

Produção Leiteira No Paraná: Um Estudo Considerando Os Efeitos Espaciais¹

Milk production in Paraná: a study considering the spatial effects

Thaís Oliveira Capucho²

José Luiz Parré³

Resumo: O objetivo central desta pesquisa é o estudo da distribuição espacial da produção da pecuária leiteira dos municípios paranaenses. Para tal, utiliza-se do método da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) por meio da estatística *I* de Moran e da análise de identificação de *clusters*. Os resultados apontam as regiões Oeste, Sudoeste e Centro-Oriental paranaense como as áreas de maior valor de produção. Os resultados demonstram as desigualdades regionais do Paraná em relação à pecuária leiteira. A análise permite concluir pela heterogeneidade entre os produtores de leite do Estado. As variáveis: número de estabelecimento, energia elétrica, produtividade e capital são as que têm maior relevância para a formação do valor bruto de produção do Estado. Isto evidencia o processo de modernização pelo qual a pecuária leiteira vem passando ao longo dos últimos anos.

Palavras-chave: Análise espacial, autocorrelação, pecuária leiteira, Paraná.

Abstract: The objective of this research is to study the spatial distribution of production of the dairy industry of cities of Paraná. To this end, we use the method of Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) by means of Moran's *I* statistics and the analysis of identification of clusters. The results point to the West, Southwest and Central and Eastern Parana as areas of highest value of production rates. The results demonstrate the regional differences of Parana in relation to dairy farming. The analysis indicates the heterogeneity among dairy farmers of the state. The variables: number of property, power and capital are the ones most relevant to the formation of the gross output of the state. This highlights the modernization process by which the dairy farming has experienced over the past years.

Keywords: Spatial analysis, autocorrelation, dairy farming, Paraná

JEL: Q19, R12, R15, R32.

Introdução

A produção de leite e seus derivados desempenham um papel importante no cenário nacional, seja em aspectos econômicos como o peso positivo na balança comercial e geração de renda, seja nos aspectos sociais como geração de emprego, manutenção da população no meio rural ou melhoria da qualidade de vida em locais distantes dos aglomerados urbanos.

A cadeia produtiva do leite no Brasil está passando por uma série de alterações (re-estruturação industrial, aumento do consumo, aumento das exportações, mudanças nas exigências legais, etc.), em face destas mudanças, que continuam em curso, principalmente no que diz respeito às exigências de qualidade e na interação do produtor com o mercado, deve haver uma drástica redução do número de produtores, com a exclusão de todos aqueles que não consigam obter economias de escala adequadas (FONSECA 2004 e NOVO, 2001).

¹ Artigo recebido em abril de 2011 e aceito em julho de 2012.

² Economista, Mestre em Economia do Curso de Mestrado em Teoria Econômica – UEM, Maringá, PR, E-mail: tcapucho@hotmail.com.

³ Professor Associado do Departamento de Economia da UEM, Maringá, -PR, Bolsista Produtividade em Pesquisa-CNPq. E-mail: jlparre@uem.br

Os autores agradecem o apoio financeiro da SETI/Fundação Araucária.

A produção de leite no Brasil vem crescendo desde a década de 1990, quando houve a liberalização do preço do leite. Atualmente o Brasil ocupa a sexta colocação no *ranking* mundial, com uma produção de 27,6 bilhões de litros. A produção de leite ocorre em todos os Estados da Federação, porém, concentram-se nas Regiões Sudeste e Sul. O Paraná, no ano de 2008, produziu 2,8 bilhões litros de leite, com 1.331.683 vacas ordenhadas, obtendo uma produtividade de 2.103 litros/vaca/ano, superior à produtividade média nacional de 1.277 litros/vaca/ano, que é considerada baixa, quando comparada com os principais países produtores (IBGE, 2009).

A análise da evolução da produção e produtividade da pecuária leiteira paranaense deve considerar as particularidades de cada município do Estado, propondo políticas mais eficientes, buscando melhorar a competitividade do Estado como um todo. Em mercados cada vez mais competitivos e socialmente excludentes, torna-se necessário avaliar formas organizacionais que possam servir como meios de inclusão sócio-econômicos para indivíduos e/ou empresas que, individualmente, pouco consegue influenciá-los ou deles participar.

Neste sentido, este trabalho tem como meta analisar o padrão espacial da produção e da produtividade do leite, de forma a verificar se existe influência e transbordamentos entre os municípios, utilizando para tanto a análise exploratória de dados espaciais. Especificamente pretende-se: estudar os elementos espaciais que podem contribuir para a melhor compreensão do comportamento da produção da pecuária leiteira no Paraná; verificar onde se localizam as principais regiões produtoras do leite e quais são os fatores que influenciam na formação desses agrupamentos; investigar que variáveis são importantes para explicar os efeitos de transbordamento no crescimento de produção de leite dos municípios.

2 Metodologia

Ao implementar modelos econométricos para regiões ou Estados em um país, não se deve ignorar os efeitos de dependência espacial, mais especificamente, a autocorrelação e heterogeneidade espacial. Devido à natureza destes efeitos, os mesmos podem ser tratados usando a metodologia desenvolvida no campo da econometria espacial.

A autocorrelação espacial pode ser definida como sendo a existência de uma relação entre o que acontece em um determinado lugar e o que acontece em outro ponto no espaço. O problema causado pela presença de autocorrelação espacial é, basicamente, sua implicação de que a amostra contém menos informação que as partes que são não correlacionadas (ANSELIN e BERA, 1998).

O segundo efeito espacial, a heterogeneidade espacial, está relacionado com a ausência de estabilidade de certas variáveis comportamentais no espaço geográfico. Essas heterogeneidades podem ser vistas como erros de mensuração oriundos de variáveis ignoradas, ou erros de especificação do modelo, que geram heterocedasticidade.

