

# AGROPECUÁRIA NO ESTADO DE SÃO PAULO: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS ESPACIAIS

## AGRICULTURE IN SÃO PAULO STATE: AN EXPLORATORY ANALYSIS OF SPATIAL DATA

Geraldo Martins de SOUZA<sup>1</sup>

---

**Resumo:** Este trabalho objetiva apresentar um diagnóstico da agropecuária do Estado de São Paulo, considerando seus 645 municípios, para a realização de uma Análise Exploratória dos Dados Espaciais, pressuposto da econometria espacial. O Valor Adicionado da agropecuária foi nossa variável de interesse que, associado às variáveis capital, trabalho, energia, estrada pavimentada e estrada não pavimentada, respectivamente, o I de Moram Global e Local. Quanto aos resultados foram observados 41 *outliers*, coincidentemente na sua maioria, identificadas numa região cuja aglomeração é do tipo Alto-Alto, localizado na região de Barretos e Central e Norte da região de Campinas. Outros dois *clusters* do tipo Baixo-Baixo foram localizados; um no extremo oeste do Estado, especificamente na região de Presidente Prudente, e outro no extremo leste, que compreende as regiões metropolitanas de São Paulo, Baixada Santista, Campinas e a região de São José dos Campos. Em relação aos *clusters* globais foi encontrada alta correlação espacial. Quando considerados os *clusters* bivariados para alguma variável de efeito, foram encontrados autocorrelações

---

<sup>1</sup> Mestre em Economia pela Universidade Estadual de Maringá – PCE/UEM. – geraldo.neade@ig.com.br

positiva e negativa.

**Palavras-chave:** Autocorrelação espacial. Valor Adicionado. I de Moran. Municípios.

**Abstract:** This work presents an assessment of the agriculture of Sao Paulo State, considering its 645 municipalities, to carry out an Exploratory Analysis of Spatial Data, the assumption of spatial econometrics. The value added of agriculture is our variable of interest that associated with variable capital, labor, energy, paved and unpaved road, respectively the Global and Local Moran's I. About the results, 41 outliers were found, coincidentally, mostly identified in a region where clustering is the High-High type, located in Barretos region, Central and Northern region of Campinas. Two other clusters of the type Low-Low were found, one in the west end of the state, specifically in Presidente Prudente region, and the other one at the eastern end, which includes the metropolitan areas of Sao Paulo, Santos, Campinas and region from Sao Jose dos Campos. About the global clusters, it was found a high spatial correlation. When the bivariate clusters are considered for some variable effect, the positive and negative autocorrelations were found.

**Keywords:** Spatial autocorrelation. Added Value. Moran's I. Municipalities.

---

## 1 Introdução

O estado de São Paulo indubitavelmente gera a maior riqueza do país, grande parte advinda da atividade industrial, de serviço e

finanças e, em escala menos significativa, da agropecuária. Apesar de o setor primário gerar menor riqueza se comparado aos outros setores, não significa que a agropecuária seja desprezível no estado; muito pelo contrário, em muitos setores se destaca como principal produtor do país. Um dos principais produtos é a cana-de-açúcar, que contribui com 60% (UNICA, 2005) da produção nacional; mas segundo o SEADE são os municípios paulistas produtores de laranja que agregam maior valor adicionado ao PIB, sendo que a produção de laranja atinge mais de 80% da produção nacional (IEA, 2005). Outros produtos também são importantes na atividade agropecuária paulista, como a carne bovina e culturas temporárias. Apesar da existência de segmentos importantes, grande parte dos municípios paulistas, baseados economicamente na agropecuária, são municípios pobres, ensejando que o estudo deste setor sirva para mapear as zonas produtoras de maior importância e aquelas que necessitam de maior atenção.

A maioria dos estudos está relacionada ao desenvolvimento da economia paulista, considerando sempre como propulsor do crescimento econômico a produção industrial, serviços ou finanças. Embora haja fartos estudos sobre a agropecuária paulista, pouco se produziu sobre o enfoque da sua distribuição espacial.

Nesse sentido, objetivamos no presente trabalho realizar uma análise exploratória dos dados espaciais da agropecuária paulista, utilizando como instrumento metodológico a econometria espacial, proposto por Anselin (1988) e o modelo teórico baseado em Oliveira (2004). Tomamos também como orientação básica o estudo de Pinheiro (2007), que faz um estudo sobre a distribuição espacial da agropecuária do estado do Paraná.

Assim, ao longo deste trabalho, estaremos expondo o método

de econometria espacial como ramificação da economia tradicional, em que podemos esclarecer, em síntese, o arcabouço deste instrumental de análise de economia regional. Na primeira parte fazemos uma apresentação sintetizada do cenário agropecuário do Estado de São Paulo. Na segunda parte fazemos uma introdução geral da metodologia utilizada, incluindo as explicações dos mecanismos da análise exploratória da dependência espacial.

Em seguida, apresentaremos as variáveis utilizadas considerando, em grande parte, as utilizadas por Oliveira (2004), substituindo o valor bruto da produção da agropecuária pelo valor adicionado ao PIB desse setor, excluindo os referentes às chuvas e à temperatura. Em seguida, faremos uma análise empírica para a agropecuária paulista, onde são identificados os *outliers* e os *clusters* e avaliaremos o nível de autocorrelação espacial com o apoio do software Geoda. E, por fim, apresentaremos nossas considerações finais.

## **2 A Economia Paulista e a Agropecuária**

O estado de São Paulo é constituído por 645 municípios e está dividido em 15 regiões administrativas<sup>2</sup>, sendo três delas regiões metropolitanas. Segundo dados do IBGE/SEADE (2007b) o PIB destas três regiões metropolitanas, somados aos PIBs das regiões de São José dos Campos e Sorocaba, respondem por mais de 85,8% de toda riqueza gerada no estado. Somente a região metropolitana de São Paulo tem uma participação de 57,3% do PIB paulista e o Estado de São Paulo compõe 33,9% do PIB brasileiro que, em valores correntes atinge 727

---

<sup>2</sup> Presidente Prudente, Araçatuba, São José do Rio Preto, Marília, Bauru, Barretos, Franca, Ribeirão Preto, Central, Sorocaba, Registro, São José dos Campos e Região Metropolitana de Campinas, São Paulo e Baixada Santista.

bilhões de reais de um montante de 2,14 trilhões do PIB nacional no ano de 2005.

