

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: TEORIA ECONÔMICA**

MARIA ANDRADE PINHEIRO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARANÁ:
UM ESTUDO DA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO**

**MARINGÁ
2007**

MARIA ANDRADE PINHEIRO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARANÁ:
UM ESTUDO DA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Economia, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia.
Área de Concentração: Teoria Econômica

Orientador:
Prof. Dr. José Luiz Parré

Co-orientador:
Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida

MARINGÁ
2007

Dedico
A minha mãe e
ao meu pai (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser meu guia e ter me proporcionado a conquista de mais esta vitória.

A minha mãe, que sempre me apoiou, me incentivou e participou de todos os momentos. Ao meu pai, que mesmo de longe sempre me ilumina e inspira para melhorar e nunca desistir. Ao meu irmão e a minha tia, pelos conselhos e por nunca deixarem o desânimo bater. Obrigada por tudo, vocês foram e são fundamentais. Amo vocês.

Ao Prof. Dr. José Luiz Parré, pela confiança, orientação e conselhos durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Eduardo Simões Almeida, pelo acolhimento em Juiz de Fora e disposição para me co-orientar.

À Prof^a. Dr^a. Márcia Istake, ao Prof. Dr. Alexandre Florindo Alves e Prof. Dr. Roberto Serpa Dias, pelos conselhos, críticas e sugestões para a melhoria deste trabalho.

Aos meus amigos do curso de Mestrado, obrigada por todos os momentos. Agradeço, em especial ao Alyson, Camila, Cíntia, Gilberto, Jaqueline, Josué e Neto.

Ao Prof. Dr. Ricardo Luis Lopes, pelas dicas e sugestões quando dos obstáculos.

Ao Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli, alunos do curso de Mestrado e funcionários do Programa de Mestrado da Universidade Federal de Juiz de Fora, obrigada pela recepção e acolhimento.

À família Fassheber, por ter me recebido e me acolhido de braços abertos na minha estadia em Juiz de Fora.

À Maria e à Denise, por sempre estarem dispostas a ajudar e tirar qualquer dúvida.

À Capes, pelo fomento.

Enfim, a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 O problema e sua importância	12
1.2 Objetivos.....	15
2 EVOLUÇÃO DA AGROPECUÁRIA NO PARANÁ.....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	31
3.1 O tempo e o espaço.....	31
3.2 Dimensões espaciais e regionais.....	34
3.3 O problema da localização	37
3.3.1 A teoria da localização agrícola de Von Thünen.....	38
3.4 A agricultura e o desenvolvimento regional.....	40
4 METODOLOGIA.....	43
4.1 Matriz de pesos espaciais	45
4.1.1 Tipos de matrizes.....	46
4.1.2 Escolha da matriz de pesos espaciais	50
4.1.3 Operador de defasagem espacial	51
4.2 Análise Explanatória dos Dados Espaciais.....	53
4.2.1 Autocorrelação espacial global.....	54
4.2.2 Autocorrelação Espacial Local.....	57
4.3 Descrição das Variáveis e Fontes de Dados	58
4.4 Função de Produção	60
4.5 Econometria Espacial	61
4.5.1 Modelo econométrico a-espacial	63
4.5.2 Modelo econométrico com defasagem espacial	67
4.5.3 Modelo econométrico com erro espacial.....	69
4.5.4 Procedimento para identificar o modelo espacial.....	70
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
5.1 Análise exploratória de dados espaciais (AEDE).....	71
5.1.1 I de Moran global	75
5.1.2 I de Moran local.....	82
5.2 Econometria Espacial	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
REFERÊNCIAS	117
ANEXOS	122
ANEXO 1	123
ANEXO 2	125
ANEXO 3	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de contigüidade nas unidades espaciais	46
Figura 2 – Representação dos pesos espaciais gerais	50
Figura 3 – Defasagem espacial com grades regulares	51
Figura 4 – Mapa de dispersão de Moran	56
Figura 5 – Cartograma para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná	74
Figura 6 – Diagrama de dispersão de Moran para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná	77
Figura 7 – Diagrama de Dispersão de Moran Bivariado para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná e as demais variáveis explicativas.	80
Figura 8 – Diagrama de Dispersão de Moran Bivariado para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná e as demais variáveis explicativas.	81
Figura 9 – <i>Clusters</i> Bivariados entre valor bruto da produção agropecuária e as demais variáveis explicativas	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Área plantada com lavouras permanentes e temporárias no Paraná no período de 1990 a 2002	25
Gráfico 2 – Valor Bruto da produção agropecuária no período de 1997 a 2002 nas quatro macrorregiões paranaense	26
Gráfico 3 – Área colhida com lavoura temporária nas quatro macrorregiões do Paraná no período de 1997 a 2002	28
Gráfico 4 – Área colhida com lavoura permanente nas quatro macrorregiões do Paraná no período de 1997 a 2002	29