Identificada a possibilidade da existência de dependência espacial entre as unidades em estudo, se faz importante, do ponto de vista prático, incluir a dimensão espacial ao problema a ser tratado. Um dispositivo muito útil para introduzir a noção de espaço em um modelo econométrico é dado pela matriz de peso espacial. Neste caso adotamos a convenção rainha para a matriz binária de vizinhança W para ser incorporada nos modelos e serem efetuadas as regressões.

2.1 Aspectos espaciais da produção leiteira no Paraná – Descrição da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

A AEDE é uma coleção de técnicas para a análise estatística de informação geográfica, com o intuito de descobrir padrões espaciais nos dados. Ela procura descrever distribuições espaciais, identificar observações discrepantes no espaço, descobrir padrões de associação espacial e sugerir *clusters* espaciais.

A autocorrelação espacial investiga se existe a coincidência da similaridade de valores de uma variável com a similaridade da localização dessa variável. O primeiro passo num estudo de AEDE é testar a hipótese de que os dados espaciais são distribuídos aleatoriamente. Para isso, é testada a hipótese de associação espacial global univariada utilizando a Estatística *I* de Moran, que é um coeficiente que mensura o grau de correlação espacial. Formalmente, segundo Almeida *et al* (2005), essa estatística é dada por:

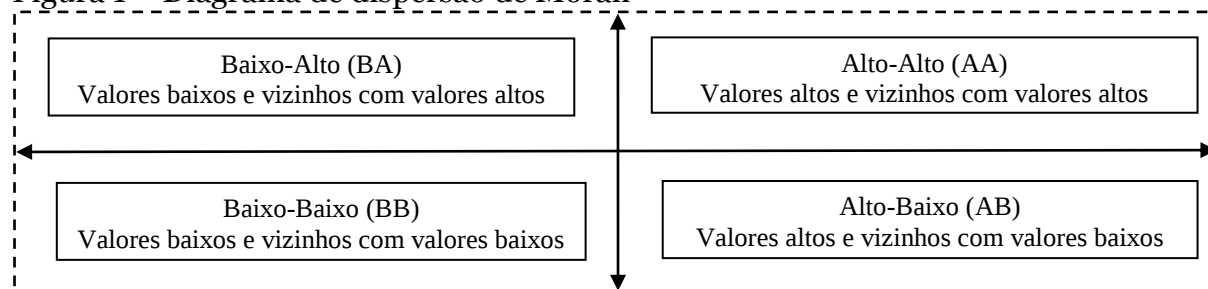
$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j (y_i - \bar{y}) w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

em que n é o número de unidades espaciais, y_i é a variável de interesse, $\bar{y}$ é a média dessa variável, w_{ij} é o elemento da matriz de pesos espaciais para o par de unidades espaciais i e j , medindo, com isso, o grau de interação entre elas.

A fim de observar a existência de *clusters* espaciais locais de valores altos ou baixos e quais as regiões que mais contribuem para a existência de autocorrelação espacial, serão utilizados métodos que visam à complementação do *I* de Moran como o diagrama de dispersão de Moran e estatísticas LISA (*Local Indicator of Spatial Association* - Indicadores Locais de Associação Espacial).

O diagrama de dispersão é uma ferramenta de interpretação gráfica do *I* de Moran e está apresentado na Figura 1. Ele representa o coeficiente de regressão e é verificado pela inclinação da curva de regressão. Com o seu auxílio, é possível visualizar a divisão dos dados observados em quatro quadrantes:

Figura 1 – Diagrama de dispersão de Moran



Fonte: Elaboração própria com base em Pimentel e Haddad (2004).

Segundo Pinheiro (2007), as regiões que estão localizadas nos quadrantes AA e BB são as que apresentam autocorrelação espacial positiva. Estas regiões apresentam altos (AA) e baixos (BB) valores de uma variável cujos vizinhos (em média) também apresentam valores altos (AA) e baixos (BB). Já os quadrantes AB e BA apresentam autocorrelação espacial negativa, assim, estas regiões apresentam valores altos (baixos) rodeados por vizinhos com baixos (altos) valores.

Para a mensuração da correlação espacial entre diferentes atributos, calcula-se o *I* de Moran bivariado. Segundo Almeida (2004), este instrumental pode ser utilizado tanto para uma análise univariada, como para uma análise multivariada (entre diferentes variáveis).

2.2 Determinantes da produção de leite – Descrição do modelo de função de produção com dependência espacial

A sugestão teórica de construção de uma função de produção espacial envolve a especificação de uma série de elementos espaciais. Nesse sentido, a implementação de uma função de produção espacial requer a adoção da abordagem econométrica espacial por conta da exigência de sua especificação, bem como das particularidades da sua estimação.

Moreira e Migon (2000) fizeram um estudo em que estimaram uma função de produção agrícola agregada, tipo Cobb-Douglas, para o Brasil, considerando-se pessoal ocupado, área ocupada, número de pés de cultura permanente, número de tratores, número de animais de grande porte como variáveis explicativas. Utilizaram um modelo econométrico espacial com parâmetros que variavam entre as localidades e confirmavam a heterogeneidade entre as microrregiões brasileiras, de 1970 a 1996.