TABELA 1 – V. A. Bruto do Brasil, por Atividades Econômicas Estado de SP – 2005 - %

<b>Atividade Econômica</b>	<b>2005</b>
<b>Total</b>	<b>33,2</b>
Agricultura, silvicultura e exploração florestal	13,4
Pecuária e pesca	5,3
Indústria extrativa mineral	1,5
Indústria de transformação	44,0
Construção	26,9
Produção e distribuição de eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	31,9
Comércio e serviços de manutenção e reparação	33,4
Serviços de alojamento e alimentação	30,8
Transportes, armazenagem e correio	36,3
Serviços de informação	42,3
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	51,0
Serviços prestados às famílias e associativos	36,1
Serviços prestados às empresas	45,3
Atividades imobiliárias e aluguel	33,8
Administração, saúde e educação públicas	18,7
Saúde e educação mercantis	41,6
Serviços domésticos	32,2

**Fonte:** IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Regionais; Fundação Seade, 2007.

Grande parte desta riqueza é oriunda da atividade industrial de transformação, intermediação financeira e serviços, como podemos observar na tabela 1.

Observamos ainda que a tabela 1 é composta por 17 itens que são base para o cálculo do PIB municipal e compara a participação do

valor adicionado dos setores paulistas na composição destes setores em nível nacional. Podemos observar que o valor adicionado da economia paulista é de 33,2% do valor adicionado nacional. Da mesma forma, observamos que a agricultura e a pecuária acumuladas respondem por 18,7% do valor adicionado nacional.

Nesse sentido, é visível a predominância do setor industrial e de serviços como elementos propulsores da atividade produtiva do estado de São Paulo, em detrimento da agropecuária que, segundo dados do SEADE (2007a), responde apenas por 1,5% do PIB do estado. Entretanto, a atividade agrícola e pecuária paulista tem forte influência, se considerada a geração de riqueza agropecuária em todo o país, pois corresponde a 10% do PIB deste setor, que em valores correntes ultrapassam 11 bilhões de reais.

A cana-de-açúcar e a laranja são os principais produtos que influenciam na composição do PIB agropecuário paulista, mas restrito a algumas regiões, seguido da pecuária e outras culturas.

### **3 Metodologia: Econometria tradicional e econometria espacial**

A diferença existente entre a econometria espacial e a econometria tradicional está na interação socioeconômica e estrutura do espaço entre agentes num sistema que pode ser instável. Além disso, a econometria espacial trata quantitativamente o comportamento quanto aos fatores exógenos, independentes no espaço, quanto da interação com outros agentes heterogêneos ao longo do espaço. (Anselin, 2003; Anselin, 1988; Anselin e Bera, 1998 *apud* Almeida, 2004).

De outra forma, podemos definir os conceitos acima como dependência espacial ou correlação espacial e heterogeneidade espacial.

O primeiro termo significa que o valor de uma variável de interesse numa certa região  $i$  depende do valor dessa variável nas regiões vizinhas  $j$ . O segundo termo significa que existem respostas diferentes aos estímulos proporcionados pela variável em estudo, dependendo do lugar que ocorram, ou seja, a região  $i$  é estruturalmente diferente do seu vizinho  $j$  e quanto mais distante for o vizinho, maior será a probabilidade desta diferença.

É perceptível que a econometria espacial incorpora os efeitos espaciais e a heterogeneidade espacial, o que a econometria tradicional não o faz. Ao considerar esses efeitos, cria um problema a ser solucionado, pois *sou vizinho do meu próprio vizinho e meu vizinho, além de ser vizinho meu, é também vizinho dos vizinhos dele que, por sua vez, são meus vizinhos de segunda ordem, e assim por diante*<sup>3</sup>, o que apresenta certa interdependência entre as regiões e, simultaneamente, provoca dependência espacial e heterogeneidade espacial, criando um imbricamento.

Almeida (2004) sugere para a solução deste imbricamento que se faça uma análise exploratória dos dados, para se conhecer a estrutura e interação do processo espacial, ou se realize testes para identificar efeitos espaciais, por exemplo, o I de Moran.

### **3.1 Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE)**

Almeida (2004) explica que a Análise Exploratória dos Dados Espaciais consiste em um conjunto de técnicas, contendo informações geográficas que possibilitam a descoberta de padrões espaciais nos dados, sugerindo alternativas de padronização da estrutura dos espaços.

---

<sup>3</sup> Citado por Almeida, 2004.

Como as variáveis em estudo normalmente estão disponíveis no modo extensivas, isto é, sem que haja uma padronização dos dados, então é aconselhável transformar os dados em variáveis intensivas, isto é, dividi-las por algum indicador de intensidade, normalmente pela área geográfica do município ou da região em estudo.

Assim, de um modo mais geral e de forma simplificada podemos identificar os *cluster* e *outliers*. Entretanto, são necessários alguns passos que possam facilitar a mensuração de autocorrelação espacial, que pode ser global ou local.

Almeida (2004) destaca:

a) Associação Espacial Global Univariada – partindo da variável de interesse é necessário testar a hipótese de que os dados são distribuídos aleatoriamente, isto é, os valores de uma região não dependem dos valores da outra. Para isso é utilizada a Estatística de *I* de Moran, dada pela fórmula:

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

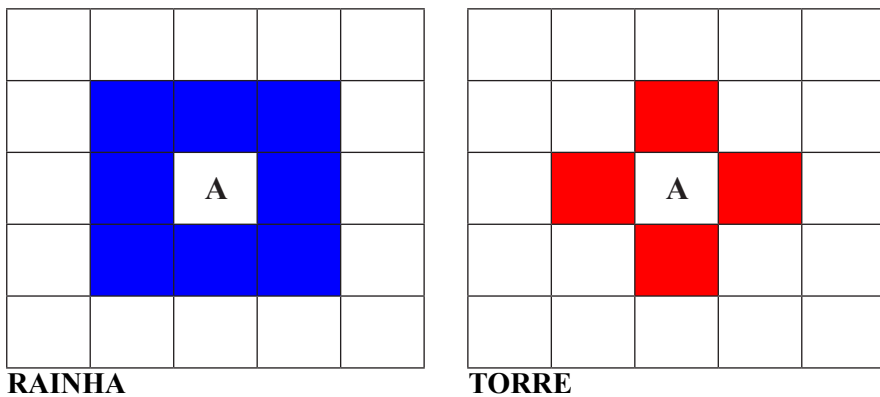
em que  $n$  é o número de unidades espaciais,  $y_i$  é a variável de interesse,  $w_{ij}$  é a matriz de peso espacial para o par de unidades espaciais  $i$  e  $j$ , medindo o grau de interação entre elas.

A matriz  $w_{ij}$  é o elemento da matriz de contiguidade binária<sup>4</sup> normalizada, a qual usaremos em nosso trabalho. Assim, se os elementos,

---

<sup>4</sup> Existem outros tipos de matrizes de pesos, a saber: Distância Inversa, Matriz de Pesos Gerais de Cliff e Orde e a Matriz de Distância Socioeconômica.

no caso dos municípios paulista  $i$  e  $j$  forem contíguos,  $w_{ij}$  terá valor 1; caso contrário, 0. Assume-se também, neste caso, o problema de definição da fronteira geográfica para a determinação dos municípios que serão 0 ou 1; para isso é utilizada a convenção torre (*rook*) que considera somente os vizinhos com fronteira geográfica, e rainha (*queen*) que considera, além das fronteiras geográficas, os nós entre os municípios, em alusão a um tabuleiro de xadrez.