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Distribuição do valor bruto da produção agropecuária do Paraná no ano 2002	72
Mapa 2 – Valor bruto da produção agropecuária do Paraná (2002) considerando os municípios <i>outliers</i>	73
Mapa 3 – Significância do valor Bruto da Produção agropecuária do Paraná	82
Mapa 4 – <i>Clusters</i> para o Valor Bruto da Produção Agropecuária per capita no Estado do Paraná	83
Mapa 5 – Variáveis do modelo de regressão em seus valores extensivos	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz binária de pesos espaciais para as regiões brasileiras na convenção rainha	47
Tabela 2 – Coeficiente de I de Moran para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná.	76
Tabela 3 – Municípios influentes segundo a distância de Cook	78
Tabela 4 – Coeficiente de I de Moran Bivariado do valor bruto da produção agropecuária do Paraná e as demais variáveis	79
Tabela 5 – Resultados e diagnósticos das estimações por Mínimos Quadrados Ordinários	90
Tabela 6 – Correlação entre as variáveis	91
Tabela 7 – Diagnóstico da Regressão (1) estimada por MQO	93
Tabela 8 – Diagnóstico da Regressão (2) estimada por MQO	94
Tabela 9 – Diagnóstico da Regressão (3) estimada por MQO	94
Tabela 10 – Diagnóstico da Regressão (4) estimada por MQO	94
Tabela 11 – Diagnóstico da Regressão (5) estimada por MQO	95
Tabela 12 – Diagnóstico da Regressão (5) estimada por MQO	95
Tabela 13 – Diagnóstico da Regressão (5) estimada por MQO	95
Tabela 14 – Resultados das estimações pelo modelo de defasagem espacial	98
Tabela 15 – Resultados das estimações pelo modelo de erro espacial	102
Tabela 16 – Estimação do Modelo de Erro Espacial com Regimes Espaciais	107
Tabela 17 – Diagnóstico das regressões estimadas com mudança estrutural	111