A função Cobb-Douglas (CD) é uma das formas funcionais mais utilizadas, dada a facilidade de transformar as variáveis numa forma funcional duplo-logarítmica (log-log). Uma das vantagens em se adotar tal transformação é que lineariza a função nos parâmetros, e estes fornecerão, diretamente, os valores das elasticidades. Cobb e Douglas deduziram a expressão sob pressuposições de retornos constantes de escala (linear homogênea), competição perfeita nos mercados de produtos e insumos, e maximização de lucro pelas firmas. A função CD é limitada por possuir elasticidade de substituição unitária. Por tudo que foi citado, pode-se afirmar que, para pequenas variações nas variáveis independentes, ela será sempre uma boa aproximação da função verdadeira.

Com a intenção de estimar a função CD e identificar os fatores que contribuem para a compreensão da produção leiteira nos municípios do Estado do Paraná, serão testadas algumas variáveis socioeconômicas, de infra-estrutura e climáticas. As variáveis analisadas encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis socioeconômicas, de infra-estrutura e climáticas.

Código	Descrição das Variáveis	Fonte
VBP	Valor Bruto de Produção da Pecuária Leiteira (variável dependente) em 2008	SIDRA/IBGE
QTD	Quantidade de leite Produzido em 2008	SIDRA/IBGE
ESTAB	Número de Estabelecimentos Agropecuários com produção de leite em 2006	SIDRA/IBGE
ENE	Consumo de Energia Elétrica na Zona Rural em 2008	IPARDES
PROD	Produtividade Leiteira (litros/vacas) em 2008	SIDRA/IBGE
CAP	Valor dos Financiamentos Pecuários em 2008	IPARDES
TRAB	Número de Pessoal Ocupado em Estabelecimentos Agropecuários em 2006	SIDRA/IBGE
AREA	Área de Pastagens em 2006	SIDRA/IBGE
RODP	Rodovias Pavimentadas nos municípios em 2002	Pinheiro (2007)
CHU	Densidade Pluviométrica em 2002	Pinheiro (2007)
RODN P	Rodovias Não-Pavimentadas nos municípios em 2002	Pinheiro (2007)
TEMP	Temperatura em 2002	Pinheiro (2007)
EDU	Número de alunos matriculados na Zona Rural em 2007	IDE/MEC

Fonte: Elaboração dos autores.

Desta forma, o seguinte modelo foi estimado para os municípios paranaenses:

$$Vbp_t = f(estab_t, ene_t, cap_t, trab_t, area_t, rodpt, chu_t, rodnp_t, temp_t, edu_t) \quad (2)$$

em que $t = 1, 2, 3, \dots, 399$, são os municípios paranaenses.

A forma logaritimizada desta função Cobb-Douglas é expressa pela seguinte fórmula:

$$\text{Log}vbp_t = \beta_0 + \beta_1 \log estab_t + \beta_2 \log ene_t + \beta_3 \log cap_t + \beta_4 \log trab_t + \beta_5 \log area_t + \beta_6 \log rodpt + \beta_7 \log chu_t + \beta_8 \log rodnp_t + \beta_9 \log temp_t + \beta_{10} \log edu_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

em que $t = 1, 2, 3 \dots 399$;

Especificamente, pretende-se verificar uma série de elementos espaciais que compõe a função de produção para a pecuária leiteira; analisar a importância ou participação de cada variável na função de produção e comprovar a existência de uma autocorrelação espacial.

Feito a identificação da existência de dependência espacial, cabe identificar qual modelo econométrico espacial é o mais adequado. Segundo Anselin (1999), há duas maneiras de incorporar dependência espacial no modelo de regressão linear padrão. Na primeira, introduz-se um regressor adicional na forma de uma variável dependente defasada espacialmente. Este é o modelo de defasagem espacial, apropriado para avaliação da existência e grau de interação espacial. Na segunda, incorpora-se a dependência espacial na estrutura de erro. Este é o modelo de erro

espacial, adequado para a correção de vieses introduzidos pela autocorrelação espacial, devido ao uso de dados espaciais⁴.

2.3 Descrição das Variáveis

Para o estudo da produção da pecuária leiteira do Paraná, foram inseridas as variáveis tradicionais: capital, trabalho e área. Para captar o grau de modernização da pecuária leiteira do Estado foi inserida a variável educação, eletricidade e produtividade, e para verificar a capacidade de escoamento da produção nos municípios foram inseridas as variáveis rodovias pavimentadas e rodovias não-pavimentadas. Nesta estimativa levaram-se em consideração as diferenças climáticas dos municípios, inserindo-se, a densidade pluviométrica (chuva) e a temperatura média municipal.

Os conjuntos dos dados são do tipo seção cruzada (*cross-section*) para os municípios do Paraná, assim, o tamanho da amostra é composto por 399 observações para cada uma das variáveis listadas no Quadro 1. É importante ressaltar, segundo Almeida *et al.* (2006), que as variáveis utilizadas são intensivas ou espacialmente densas, pois variáveis absolutas ou extensivas podem levar a equívocos na interpretação dos resultados, pois costumam estar relacionadas ao tamanho da população ou a área das regiões em estudo. Desta forma, as variáveis *vbp*, *estab*, *trab*, *cap*, *area*, *ene*, *edu*, *rodp* e *rodpn* são intensificadas, ou seja, divididas pela área territorial medida em Km² dos municípios, ao passo que as variáveis *chu* e *temp* são categóricas.