**FIGURA 1** - Convenção de Contiguidade

**Fonte:** elaborado pelos autores, 2008

A estatística  $I$  de Moran tem uma esperança matemática de  $-[1/(n-1)]$  em que  $n$  são as observações em  $n$  localidades; deste modo, o valor obtido será a base para a determinação deste teste; valores acima  $I$  de Moran indicam autocorrelação espacial positiva; abaixo, negativa.

**b)** Associação Espacial Global Multivariada – partindo da variável de interesse, mas relacionada com outra variável de influência do objeto de estudo, este tipo de análise busca a identificação de um padrão de associação espacial entre elas. Também neste caso é utilizada

estatística  $I$  de Moran, mas considerando a seguinte fórmula:

$$I_k = \frac{Z'_k W_l}{n}$$

onde  $z_k$  e  $z_l$  são variáveis padronizadas, a soma dos quadrados tanto de  $z_k$  quanto de  $z_l$  iguala-se a  $n$ . Essa medida mostra o grau de associação sistemática de uma variável padronizada  $z_k$  com uma outra (diferente) variável padronizada vizinha  $z_l$ .

c) Associação Espacial Local Univariada e Associação Espacial Local Multivariada – acontece que, em determinada análise, ocorre que em alguns locais (ou municípios) prevaleçam altos ou baixos valores das variáveis, os quais podem ocultar padrões de associação local (*clusters* ou *outliers* espaciais). Ocorre tanto para uma única variável de interesse, como pela associação de duas variáveis, a variável em estudo e outra que se relaciona a ela. Pode ser medida pela estatística de  $I$  de Moran local, que foi adaptado por Anselin (1995) e é obtida pela fórmula:

Univariada

$$I_i = z_j \sum_j w_j z_j$$

Multivariada

$$I_k^i = z_k^i \sum_j w_j z_l^i$$

em que  $z_i$  e  $z_j$  são variáveis padronizadas e a somatória sobre  $j$  é tal que somente os valores dos vizinhos  $j \in J_i$  são incluídos. O conjunto  $J_i$  abrange os vizinhos da observação  $i$ .

Alternativamente podemos fazer uma análise de *clusters* espaciais através do diagrama de dispersão de Moran, dado da seguinte maneira:

<b>AB</b>	<b>AA</b>
<b>BB</b>	<b>BA</b>

**Figura 2** – Mapa de dispersão de Moran  
**Fonte:** elaborado pelos autores, 2008.

(AA) significa um agrupamento espacial Alto-Alto, em que valores altos de uma variável de interesse está cercada por vizinhos também com altos valores desta variável.

(BB) significa um agrupamento espacial Baixo-Baixo, em que valores baixos de uma variável está cercada por vizinhos também com baixos valores desta variável.

(AB) significa um agrupamento espacial Alto-Baixo, em que valores altos de uma variável está cercada por vizinhos com baixos valores desta variável.

(BA) significa um agrupamento espacial Baixo-Alto, em que valores baixos de uma variável está cercada por vizinhos com altos valores desta variável.

## 4 Variáveis utilizadas

A determinação das variáveis que compõe este estudo está intimamente relacionada ao trabalho de Parré e Pinheiro (2007) que as aplica para agropecuária do Estado do Paraná. A nossa variável de interesse imediato é o valor adicionado (VA) da agropecuária dos municípios do Estado de São Paulo. Além delas, introduziremos as variáveis capital, trabalho e área geográfica, elementos tradicionais neste tipo de função produção.

Também serão inseridas variáveis que possam captar o nível de modernização e produtividade da agropecuária paulista. Para isso introduziremos as variáveis consumo de energia e rodovias pavimentadas e não pavimentadas.

O VA de cada município refere-se ao valor adicionado ao PIB de cada um dos 645 municípios do Estado de São Paulo para o ano 2004. Os dados foram fornecidos pela SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados.

A variável trabalho é constituída pelo número de empregados diretos nos estabelecimentos agropecuários de 2004.

A variável capital é medida pelo valor de financiamentos cedidos por instituições financeiras públicas e privadas a produtores e cooperativas do Estado de São Paulo para fins de custeio, investimento e comercializações nas atividades agrícolas e pecuárias para 2004. Em alguns municípios, onde não apresentam valores de crédito, será indicado por 0; entretanto isso não significa que não houve crédito agropecuário; é possível que em alguns casos tenham obtido em bancos de cidades vizinhas.

A variável energia elétrica rural considera o consumo médio

em MWh do ano 2002. As variáveis capital, trabalho e energia elétrica foram obtidas no sítio da SEADE.

A variável densidade rodoviária é medida pelas rodovias pavimentadas e não pavimentadas municipais, medidas em quilômetros no ano 2006, e foram obtidas junto ao Departamento de Estradas e Rodagem (DER) de São Paulo. Essas variáveis estão disponíveis em valores agregados para todo o estado, as quais foram distribuídas proporcionalmente de acordo com a extensão territorial de cada município e é a somatória de todas as estradas federais, estaduais e municipais.

A variável área geográfica de cada município foi fornecida pelo IBGE e a utilizamos como variável de intensidade, isto é, transformação das demais em variáveis intensivas (dividindo-as pela área territorial de cada município).

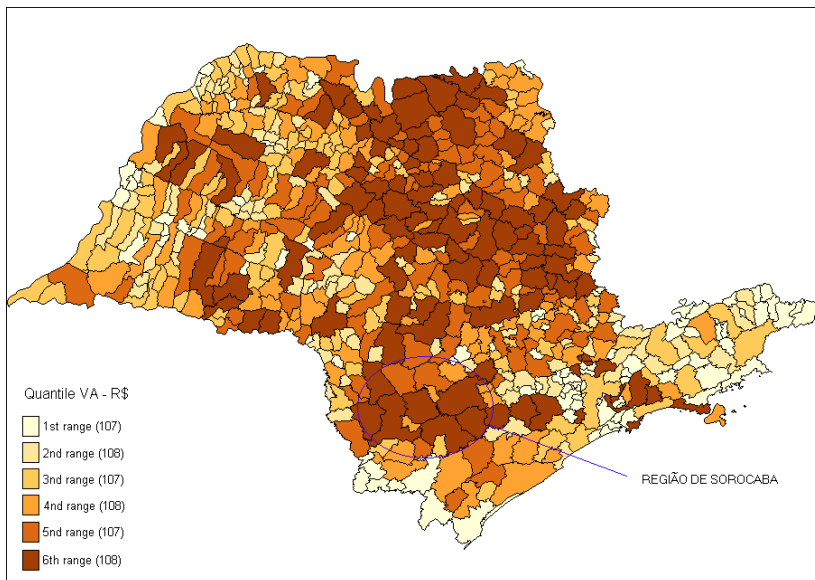
Para manipulação dessas variáveis, utilizaremos o *software* Geoda para construção de mapas e gráficos estatísticos.

