direcionadas para um determinado município com o intuito de melhorar, por exemplo, as técnicas produção e/ou as práticas de irrigação, são rapidamente disseminadas no campo, dinamizando a economia local e ampliando os *clusters* regionais significativos. Assim, os municípios responsáveis pela maior produção agropecuária no estado apresentam alguma sinergia que resultam em externalidades espaciais positivas e, portanto, ganhos sucessivos de produtividade na região em que estes se situam.

FIGURA 3 – MAPA DE AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL DA VARIÁVEL PIB AGROPECUÁRIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS: 1995

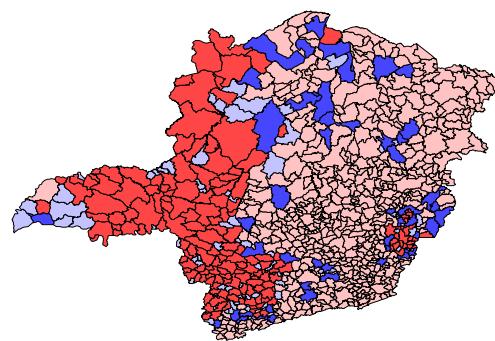


Q_ PIB95

High-High
Low-Low
High-Low
Low-High



FIGURA 4 – INDICADOR LOCAL DE ASSOCIAÇÃO ESPACIAL (LISA) DA VARIÁVEL PIB AGROPECUÁRIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS: 2005

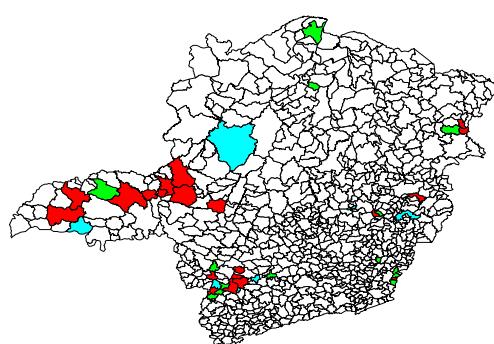


Q_ PIB05

High-High
Low-Low
High-Low
Low-High



FIGURA 5 – INDICADOR LOCAL DE ASSOCIAÇÃO ESPACIAL (LISA) DA VARIÁVEL PIB AGROPECUÁRIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS: 1995

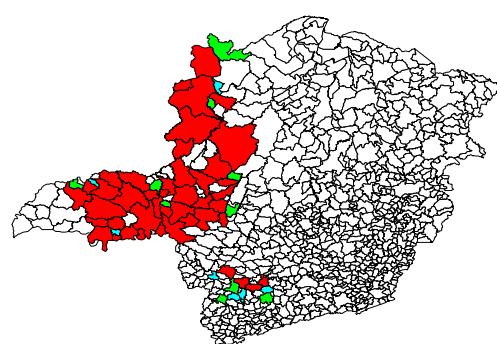


S_ PIB95

■	not significant
■	$p = 0.05$
■	$p = 0.01$
■	$p = 0.001$



FIGURA 6 – INDICADOR LOCAL DE ASSOCIAÇÃO ESPACIAL (LISA) DA VARIÁVEL PIB AGROPECUÁRIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS: 2005



S_ PIB05

■	not significant
■	$p = 0.05$
■	$p = 0.01$
■	$p = 0.001$



FONTE: Base de dados IPEADATA. Os exercícios apresentados nas figuras 3, 4, 5 e 6 foram realizados no *Space Stat* e visualizados no Arcview GIS 3.2

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese central do trabalho é que há certa dependência espacial nas estratégias produtivas no estado de Minas Gerais. A análise espacial dos dados demonstrou que os fatores espaciais (dependência espacial ou estratégias produtivas interdependentes) afetaram positiva e significativamente a dinâmica setorial.

A análise identificou alguns *clusters* setoriais significativos a partir do Indicador Local de Associação Espacial (LISA). A significância deste indicador no período em consideração implica em dizer que, existem externalidades positivas multidirecionais da produção agropecuária nos municípios de algumas mesorregiões do Estado de Minas Gerais que devem receber maior atenção por parte do setor público, para que desenvolva e estimule novos ingressos naquele(s) polo(s) agropecuário(s) de crescimento.

Estes resultados são úteis tanto para o setor público como para o privado, pois ambos podem se beneficiar dessas informações. O setor privado por saber os locais em que economia está mais aquecida. O setor público, por identificar as regiões mais e menos dinâmicas no estado, podendo elaborar políticas específicas para intensificar as externalidades locais nas regiões dinâmicas ou atenuar os problemas nas regiões menos produtivas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. *Curso de econometria espacial aplicada*. Piracicaba – SP, Ed. ESALQ, 2004.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*. v. 27, 2, p. 93-115, 1995.
- ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Boston: Kluwer Academic, 284 p., 1988.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>
- FURTADO, C. Monteiro. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1984.
- SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 11., 2009. **A influência paulista na formação econômica e social do triângulo mineiro**.
- ORTEGA, A. C. **Territórios deprimidos: os desafios para as políticas de desenvolvimento rural**. In: Campinas, Ed. Alínea, Cap. 7, 2008.
- CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45, 2007, Londrina. **Efeitos espaciais na produção de soja no Estado do Paraná**. Brasília: SOBER, 2007.
- SILVA, J. G. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. Campinas: Unicamp Instituto de Economia, 1998.
- SILVA, J. G. O. **Novo rural brasileiro**. Belo horizonte: Nova Economia, 1997.
- SILVA, J. G. **Tecnologia e agricultura familiar. Porto Alegre – RS**. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 1999.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>
- IBGE – Censo Agropecuário do Brasil 2005. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.