Os dados para as variáveis de número de estabelecimentos, número de pessoal ocupado e área de pastagens foram consultadas na Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE para o ano de 2006. A variável densidade rodoviária é medida pelas rodovias pavimentadas e não pavimentadas municipais medidas em quilômetros no ano 2002 e foram obtidas junto ao Departamento de Estradas e Rodagem (DER) do Paraná. A variável densidade pluviométrica foi classificada em seis categorias, e foi obtida junto a Agência Nacional das Águas (ANA) no ano de 2002. Assim como a variável categórica temperatura média anual em graus centígrados, que assume nove valores, conforme faixa de temperatura e foi obtido junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar) para o ano de 2002. Assume-se que estas variáveis não se alteraram significativamente até 2008, que representa o ano base da variável dependente. Tal pressuposto é razoável para as variáveis densidade pluviométrica e temperatura, pois mesmo que tenha ocorrido uma pequena variação de precipitação de chuva e temperatura os valores certamente estarão dentro de suas faixas. Para as variáveis relativas às rodovias, sabe-se que o Estado do Paraná não tem investido recursos consideráveis em novas rodovias que possa alterar significativamente a malha viária no período de 2002 a 2008.

3 Resultados E Discussão

3.1 Verificação da dependência espacial

⁴ Em virtude da limitação de espaço, não serão detalhados os modelos de defasagem e de erro espacial. Detalhes sobre esses modelos podem ser obtidos em Almeida (2004).

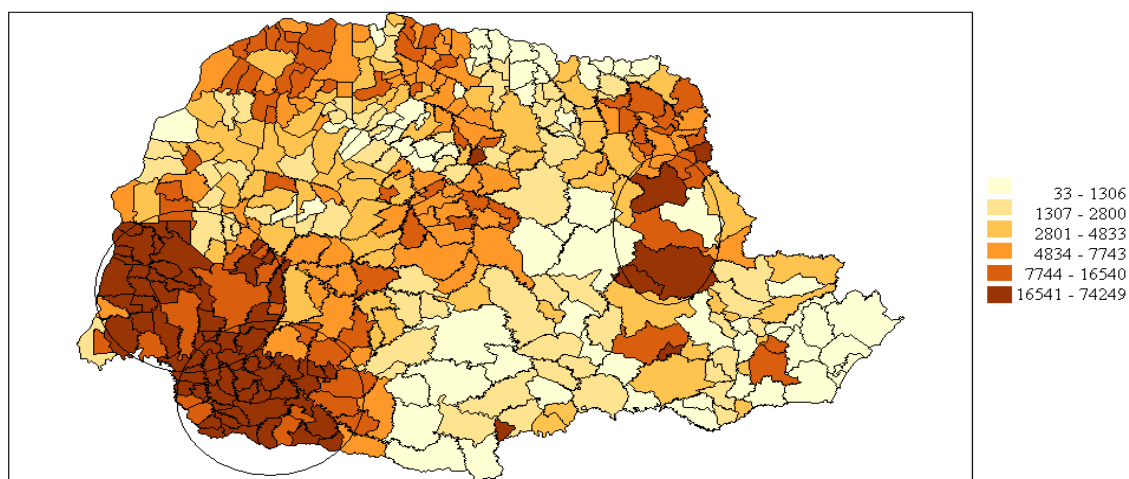
Dentro do contexto de dependência espacial, a influência de determinado município sobre seu vizinho é de suma importância, uma vez que permite identificar níveis de interdependência no Estado do Paraná. Assim, nesta seção será analisado o problema de dependência espacial, identificando os padrões de autocorrelação espacial.

Em destaque na Figura 2 estão as três regiões que apresentam os maiores valores brutos de produção, que são: Oeste, Sudoeste e Centro-Oriental. Estas são as principais bacias leiteiras do Paraná, responsáveis por parcela expressiva da produção, cerca de 64% da produção leiteira estadual. Nestas regiões os produtores possuem nível maior de especialização na atividade, enquanto nas outras regiões a produção de leite faz parte de uma estratégia de diversificação de atividades rurais.

O fato de a produção estar localizada espacialmente indica a possibilidade de existência de dependência espacial entre os municípios produtores de leite do Estado do Paraná. Tal dependência pode estar associada às características familiares da produção nestas regiões.

Para ter uma noção como a distribuição da produção da pecuária leiteira dentre os municípios paranaenses se dispõe no espaço, busca-se apresentar, dentre outras coisas, o diagrama de dispersão de Moran.

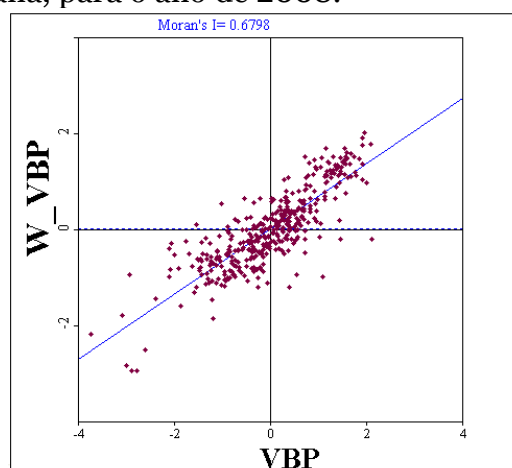
Figura 2 – Distribuição do valor bruto da produção da pecuária leiteira (reais/km²) do Paraná em 2008.



Fonte: Elaboração dos autores.

A Figura 3 apresenta o diagrama de dispersão de Moran para a matriz de pesos espaciais do tipo rainha. O diagrama de dispersão de Moran fornece várias informações sobre o grau de dependência espacial do fenômeno em estudo. Em primeiro lugar, o indicador do I de Moran sinaliza que a autocorrelação global é positiva (0,68) para o valor bruto da produção da pecuária leiteira no Paraná. Em segundo lugar, o diagrama mostra como as observações estão distribuídas segundo o seu padrão espacial. Na Figura, os pontos que representam os municípios se concentram no primeiro e no terceiro quadrante. Ademais, a inclinação positiva da reta também comprova a existência de autocorrelação, já que o I de Moran é o coeficiente angular da mesma.