## **5 Evidência empírica para a agropecuária paulista**

### **5.1 Resultados e Análises**

Partindo do princípio adotado por Almeida (2004) em que as variáveis extensivas devem ser transformadas em variáveis intensivas para se evitar erros de avaliação, devemos considerar que o estudo em econometria espacial leva em conta as externalidades a que se refere a variável em estudo, tais como efeitos de aglomeração e efeitos de vizinhança.

Mapa 1 – Distribuição do VA da produção agropecuária ao PIB municipal (extensivas) do Estado de São Paulo – 2004.



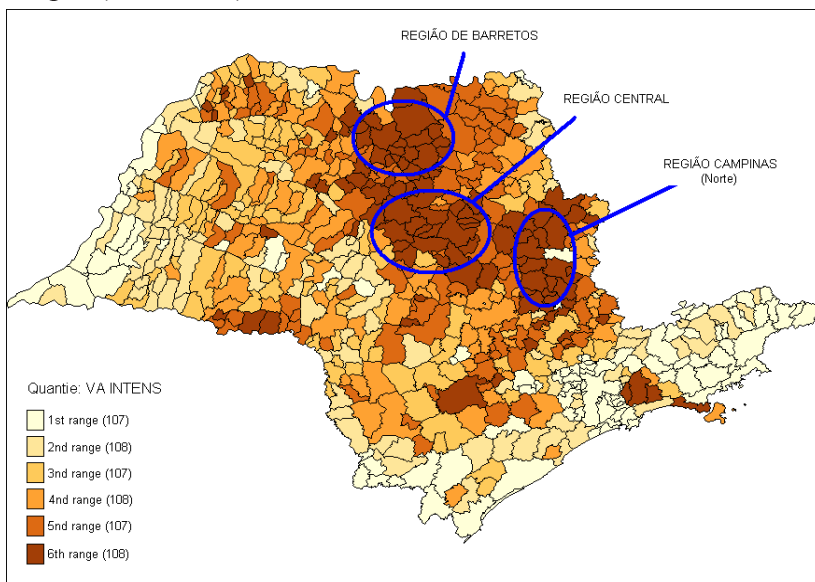
**Fonte:** elaborado pelos autores, com o auxílio do software Geoda, 2008.

Neste sentido, fazendo uma conexão com o trabalho de Parré e Pinheiro (2007), apresentam inicialmente dois mapas; o primeiro mostra a distribuição dos valores da VA na forma extensiva, ou seja, valores em reais e sem a divisão por uma variável de intensidade; e no segundo são apresentados os valores do VA divididos pela área geográfica, em km<sup>2</sup> de cada município, isto é, na forma intensiva.

No Mapa 1 observa-se que quanto mais escuras são as cores, maiores são os valores dos VAs. Visualizamos também uma desconcentração destes valores e a inclusão da região de Sorocaba como um aglomerado de municípios em que adicionam altos valores ao PIB; embora não sejam desprezíveis estes valores (destacam-se os municípios de Itapetininga, Botucatu e Itapeva), é importante ressaltar

que, para o presente estudo, a distribuição neste mapa não leva em consideração as externalidades espaciais e os efeitos que os vizinhos causam em determinados municípios conforme Almeida (2004), isso pode levar a uma análise errônea, se considerarmos a área geográfica destes municípios, eles estão entre os maiores em território do Estado de São Paulo, respectivamente, 1.767, 1.496 e 1.889 Km<sup>2</sup> e, por isso, não podemos afirmar que exista algum tipo de associação espacial.

Mapa 2 – Distribuição do VA da produção agropecuária ao PIB municipal (intensivas) do Estado de São Paulo - 2004



Fonte: elaborado pelos autores, com o auxílio do *software* Geoda, 2008.

O Mapa 2 já considera os efeitos de aglomeração e os efeitos que a vizinhança exerce em determinados municípios. Neste mapa o VA está dividido por área em Km<sup>2</sup> de cada município, facilitando, desta forma, localizar associações espaciais. Intuitivamente podemos

perceber a presença de autocorrelação espacial em diversas regiões do estado, ou seja, existência de Valor Adicionado Agropecuário de determinados municípios com similaridade de localização desta mesma variável.

Verificamos ainda que os extremos Leste, Oeste e Sul do estado são as regiões que menos adicionam valor ao PIB agropecuário<sup>5</sup>, apesar das regiões de Presidente Pudente e Registro possuírem economia baseada predominantemente na agropecuária, conforme SEADE (2003). Já na região de São José dos Campos a economia é heterogênea; há municípios com elevado grau de industrialização, outros com habilidades turísticas e outros com pouco dinamismo econômico.

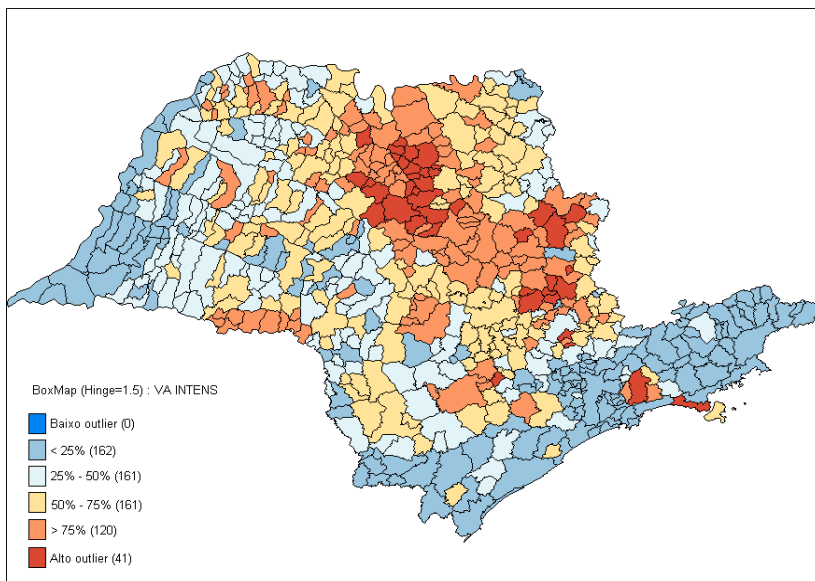
Por outro lado, verificamos que os municípios do Norte da região de Campinas e das regiões de Barretos e Central do estado de São Paulo são os que mais adicionam valor agropecuário ao PIB. A região de Barretos possui uma elevada estrutura agropecuária, tais como, abatedouros e frigoríficos, produção de açúcar e álcool, pecuária de corte e leite, produção e industrialização de suco de laranja, outros. A Região Central, tendo como principais cidades Araraquara e São Carlos, possui atividade agropecuária voltada principalmente para a produção de soja, milho, álcool, açúcar e suco de laranja; este último responde por 96% da produção nacional (SEADE, 2003). Os municípios do Norte da região de Campinas<sup>6</sup> possuem uma importante estrutura produtiva agropecuária, com altos índices de mecanização e produtividade. Entre suas principais atividades agropecuárias se destacam a produção de laranja, açúcar e álcool e culturas de alto valor agregado, tais como, fruticultura e floricultura.