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo estimar a função de produção agropecuária do Paraná para o ano 2002, contemplando os seus municípios e utilizando técnicas de econometria espacial. Ao utilizar esta técnica pretende-se verificar o comportamento de uma série de elementos espaciais, como: a autocorrelação espacial; e a heterogeneidade espacial. Em um primeiro momento, utilizou-se a análise exploratória de dados espaciais (AEDE) para verificar a presença de autocorrelação espacial entre os municípios do Estado, considerando o valor bruto da produção agropecuária. Os resultados demonstraram que existe autocorrelação espacial entre os municípios e que os maiores valores brutos se encontram nos municípios situados no Norte e Oeste do Estado. Mediante os mapas de *clusters* verificou-se a existência de dois grandes *clusters* do tipo AA e três do tipo BB. O primeiro do tipo AA está situado no Oeste/Sudoeste do Estado e o outro no Norte paranaense. Os *clusters* do tipo BB situam-se no Noroeste, Centro e Leste do Paraná. A função de produção foi estimada utilizando o modelo a-espacial. Através dos resultados do teste de Moran, verificou-se que o melhor modelo ajustado foi o de erro espacial, significando que os elementos não modelados determinam a autocorrelação entre os municípios. Após a verificação da autocorrelação espacial, estudou-se o comportamento da heterogeneidade espacial que é o segundo elemento estudado por essa metodologia, tendo como finalidade medir a instabilidade estrutural nas variáveis consideradas. Após dividir os municípios do Estado em quatro macrorregiões, estimou-se um modelo considerando essa divisão. O resultado encontrado indicou que a função de produção da agropecuária do Estado não segue a mesma estrutura nos municípios. A localidade dos municípios interfere desta forma, na sua agropecuária e cada região pode intervir na produção do seu vizinho. Evidenciou-se a supremacia do Oeste e Norte do Estado na produção agropecuária e a baixa participação da Região Metropolitana de Curitiba nesse segmento. Concluiu-se assim, que políticas de desenvolvimento regional devem ser implementadas após estudos detalhados de cada localidade, pois cada região tem características próprias. Os riscos de não adotar esse tipo de conduta podem gerar resultados diferentes nas diversas regiões, baixo resultado do programa implementado e desperdício de verba pública.

Palavras-chave: dependência espacial – heterogeneidade espacial – função de produção – agropecuária paranaense.

SPECIFICATION AND ESTIMATION OF SPATIAL ECONOMETRICS MODELS: THE AGRICULTURAL PRODUCTION FUNCTION OF PARANÁ (BRAZIL)

Author: Maria Andrade Pinheiro

Adviser: Prof. Dr. José Luiz Parré

Adviser: Prof. Dr. Eduardo Simões Almeida

ABSTRACT

The main propose of this work is study the agriculture production function of Paraná (Brazil) for the year 2002, contemplating its 399 cities and using spatial econometrics techniques. The use of this technique is intended to verify the behavior of many spatial elements such as the spatial dependence and the spatial heterogeneity. At a first moment it was used the exploratoty spatial data analysis (ESDA) showed that spatial dependence between the cities of the State considering the grow value of the agriculture production. The results had demonstrated that spatial dependence between the cities exists and that the biggest gross values are found in the situated cities in the North and West in the regions of the State. By means of the great maps of clusters it was verified existence of two clusters of type AA and three of type BB. The first one of type AA is situated in the Southwestern/West of the State and the other in North of the Paraná. Clusters of type BB is placed in the Northwest, Center and East of the Paraná. The estimate of production function using the classic model. The model production function that was better adjusted estimate for the spatial dependence in regression error terms - the not model elements determine the dependence between the cities. After the verification of the spatial dependence, studied the behavior of the spatial heterogeneity that is as the element studied for this methodology, having as purpose to measure the structural instability in the considered variable. After to divide the cities of the State in four regions measures a model considering this division and the joined result indicated that the function of production of the agriculture of the state does not follow the same structure in the cities. The locality of the cities intervenes in such a way, in its agriculture and each region can intervene with the production of its neighbor. It was proven supremacy of the West and North of the State in the farming production and low the participation of the Region Metropolitan of Curitiba in this segment. Each region was concluded thus, that politics of regional development must after be implemented detailed studies of each locality, therefore has proper characteristics. The risks not to adopt this type of behavior can generate resulted different in the diverse regions, low result of the implemented program and wastefulness of public mount of money.

Key-words: spatial dependence, spatial heterogeneity, production function, agricultural of Parana.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema e sua importância

A cultura da erva-mate foi o primeiro grande ciclo econômico que trouxe mudanças relevantes para a agricultura paranaense. Segundo Schmidtke e Braun (2005) no início do século XX, a população paranaense se concentrava na região leste do Estado e tinha na economia ervateira a sua principal atividade. Foi através do mate que as primeiras colônias se espalharam para o interior, dividindo espaço com a cultura de subsistência.