Figura 3 – Diagrama de dispersão de Moran para o valor bruto da produção da pecuária leiteira do Paraná, para o ano de 2008.



Fonte: Elaboração dos autores.

Com a intenção de identificar os fatores que contribuem para a compreensão da produção nos municípios do Estado do Paraná, serão testadas algumas variáveis socioeconômicas, de infraestrutura e climáticas.

Para a avaliação das variáveis, o método utilizado foi o *I* de Moran Global bivariado. A variável dependente (valor bruto da produção da pecuária leiteira) é comparada com as variáveis explicativas. Na Tabela 1 apresenta-se o *I* de Moran Global bivariado.

Tabela 1 – Coeficiente de *I* de Moran Global bivariado do valor bruto de produção da pecuária leiteira do Paraná e as demais variáveis

Variáveis	<i>I</i>	Probabilidade
Quantidade Produzida	0,6827	0,0010
Número de Estabelecimentos	0,5627	0,0010
Energia Elétrica	0,3589	0,0010
Produtividade	0,3581	0,0010
Capital	0,3393	0,0010
Trabalho	0,3211	0,0010
Área de Pastagem	0,3110	0,0010
Rodovia Pavimentada	0,2254	0,0010
Chuva	0,2094	0,0010
Rodovia Não – Pavimentada	0,1466	0,0010
Temperatura	0,0465	0,0560
Educação	-0,0572	0,0090

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: a pseudo-significância empírica é baseada em 999 permutações aleatórias.

Nota: $E(I) = -0,0025$

Como pode ser verificado, existe autocorrelação espacial positiva entre o valor bruto de produção e praticamente todas as variáveis explicativas, com exceção apenas da variável educação. Isto significa que municípios com altos (baixos) valores brutos de produção estão associados a municípios com altos (baixos) índices da variável considerada (quantidade produzida, número de estabelecimentos, energia elétrica,

produtividade, capital, trabalho, área de pastagem, rodovias pavimentadas, rodovias não-pavimentadas, chuva e temperatura).

Tratando-se da análise do *I* de Moran Global, pode-se afirmar que essas variáveis podem potencializar a produção da pecuária leiteira. Isto significa no caso das autocorrelações espaciais positivas, que municípios com alto valor bruto de produção estão associados a municípios com altos índices dessas variáveis explicativas. Do mesmo modo que municípios com baixos valores de produção estão associados a municípios com baixos índices dessas variáveis explicativas.

Os valores das correlações confirmam a existência de uma correlação espacial positiva entre os municípios para as variáveis estudadas. Os maiores níveis de autocorrelação espacial são entre a variável valor bruto de produção e a quantidade produzida (0,6827) e entre o valor bruto de produção e número de estabelecimentos (0,5627). O nível de pseudo-significância para todos os casos que ocorre autocorrelação positiva é de 1%, com exceção da temperatura.

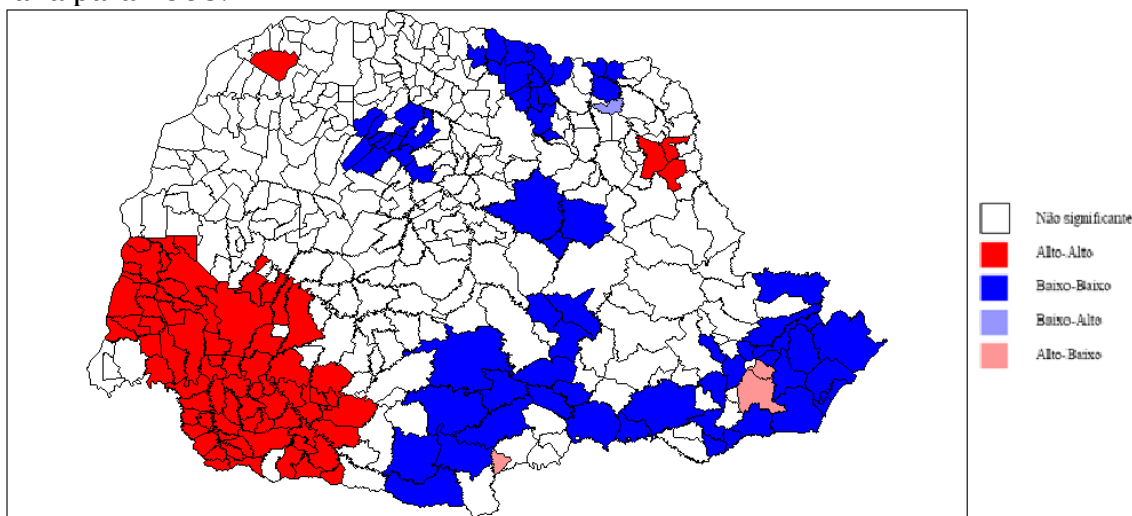
Das 12 variáveis observadas, apenas a variável explicativa educação se autocorrelacionou negativamente no espaço com o valor bruto da produção da pecuária leiteira, significando que municípios com alto valor de produção estavam associados a municípios com baixos índices de escolaridade. Para compensar esta defasagem na escolaridade, os produtores procuram através das cooperativas ou dos laticínios uma assessoria técnica.

3.2. Clusters espaciais da produção leiteira paranaense

Os padrões globais detectam a autocorrelação espacial de todo o espaço analisado. O problema do *I* de Moran Global é que ele pode esconder padrões locais ou ser influenciado por eles. Para superar esses problemas estatísticos, torna-se imprescindível verificar a formação de *clusters* e/ou agrupamentos.