---

<sup>5</sup> Incluímos também as regiões metropolitanas de São Paulo e Baixada Santista.

<sup>6</sup> A região metropolitana de Campinas possui alto nível de industrialização.

Mapa 3 – Mapa percentile para a identificação de *outliers* considerando o VA da produção agropecuária ao PIB municipal do Estado de São Paulo - 2004



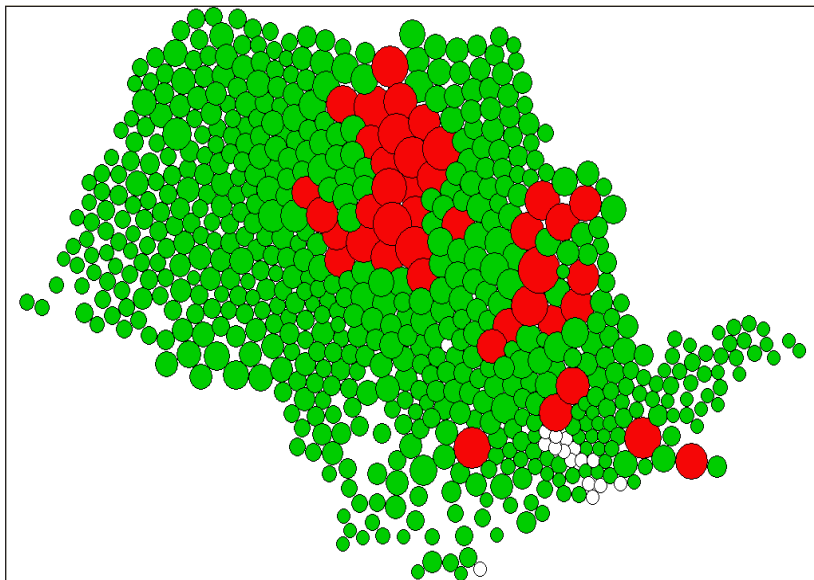
**Fonte:** elaborado pelos autores, com o auxílio do software Geoda, 2008.

Levando em consideração que nosso objetivo é fazer uma análise exploratória de dados espaciais (AEDE)<sup>7</sup>, é fundamental utilizarmos outras ferramentas que possam identificar padrões de associação espacial, isto é, localizar *cluster* e *outliers*. Um dos mecanismos é a utilização do software Geoda que gera um mapa utilizando um critério *hidger* de 1,5 ou 3,0 para identificar *outlier*.

O Mapa 3 mostra a presença de *outlier*, com um critério *hidger* de 1,5. Visualizamos que, dos 645 municípios do Estado de São Paulo,

<sup>7</sup> A AEDE é a primeira fase na econometria espacial, objetivando identificar efeitos de heterogeneidade e dependência espacial para gerar modelos econométricos espaciais adequados. Nosso trabalho se limita apenas a esta primeira fase.

41 apresentam valores discrepantes, isto é, não seguem um padrão de associação espacial. Conforme Anselin (2003), podemos classificar estes *outliers* como valores altos acima da média dos demais valores.



**Figura 3** – Cartograma para a identificação de *outliers* considerando o VA da produção agropecuária ao PIB municipal do Estado de São Paulo - 2004  
**Fonte:** Elaborado pelos autores, com o auxílio do software Geoda, 2008.

Em apoio à identificação de *outlier* pelo mapa *percentile*, podemos produzir alternativamente o cartograma, em que as cores vermelhas (grandes) representam valores elevados e as cores azuis (pequenas), valores baixos.

Na figura 3 é explícita a identificação de municípios com *outliers* elevados, as bolas vermelhas representam os 41 municípios com valores discrepantes, acima da média geral. Esses *outliers* estão em consonância com as informações do SEADE (2007a), indicadores de que os municípios produtores de laranja são os que apresentam maior

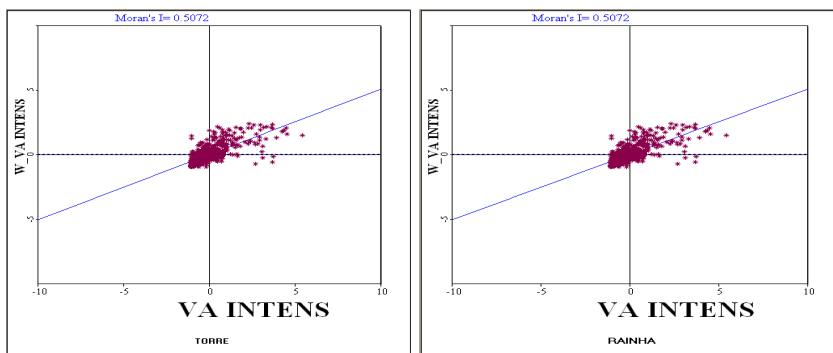
participação no VA do Estado de São Paulo, tais como Itapetininga, Itápolis, Barretos e Botucatu, seguidos dos municípios com grande concentração na produção de cana-de-açúcar e produção de carne bovina.

Por outro lado, não encontramos *outliers* com baixos valores, representados pelas bolas azuis (pequenas), mesmo nas regiões metropolitanas onde o nível de industrialização é elevado. Apesar da industrialização latente, a atividade agropecuária nestes municípios tem uma participação que não se distancia da média dos valores dos demais.

## 5.2 I de Moran

Uma vez encontrados os *outliers*, é necessário identificar ou constatar a presença de alguma autocorrelação espacial ou uma indicação do grau de agrupamento dos valores similares de uma determinada variável, no nosso caso o VA ou, ainda, *clusters* espaciais, estatisticamente significantes. Para isso, utilizaremos o I de Moran Global.

Para o nosso trabalho a esperança matemática do I de Moran considera  $n = 645$ , é  $-0,00156$ . O resultado desta estatística com valores acima deste índice indica a existência de autocorrelação positiva; valores abaixo indicam autocorrelação negativa ou *cluster* com valores diferentes. Essa estatística varia de  $-1$  a  $1$  e não está centrado no  $0$ , mas sim no índice calculado.



**Figura 4** – Gráfico de dispersão de I de Moran para a variável VA da agropecuária do Estado de São Paulo.

**Fonte:** Elaborado pelos autores, com o auxílio do software Geoda, 2008.

A Figura 4 apresenta o diagrama de dispersão de I de Moran para a variável de nosso interesse, o Valor Adicionado da agropecuária para cada município do Estado de São Paulo, considerando as matrizes de pesos rainha e torre. Em ambos os resultados tivemos um índice de Moran de 0,5052, isto é, existe uma autocorrelação espacial positiva entre os VAs dos municípios paulistas.