Na década de 1930 o café surge como a principal cultura do Paraná interligado com a expansão ímpar do Norte do Estado. Conforme descrito por Leão (1989) foi a partir dessa cultura que se iniciou o dinamismo, a diversificação e a modernização da agricultura paranaense. Na década de 1970 intensificou-se o uso de equipamentos agrícolas, adubos e defensivos, e a soja começa a tomar cada vez mais espaço entre as lavouras.

Apesar desse intenso processo de transformação que se iniciou desde a época do cultivo do café, foi a partir da década de 1990 que ocorreram mudanças profundas e intensas na agropecuária. Segundo Rezende e Parré (2004) estas mudanças aconteceram por causa da abertura comercial e da valorização do câmbio, implicando na modificação e na diversificação da pauta de produção e na incorporação de novas tecnologias, com o propósito de aumentar a competitividade da agropecuária do Estado.

Essas mudanças na década de 90 trouxeram alterações na estrutura produtiva e na pauta de produção do Estado. Segundo o IBGE/PAM (2006) houve um processo expansionista das culturas do milho e da soja no Paraná. Em 1990, 55% da área plantada com lavoura temporária eram compostas por milho e soja, e no ano 2002 essas culturas passaram a ocupar 69% da área plantada com lavouras temporárias.

Este processo de modernização propiciou ao Estado, conforme Protil, Barreiros e Moreira (2005) a posição de maior produtor de grãos do Brasil. Conforme os dados apresentados pelo IBGE/PAM (2006), em 1990 o Paraná era o segundo maior produtor, respondendo por 23,78% de toda a soja e milho produzidos no país, ficando atrás apenas do Rio Grande do Sul com 24,9% e na frente de São Paulo com 9%. Em 2002, o Paraná passa a ocupar a primeira posição na produção dessas duas *commodities* com 24,8% da produção nacional, ficando à frente do Mato Grosso com 17,9% e Rio Grande do Sul com 12,2%.

Rezende (2003) descreve que a modernização da agricultura foi responsável pela alteração da composição da pauta agrícola, incorporando novos produtos. O aumento da produção foi sustentado pelo crescimento da produtividade da lavoura, principalmente a do milho e da soja.

Considerando a importância da agropecuária para o Estado, o estudo da função de produção agropecuária faz-se necessário. Segundo Gomes e Baptista (2004) este tipo de estudo é um importante instrumental para análise deste setor, pois a estimação e interpretação da função auxiliam à tomada de decisão e à alocação dos recursos escassos, melhorando assim a produção agropecuária do estado.

A função agropecuária, segundo Simm e Alves (2005), por sua própria característica, encontra-se distribuída ao longo de todo território, sendo associada a fatores edafoclimáticos, culturais e ambientais. Além disso, a produção de insumos e os processamentos dos produtos de origem agropecuária podem apresentar características bem definidas em termos de localização, e em muitos casos influenciados fortemente pela localização da fonte de matéria-prima.

Conforme descrito por Almeida, Perobelli e Ferreira (2005), não é tão difícil verificar que a agricultura é sensível aos efeitos espaciais, pois o desenvolvimento das culturas agrícolas é heterogêneo ao longo do espaço. As técnicas de produção, a condição climática, o

tipo de solo e topografia influenciam na escolha do que produzir. Além desses fatores, os efeitos de interdependência nas diversas regiões produtoras do espaço manifestam-se através da difusão espacial de alguns fenômenos que influenciam a vizinhança, dos processos de competição espacial para a expansão da fronteira agrícola ou na formação dos cinturões agrícolas.

O fenômeno espacial é muito presente na agropecuária, pois de acordo com Almeida (2005), a dependência espacial é facilmente verificável neste setor, uma vez que os produtores rurais têm facilidade para observar o que os vizinhos estão produzindo. Além disso, essas culturas dependem de recursos naturais que são concentrados no espaço geográfico, reforçando o efeito de que a produção ocorre na forma de agrupamentos (*cluster*) espalhados pelo espaço econômico.