Assim, pelo mapa de *clusters*, Figura 4, pode-se observar que a existência da autocorrelação positiva entre as regiões é confirmada localmente, já que dentre os dados de maior significância encontram-se predominantemente a classificação Alta-Alta. Esse resultado significa que as regiões mais significativas em termos de valor bruto de produção encontram-se próximas de outras regiões também dotadas de alto valor bruto de produção, podendo conferir este resultado ao grau de influência que as proximidades entre as regiões exercem umas sobre as outras. Desta forma, comprova-se a hipótese de que as regiões de maior valor bruto de produção podem estar influenciando o surgimento de regiões de igual desempenho devido à influência da proximidade espacial, havendo um transbordamento para os municípios vizinhos.

Figura 4 – *Clusters* para o Valor Bruto da Produção da Pecuária Leiteira no Estado do Paraná para 2008.



Fonte: elaboração dos autores.

As evidências apontam a existência de um agrupamento espacial do tipo Alto-Alto, formado por municípios do Oeste e Sudoeste Paranaense. Segundo Ipardes (2009), os municípios das microrregiões de Toledo, Cascavel, Capanema, Francisco Beltrão e Pato Branco que fazem parte deste grande *cluster* apresentam condições edafoclimáticas excepcionais e uma moderna base produtiva da pecuária leiteira pautada em mão-de-obra familiar que obtém um alto desempenho produtivo. A região formada por estes municípios possui condições para compartilhar e internalizar possíveis transbordamentos tecnológicos.

Esse grande *cluster* tem um eixo de desenvolvimento agroindustrial, concentrando diversas cooperativas e empresas do ramo, graças principalmente às férteis e planas terras dessa região, além de possuir apoio governamental e privado para a melhoria genética do plantel bovino, do controle sanitário adequado, manejo e alimentação adequados do rebanho, que são essenciais no desenvolvimento da produção de leite bovino.

A análise da Figura 4 apresenta também, cinco *clusters* do tipo Baixo-Baixo, são municípios com baixo valor de produção de leite, rodeados por municípios que também não tem na atividade leiteira sua principal renda, o primeiro formado pelos municípios das microrregiões de Porecatu, Assaí, Cornélio Procópio e Londrina; o segundo formado pelos municípios das microrregiões de Paranaguá, Curitiba e Rio Negro; o terceiro *cluster* Baixo-Baixo é formado pelos municípios das microrregiões de Palmas, Guarapuava, Irati e São Matheus do Sul; o quarto formado pelos municípios da microrregião de Telêmaco Borba; e o quinto *cluster* formado pelos municípios das microrregiões de Maringá, Floraí e Campo Mourão.

Como se pode notar a maior parte do Estado possui valor bruto de produção leiteira cuja dependência espacial não é significativa estatisticamente (representados pelos espaços em branco no mapa). São municípios que não têm na atividade leiteira sua principal geradora de renda, formada por pequenos proprietários que comercializam sua produção no mercado informal, em feiras e mercearias.

3.3. Estudo econométrico espacial

A equação (3) foi estimada pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários, (MQO) para o estudo da função de produção do Paraná. Considerando como variável dependente o valor da produção da pecuária leiteira e as diferentes especificações do modelo a partir da combinação das variáveis explicativas. É importante destacar que a estimação de diferentes regressões a fim de determinar a melhor especificação do modelo a ser utilizado no restante da análise está de acordo com a sugestão de Almeida (2004).

A Tabela 2 apresenta os valores estimados de cada uma dessas regressões, e fazendo uma análise geral de todas, nota-se que o poder de explicação das regressões estimadas por MQO é alto, conforme medido pelo valor do coeficiente de determinação (R^2 ajustado), todos acima de 67%, o que depõe a favor da elevada aderência da especificação dos modelos.

Além do coeficiente de determinação outros dois critérios são frequentemente utilizados para a comparação das várias especificações envolvendo diferentes números de variáveis explicativas, o critério de informação Akaike (AIC) e Schwartz (SC). O modelo de regressão estimado que apresentou os menores critérios e o melhor grau de ajustamento das variáveis foi modelo 7 (sete), que desconsidera a educação, rodovias pavimentadas, rodovias não-pavimentadas, chuva e temperatura.

As estimativas das regressões pelo método dos mínimos quadrados ordinários demonstraram que as variáveis: número de estabelecimentos agropecuários e consumo de energia elétrica são as que possuem maior relevância para a formação do valor bruto de produção de leite. O valor negativo para o coeficiente estimado da variável trabalho representa a mecanização da atividade leiteira. Isto evidencia o processo de modernização pelo qual a pecuária leiteira paranaense vem passando ao longo dos anos.

É importante salientar dois problemas que podem surgir nos modelos estimados. Primeiro, a existência da heterocedasticidade, conforme se verifica aplicando o teste Breusch-Pagan, que tem como hipótese nula a homocedasticidade. Como pode ser visto na Tabela 2, todas as regressões rejeitam a hipótese nula com 1% de significância, isto é, em todas há problema de heterocedasticidade.

O segundo teste é o que mede a normalidade dos erros. De acordo com o teste Jarque-Bera, onde a hipótese nula é a normalidade dos erros. Desta forma, em todos os casos os erros seguem uma distribuição normal a 1% de significância.