Nas regiões com *clusters* da variável em estudo com valores similares ocorre conforme estabelece a figura 2; nos quadrantes AA e BB apresentam autocorrelação espacial positiva e as regiões nos quadrantes BA e AB apresentam autocorrelação espacial negativa.

### 5.2.1 Instrumental LISA

Na análise de Haddad e Pimentel (2004), Almeida (2004) e Parré e Pinheiro (2007) a simples observação de existência de regimes espaciais baseados na avaliação da estatística de I de Moran não respondem a todas as questões pertinentes a localização destes regimes.

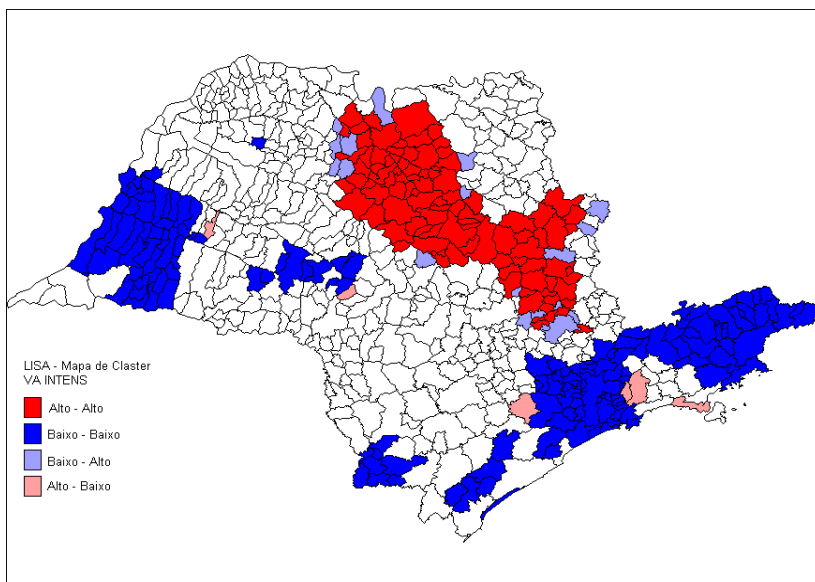
Para a identificação da localização de regimes espacial podemos utilizar o gráfico de dispersão de Moran, associado aos instrumentos dos resultados de LISA (*Local Indicators of Spatial Association*). Segundo Almeida (2004), este método decompõe o indicador global de autocorrelação em relação à contribuição local individual em cada um dos quatro quadrantes do diagrama de dispersão de Moran. Alternativamente, podemos utilizar mapas com resultados estatisticamente significantes para as associações espaciais e identificação de *cluster* localizado.

O Mapa 4 mostra todos os municípios do Estado de São Paulo e seus respectivos *clusters*, de forma localizada. Foi utilizada uma matriz de contiguidade binária *Queen* (rainha) e podemos observar três grandes *clusters* ou regimes espaciais bastante claros. O primeiro deles está localizado na Região de Presidente Prudente e é do tipo Baixo-Baixo, isto é, os municípios deste aglomerado possuem VA à agropecuária baixo em relação à média do estado e possuem vizinhos também com baixos valores de VA. Segundo SEADE (2003) a economia dessa região está baseada praticamente na agropecuária e, em particular, a pecuária, sendo essa região a maior em exportação de carne bovina do país. Poderia ser um contra-senso ela ser a maior exportadora de carne bovina e apresentar municípios com baixos valores de VA, seguidos por vizinho também com baixos valores; entretanto, em estudo realizado por Gonçalves (2007)<sup>8</sup>, os municípios que apresentam predominância às lavouras, geram mais renda por unidade de área do que aquelas com predominância à pecuária.

---

<sup>8</sup> Pesquisador do IEA (Instituto de Economia Agrícola) da Secretaria da Agricultura e Abastecimento.

Mapa 4 – Mapa de cluster localizado para a variável VA da agropecuária dos municípios do Estado de São Paulo.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, com o auxílio do software Geoda, 2008.

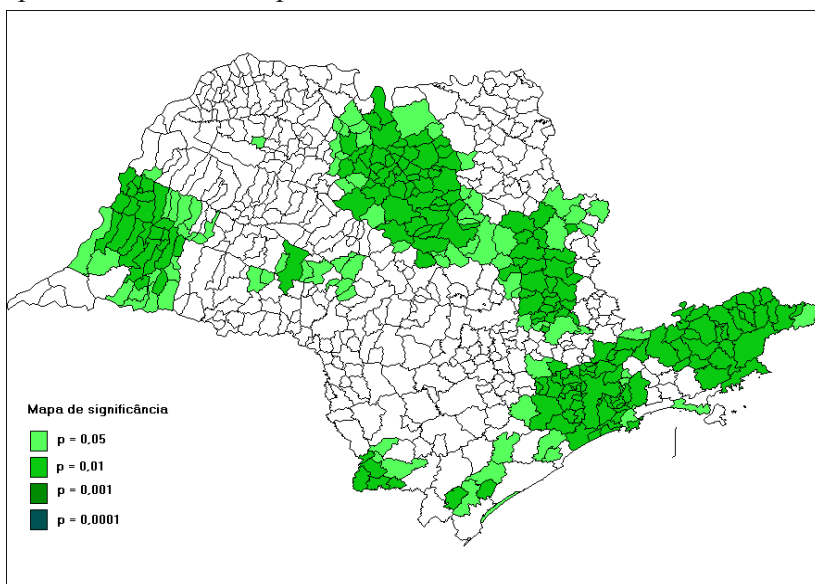
Podemos observar este mesmo fenômeno no outro extremo do estado, onde se localizam a região de São José dos Campos e as regiões metropolitanas de São Paulo, Baixada Santista e Campinas, regiões do estado onde está concentrada a maior produção industrial, de serviços e de financeiras do Brasil que, de acordo com o SEADE (2003), apenas São Paulo, Guarulhos, São José dos Campos, São Bernardo do Campo e Campinas respondem por mais de 40% do valor adicionado industrial do Estado. Sendo esta região predominantemente industrial, intuitivamente, podemos entender a localização de regimes espaciais do tipo Baixo-Baixo.

O terceiro e último *cluster* localizado, identificado no Mapa 4, é

do tipo Alto-Alto, ou seja, são municípios com altos VA circunvizinhados por outros também com altos valores. Compreendem as regiões de São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Campinas, Barretos e Central, sendo essas duas últimas regiões com maior aglomerado de municípios que apresentam maiores valores adicionados à agropecuária. Nesses municípios as principais atividades agropecuárias estão relacionadas à produção de açúcar e álcool, laranja, fruticultura, floricultura, pecuária e outros de maior valor comercial.

Ainda no Mapa 4, em relação aos outros regimes – Baixo-Alto ou Alto-Baixo – não verificamos *clusters* importantes.

Mapa 5 – Mapa de significância - LISA - para a variável VA da agropecuária dos municípios do Estado de São Paulo.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, com o auxílio do software Geoda, 2008.

O Mapa 5 mostra que os *clusters* apresentados no Mapa 4 são significativos para o I de Moran Local, na sua maioria a 1% em relação à variável Valor Adicionado à agropecuária do Estado de São Paulo.

### **5.3 I de Moran Bivariado**

Ainda para a análise da AEDE e para o nosso estudo em relação à agropecuária paulista, introduziremos as variáveis capital, trabalho, energia, estrada pavimentada e não pavimentada para identificar os efeitos destes fatores sobre o processo produtivo deste segmento.

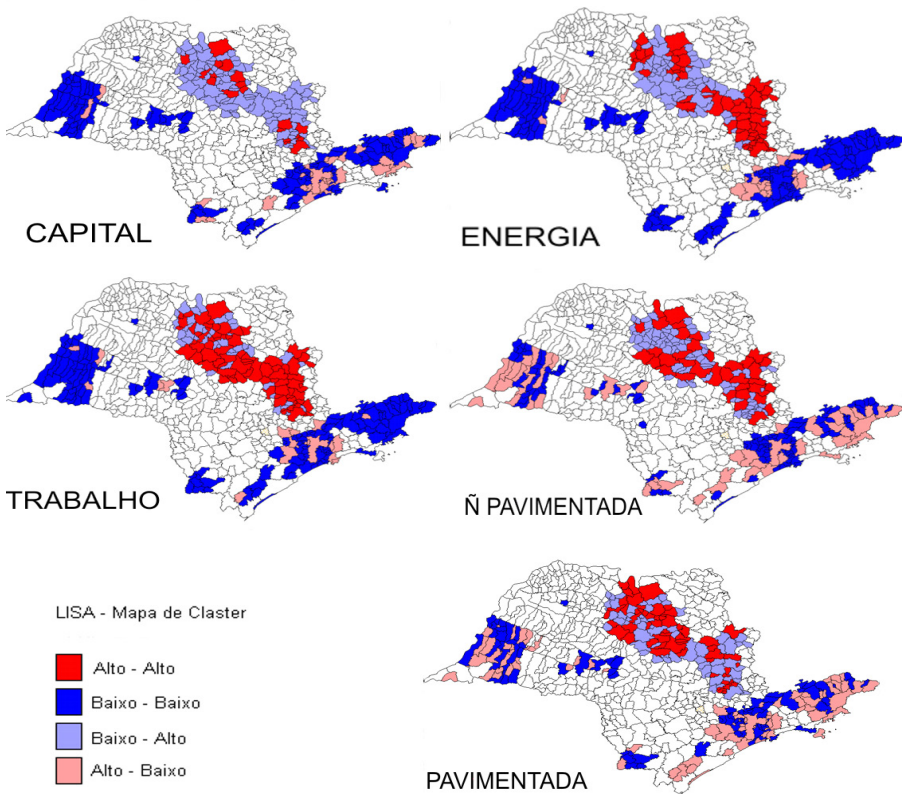
Para isso, utilizaremos o I de Moran bivariado, que compara a variável em estudo com outras variáveis influentes, isto é, verifica se existe autocorrelação espacial entre elas.

No mapa 6 podemos observar os *clusters* bivariados derivados da variável VA e, respectivamente, associada com as variáveis capital, energia, trabalho, estradas não pavimentadas e estradas pavimentadas. Em relação ao capital, identificamos *clusters* localizados com altos valores de VA, em que os créditos bancários na maioria dos municípios são do tipo Baixo-Alto, isto é, apesar destes municípios possuírem alto Valor Adicionado, utilizam baixos valores de créditos, cercados por vizinhos que adquirem altos valores de crédito bancários. Este fenômeno ocorre principalmente na região de Campinas, Barretos e Central, confirmando o ocorrido com o mapa univariado.

Nas regiões mais industrializadas verificamos a presença do tipo Alto-Baixo e Baixo-Baixo, significando que municípios que adquiriram altos valores de crédito tem como vizinhos que obtiveram baixos valores de crédito e alguns que receberam baixos valores com vizinhos que também receberam baixos valores. Já na região de

Presidente Prudente observa-se a presença predominante de cidades que receberam baixos valores de crédito, seguidos de vizinhos que receberam também baixos valores.

Mapa 6 – Mapa de Moran Bivariado - VA com as demais variáveis.



**Fonte:** elaborado pelos autores, com o auxílio do software Geoda, 2008.

Em relação ao consumo de energia, pode-se concluir que as regiões que apresentam *cluster* univariado do tipo Baixo-Baixo, também consomem baixos valores de energia, seguidos de municípios

que consomem também baixos valores. Nas regiões que apresentaram valores do tipo Alto-Alto, o consumo de energia também é elevado e alguns municípios com alto consumo são vizinhos de municípios que são baixos consumidores.

Com referência à aglomeração bivariada VA e trabalho, observamos uma definição mais clara, onde os municípios com altos valores adicionados à agropecuária são também municípios com elevado grau de empregabilidade, com vizinhos que também empregam muitos trabalhadores. O que se inverte nas regiões do tipo Baixo-Baixo.

Considerando as variáveis estradas pavimentadas e não pavimentadas, observa-se nas regiões com altos valores adicionados que independentemente do tipo de estrada, se pavimentada ou não, predominam municípios com altos valores, seguidos por municípios também com altos valores. Nas regiões metropolitanas existem municípios com altos valores de estradas pavimentadas (não pavimentadas), seguidas de vizinhos com baixos valores de estradas pavimentadas (não pavimentadas).

De modo geral, observamos no mapa de Moran bivariado, aplicado à matriz de contiguidade binária “rainha”, que permanecem os *clusters* nas regiões indicadas no mapa de Moran univariado. Esses resultados podem ser confirmados pela tabela 2 que é constituída pela esperança matemática para a VA e suas respectivas variáveis de influência. As variáveis trabalho, energia e estradas pavimentadas possuem uma autocorrelação positiva; isso significa que os municípios que agregam altos valores ao PIB agropecuário também empregam grande quantidade de trabalhadores, consomem muita energia e possuem uma malha rodoviária pavimentada considerável.

Tabela 2 - Coeficiente de I de Moran Bivariado do valor adicionado à agropecuária do Estado de São Paulo e as variáveis de influência.