Tabela 2 – Resultados e Diagnósticos das estimações por Mínimos Quadrados Ordinários

	1	2	3	4	5	6	7
Const.	1,8383 (0.0000)	1,7958 (0.0000)	1,6961 (0.0000)	1,5729 (0.0000)	1,6491 (0.0000)	1,6548 (0.0000)	1,6360 (0.0000)
Ene	0.5283 (0.0000)	0.5355 (0.0000)	0.5479 (0.0000)	0.5667 (0.0000)	0.5560 (0.2909)	0.5563 (0.0000)	0.5609 (0.0000)
Cap	0.0497 (0.0029)	0.0487 (0.0032)	0.0546 (0.0010)	0.0543 (0.0009)	0.0536 (0.0012)	0.0540 (0.0006)	0.0556 (0.0004)
Edu	-0.0177 (0.0155)	-0.0178 (0.0151)					
Trab	-0.5272 (0.0000)	-0.5205 (0.0000)	-0.5318 (0.0000)	-0.5177 (0.0000)	-0.5245 (0.0000)	-0.5236 (0.0000)	-0.5156 (0.0000)
Estab	0.7691 (0.0000)	0.7693 (0.0000)	0.7509 (0.0000)	0.7507 (0.0000)	0.7512 (0.0000)	0.7499 (0.0000)	0.7657 (0.0000)
Area	0.2451 (0.0000)	0.2461 (0.0000)	0.2522 (0.0000)	0.2535 (0.0000)	0.2533 (0.0000)	0.2540 (0.0000)	0.2428 (0.0000)
Rodp	0.0131 (0.2596)	0.0129 (0.2626)	0.0106 (0.3630)		0.0105 (0.3678)	0.0104 (0.3693)	
Rodnp	0.0282 (0.6365)		0.0308 (0.6070)				
Chu	0.0667 (0.3793)	0.0639 (0.3979)	0.0459 (0.5446)	0.0592 (0.4191)	0.0427 (0.0427)	0.0426 (0.5719)	
Temp	-0.0858 (0.5466)	-0.0807 (0.5691)	0.0075 (0.9567)	0.0068 (0.9600)	0.0134 (0.9222)		
R ² ajustado	0.6829	0.6835	0.6789	0.6796	0.6795	0.6803	0.6807
AIC	240,487	238,717	244,512	241,614	242,783	240,793	238,282
SC	284,366	278,607	284,401	273,526	278,684	272,705	262,216
LIK*	-109,244	-109,359	-112,256	-112,807	-112,392	-112,397	-113,141
Cond. Number	70,2728	65,5981	67,5371	57,8532	62,7863	58,2542	48,7734
Jarque- Bera	6,3149 (0.0425)	6,3788 (0.0412)	6,4046 (0.0406)	6,7992 (0.0334)	6,5292 (0.0382)	6,4542 (0.0397)	7,1985 (0.0273)
Breusch- Pagan	62,9114 (0.0000)	62,0534 (0.0000)	62,7855 (0.0000)	62,1807 (0.0000)	62,1309 (0.0000)	50,7582 (0.0000)	47,6748 (0.0000)
White	145,9755 (0.0000)	126,8609 (0.0000)	137,0963 (0.0000)	110,2568 (0.0000)	119,8902 (0.0000)	108,0973 (0.0000)	84,8276 (0.0000)
N	399	399	399	399	399	399	399

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: o valor entre parênteses refere-se ao p-valor

*LIK é o valor da função de máxima verossimilhança

A Tabela 3 expõe o diagnóstico específico para a autocorrelação espacial das regressões de (1) a (7). O conjunto de testes para averiguar a presença de autocorrelação espacial é útil tanto para auxiliar a identificação do modelo econométrico espacial quanto para a tarefa de validação ou diagnóstico desse modelo.

Para tal, fez-se uso dos testes de multiplicador de Lagrange e multiplicador de Lagrange robusto. No caso do presente trabalho o melhor modelo é o de defasagem espacial, visto que o valor do teste de Multiplicador de Lagrange (ML) para o modelo de defasagem é mais elevado.

Tabela 3 – Diagnósticos para Autocorrelação Espacial para Regressões

	1	2	3	4	5	6	7
Moran's I	9,5335 (0.0000)	9,5249 (0.0000)	10,0083 (0.0000)	10,0730 (0.0000)	10,0162 (0.0000)	9,9185 (0.0000)	9,7947 (0.0000)
ML(Lag)	93,4191 (0.0000)	93,1535 (0.0000)	99,7836 (0.0000)	100,6369 (0.0000)	99,5052 (0.0000)	99,0105 (0.0000)	100,0591 (0.0000)
ML(Lag)Robusto	31,7317 (0.0000)	31,5384 (0.0000)	32,3015 (0.0000)	32,2169 (0.0000)	31,9708 (0.0000)	31,8205 (0.0000)	33,0581 (0.0000)
ML(Erro)	78,8670 (0.0000)	78,8954 (0.0000)	87,5814 (0.0000)	89,1843 (0.0000)	87,9320 (0.0000)	87,7879 (0.0000)	86,9923 (0.0000)
ML(Erro)Robusto	17,1796 (0.0000)	17,2804 (0.0000)	20,0993 (0.0000)	20,7644 (0.0000)	20,3976 (0.0000)	20,5979 (0.0000)	19,9912 (0.0000)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: o valor entre parênteses refere-se ao p-valor

A partir desse diagnóstico, foi estimado um modelo econométrico espacial de defasagem espacial para a função de produção da pecuária leiteira do Paraná. A Tabela 4 apresenta os resultados da estimação do modelo de defasagem espacial para a equação de regressão (7) da Tabela 2. Essa regressão, chamada de modelo (8) foi estimada sem que tenha problemas de normalidade dos erros.

Como pode ser observada pelas Tabelas 2 e 4, a alta qualidade do ajuste dessa regressão é atestada pelo maior valor assumido pela função de máxima verossimilhança (-39,17) e pelo menor valor, comparativamente a todas as outras regressões, dos dois critérios de informação reportados: AIC (94,34) e SC (126,251).

Todos os testes e as evidências conduzem à conclusão de que a estimação do modelo econométrico de defasagem espacial é a melhor opção para a função de produção da pecuária leiteira do Paraná.