Variável	Esperança matemática de I	I de Moran	Probabilidade
Capital	-0,00156	-0,0810	0,001
Trabalho	-0,00156	0,2567	0,001
Energia	-0,00156	0,1283	0,001
Estradas pavimentadas	-0,00156	0,0040	0,999
Estradas não pavimentadas	-0,00156	-0,0439	0,001

**Fonte:** Elaborado pelos autores, com o auxílio do software Geoda, 2008.

**Nota:** A pseudossignificância empírica é baseada em 999 permutações aleatórias.

Enquanto as variáveis capital e estradas não pavimentadas apresentam autocorrelação negativa, além de possuírem valores diferentes, indicam que os municípios com altos valores VA, necessariamente não são optantes de crédito bancário. Intuitivamente isso nos leva a crer que a produção, em muitos casos, é financiada por recursos próprios. E pelo tipo de cultura implementada nestas regiões, necessariamente não são municípios desprovidos de estradas pavimentadas e, segundo dados do DER-SP (2007), o Estado de São Paulo possui a maior malha rodoviária pavimentada do Brasil, ultrapassando 31 mil quilômetros. O nível de significância, tanto para a autocorrelação positiva, quanto para a negativa é de 1%, exceto para a variável estrada pavimentada.

No anexo apresentamos o diagrama de I de Moran para todas as variáveis constantes na tabela 2.

## 6 Considerações finais

Nosso trabalho teve como princípio fazer um diagnóstico sobre a agropecuária no Estado de São Paulo, sobre o enfoque da econometria espacial, proposto por Anselin, que estabelece uma conexão com o trabalho de Parré e Pinheiro (2007) quanto à abordagem mais específica do estudo.

Nossa variável de interesse foi o Valor Adicionado à agropecuária, obtido através dos dados fornecidos pelo SEADE, que toma como base (após excluir o *dummy* financeiro e incluir os impostos) para estimar o PIB municipal. Dentro do nosso propósito foi realizada uma Análise Exploratória dos Dados Espaciais, fase inicial para a determinação de um modelo econométrico espacial, onde foi possível determinar a existência de autocorrelação espacial, tanto para a variável de interesse, como para as demais.

Podemos concluir que existem três *clusters* muito bem definidos quando se trata de agropecuária. O primeiro envolve as regiões de Barretos, Central e Norte da região de Campinas e parte das regiões de São José do Rio Preto e de Ribeirão Preto, considerada do tipo Alto-Alto. Nessas regiões é possível observar a concentração de produtores de açúcar e álcool, fruticultura, floricultura, pecuária e, principalmente, laranja. Além disso, essa é a região que mais adiciona valor à agropecuária, formando um *cluster* e simultaneamente apresentando *outliers*, isto é, municípios que apresentam valores muito acima da média do Estado.

O segundo *cluster* está relacionado à região de Presidente Prudente e é do tipo Baixo-Baixo. Apesar de ser uma região em que predominantemente a economia é baseada na agropecuária, os *clusters* existentes são formados por municípios que são acima da média do

Estado, mas muito inferior à região central. A produção principal é a pecuária e, segundo Gonçalves (2007), esta é uma atividade que agrega menos valor que a agricultura.

O terceiro *cluster* está localizado na região mais industrializada do Estado e abrange as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista, além de parte da região de São José dos Campos. Esse tipo de aglomeração nos parece apropriado, uma vez que a estrutura produtiva está voltada para a indústria, serviços e finanças.

SOUZA, Geraldo Martins de. Agropecuária no Estado de São Paulo: uma análise exploratória dos dados espaciais. **Economia & Pesquisa**, Araçatuba, v.12, n.12, p. 70 - 101, nov.2010.

## **Referências**

ABECITRUS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CITROS. São Paulo: Disponível em: <[www.abecitrus.com.br](http://www.abecitrus.com.br)> Acesso em: 27 dez. 2007.

ALMEIDA, E. S. **Curso de econometria espacial aplicada**. Piracicaba: Mimeo, 2004.

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. **Geographical Analysis**, v.27, n.2, p. 93-115, 1995.

ANSELIN, L. **Exploring spatial data with Geoda: a workbook**. Urbana Illinois: IL, 2005.

ANSELIN, L. **Geoda user's guide**. Boston: Kluwer Academic, 1988.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Boston: Kluwer Academic, 1988.

ANSELIN, L. Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. **International Regional Science Review**, v.26, n. 2, p. 153-166, 2003.

ESTADO DE SÃO PAULO. Instituto de Economia Agrícola. (Secretaria da Agricultura e Abastecimento). **Banco de Dados**. Disponível em: <[www.iea.sp.gov.br](http://www.iea.sp.gov.br)>. Acesso em: 29 dez. 2007.

GONÇALVES José Sidnei. **Agropecuária paulista e disparidades distributivas intermunicipais. Análise e Indicadores do Agronegócio**, v.1, n.1, jan.2007. IEA. Instituto de Economia Agrícola. (Secretaria da Agricultura e Abastecimento). Disponível em: <[www.iea.sp.gov.br](http://www.iea.sp.gov.br)>. Acesso em: 23 dez. 2007.

HADDAD, Eduardo Amaral; PIMENTEL, Edgard Almeida. Análise da distribuição espacial da renda no Estado de Minas Gerais: uma abordagem setorial. In: ENCONTRO DE ECONOMIA REGIONAL. BANCO DO NORDESTE, 9., 2004, Fortaleza, CE. **Anais...** . Disponível em: <[www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Anais/docs/2004-analide-da-distribuicao.pdf](http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Anais/docs/2004-analide-da-distribuicao.pdf)> Acesso em: 17 dez. 2007.

IEA- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2005. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=3644>. Acesso em: 10 dez. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 ago. 2005.

MONASTÉRIO, Leonardo M.; ÁVILA, Rodrigues Peres de. Uma análise espacial do crescimento econômico do Rio Grande do Sul (1939-2001). In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS. URAL, 5, 2007, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ENABER) 2007. 1 CD-ROM

OLIVEIRA, C. Crescimento Econômico das Cidades Nordestinas: Um enfoque da Nova Geografia Econômica. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 3, 2004.

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de. Externalidades espaciais e o crescimento econômico das cidades do Estado do Ceará. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS. URAL, 5., 2007, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ENABER) 2007. CD-ROM

PARRÉ, José Luiz; PINHEIRO, Maria Andrade. Estudo exploratório espacial da agropecuária paranaense. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS. URAL, 5., 2007, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ENABER) 2007. CD-ROM

PINHEIRO, MARIA ANDRADE. **Distribuição espacial da agropecuária do Estado do Paraná**: um estudo da função de produção. 2003. 126f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE DADOS. **O Estado dos municípios 1997 – 2000 (índice Paulista de Responsabilidade Social)**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2003.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE DADOS. **O PIB do Estado de São Paulo**. Disponível em: <[www.seade.gov.br](http://www.seade.gov.br)> Acesso: 22 dez. 2007b.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE DADOS. **O PIB dos Municípios Paulistas em 2005**. Disponível em: <[www.seade.gov.br](http://www.seade.gov.br)> Acesso: 22 dez. 2007a.

UNICA. UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO. São Paulo. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br>>. Acesso em: 28 dez. 2007.

# ANEXO