Tabela 4 – Resultado da estimação pelo modelo de defasagem espacial

	8
W_VBP	0.4431 (0.0000)
Const.	0.7710 (0.0011)
Ene	0.3223 (0.0000)
Cap	0.0189 (0.1505)
Trab	-0.3627 (0.0000)
Estab	0.4711 (0.0000)
Area	0.1919 (0.0000)
R ²	0.7817
AIC	94,339
SC	126,251
LIK	-39,1697
Breusch-Pagan	37.292 (0.0000)
LIK Ratio	91,7143
Teste	(0.0000)
N	399

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: o valor entre parênteses refere-se ao p-valor

*LIK é o valor da função de máxima verossimilhança

Considerações Finais

Considerando a atividade leiteira como um das mais importantes para a economia regional, este trabalho objetivou estudar este segmento para a melhor compreensão do comportamento da produção da pecuária leiteira no Paraná, considerando os efeitos espaciais.

Os primeiros resultados descritos, mediante a análise exploratória de dados espaciais (AEDE) permitiram identificar na região Oeste, Sudoeste e Centro-Oriental o elevado grau de desenvolvimento da pecuária leiteira. O que diferencia estas regiões

é a otimização do uso da mão-de-obra com forte engajamento direto na atividade, condições climáticas favoráveis, predomínio de raças européias, manejo nutricional compatível com as exigências do rebanho e estrutura cooperativista atuante no arranjo produtivo. Enfim, um conjunto de fatores cuja sinergia favorece a produção de leite.

Essas tendências indicam ganhos de competitividade na cadeia produtiva do leite. Ademais, verifica-se a especialização do produtor em busca de maior volume e qualidade, pois, inúmeras tecnologias para produção de leite estão disponíveis e podem contribuir para a expansão da produtividade da pecuária leiteira.

Outro ponto importante é que se percebe uma maior articulação entre produtores, costurando associações locais para compra de insumos e comercialização de leite, criando assim uma base sólida para o fortalecimento futuro.

As estimativas de *I* de Moran global evidenciaram haver autocorrelação espacial entre os municípios paranaenses para o valor bruto da produção. Quando se considerou as variáveis exógenas utilizadas no modelo na estimativa do *I* de Moran verificou-se também que estas variáveis possuem autocorrelação espacial positiva.

As estimativas das regressões pelo método dos mínimos quadrados ordinários demonstraram que o modelo de defasagem espacial é o que melhor se ajusta. As variáveis: número de estabelecimento, energia elétrica e capital são as que têm maior relevância para a formação do valor bruto de produção do Estado. Isto evidencia o processo de modernização pelo qual a pecuária leiteira vem passando ao longo dos últimos anos.

Este trabalho apresentou as regiões que se destacam na pecuária leiteira do Estado do Paraná e as que menos contribuem, além de demonstrar que cada município interfere no seu vizinho e a existência de uma heterogeneidade do desenvolvimento desse segmento como um todo. Dessa forma, podem-se adotar políticas mais eficazes em cada região, procurando melhorar o desenvolvimento dos municípios e do Estado como um todo.

Referências

- ALMEIDA, E. S. **Curso de Econometria Espacial Aplicada**. Piracicaba, 2004.
- ALMEIDA, E. S. **Função de produção agropecuária espacial**. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 41, 2005, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2005.
- ALMEIDA, E. S., PEROBELLI, F. S., FERREIRA, P. G. C. **Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil?** CMEA/FEA/UFJF, Juiz de Fora, 2005.
- ALMEIDA, M. A. S., ALMEIDA, E. S., SARTORIS, A. **Criminalidade no Estado de São Paulo: uma análise espacial**. In: IV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 43, 2006, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ABER) 2006.
- ANSELIN, L. **Spatial Econometrics, Bruton Center: School of Social Sciences**. University of Texas, Dallas, 1999.

ANSELIN, L. e BERA, A. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. In: Ullah A. and Giles D. E. (eds.) **Handbook of Applied Economic Statistics**. Marcel Dekker, New York, p. 237-289, 1998.

FONSECA, A. G. M. **Efeitos da Substituição da Coleta em Latões pela Coleta a Granel na Estrutura de Captação do Leite**. São Carlos, 2004. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário - 2008. Versão disponível no site: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=599&z=t&o=21>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2009.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Caracterização socioeconômica da atividade leiteira no Paraná: sumário executivo. Curitiba , 2009. 29 p.

NOVO, A. L. M. **Avaliação de programas privados de assistência técnica no setor leiteiro: um estudo de caso do departamento de assistência técnica ao produtor Parmalat**. 2001. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP.

MOREIRA, A. e MIGON, H. Heterogeneidade espacial da produtividade na agropecuária: Brasil –1970/1996. Rio de Janeiro: IPEA/ NEMESIS/PRONEX, 2000. Disponível em: <http://www.nemesis.org.br/docs/ajax1.pdf>. Acesso em: 23 maio de 2009.

PEROBELLI, F. S, ALMEIDA, E. S, ALVIM, M. I. S., FERREIRA, P. G. C. A. **Análise espacial da produtividade do setor agrícola brasileiro: 1991-2003**. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2005.

PIMENTEL, E. A., HADDAD, E. A. **Análise da distribuição espacial da renda no estado de Minas Gerais: uma abordagem setorial**. In: Encontro Nacional de Economia, 32, 2004, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Associação Nacional de Pós-graduação em Economia (ANPEC) 2004.

PINHEIRO, M. A. **Distribuição Espacial da Agropecuária da Estado do Paraná: um estudo em função de Produção**. Maringá, 2007, 126p. Tese (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Maringá.