Ademais, as funções de produção clássica não levam em conta a dimensão espacial presente no processo produtivo. Segundo Almeida (2004) o fenômeno estudado poderá não ser muito comportado e não obedecer aos pressupostos do modelo clássico de regressão linear.

A agricultura é um segmento que tem grande heterogeneidade, conforme Figueiredo (2002) e por esta razão que os estudos regionais têm diferentes conotações. A influência de uma localidade sobre os vizinhos, proporciona muito interesse, considerando que existe uma geração de interdependência entre as regiões.

Desta maneira, a questão relevante para este estudo, considerando a agropecuária do Paraná e tomando como base Figueiredo (2002), é poder saber como esta relação entre as localidades interferem na função de produção da agropecuária do Estado.

A econometria espacial, segundo Anselin (1988), vem para tentar resolver este tipo de problema, pois a econometria espacial é um sub-campo da econometria que lida com as complicações causadas pela interação espacial (autocorrelação espacial) e pela estrutura

espacial (heterogeneidade espacial) em modelos de regressão para dados na forma de *cross-section*.

Inserindo os efeitos espaciais neste estudo, será dado um passo além na avaliação da função de produção agropecuária do Estado, pois proporcionará verificar se existe ou não autocorrelação espacial (dependência espacial) e heterogeneidade espacial (regimes espaciais distintos) entre os municípios do Estado para o segmento econômico da agropecuária. Além de ser um estudo inovador, pois nenhum outro trabalho utilizou este tipo de metodologia para a agropecuária do Paraná, o trabalho contribui para melhor entender a estrutura espacial da agropecuária e incorpora as relações de vizinhança e contigüidade entre os municípios.

1.2 Objetivos

Considerando estes fatores, este trabalho tem por objetivo geral estimar a função de produção agropecuária do Estado do Paraná para o ano 2002, contemplando os seus municípios, utilizando técnicas de econometria espacial.

Especificamente, pretende-se:

- a) avaliar o comportamento do valor bruto da produção agropecuária nos 399 municípios do Estado;
- b) estudar uma série de elementos espaciais como a autocorrelação espacial, heterogeneidade espacial e efeitos de transbordamento, e como estes podem contribuir para a melhor compreensão do comportamento da agropecuária nos municípios paranaenses.

Os métodos utilizados para atingir estes objetivos são a análise exploratória de dados espaciais com o intuito de detectar a associação espacial entre os municípios considerando o

valor bruto da produção agropecuária, verificando a formação de *clusters* espaciais e estimar regressões para a função de produção do Estado inserindo componentes espaciais, objetivando verificar o gerador da autocorrelação espacial entre os municípios.

Além desta introdução, no capítulo dois apresenta-se uma revisão de literatura, descrevendo as teorias de desenvolvimento regional, baseadas no conceito de espaço e localização, além da importância da agricultura para o desenvolvimento regional. No capítulo três, apresenta-se a metodologia da Análise Exploratória de Dados Espaciais e da Econometria Espacial e descreve as variáveis a serem consideradas no estudo. No quarto capítulo, descrevem-se os resultados e a discussão referente à estimação da função de produção. Encerrando o estudo, formulam-se as considerações finais do trabalho.

2 EVOLUÇÃO DA AGROPECUÁRIA NO PARANÁ

A formação da economia paranaense foi realizada mediante ciclos econômicos. Segundo Padis (1981) a formação se deu em períodos diferentes, com ciclos econômicos distintos e não relacionados entre si. A ocupação do território iniciou-se praticamente por volta de um século e meio depois do descobrimento do Brasil, e a principal atividade dessa época era fornecer uma parte dos índios escravizados que eram vendidos para trabalharem nos engenhos em Pernambuco.

Este ciclo de escravidão, de acordo com Konzen e Zapparoli (1990), teve como limites temporais a duração da experiência catequizante aliada à capacidade de resistência da população nativa aos ataques armados dos bandeirantes. Conforme Melo (2006) esta atividade não conseguiu desenvolver uma ocupação permanente do território paranaense e até os meados do século XVII, o Paraná estava totalmente na periferia do sistema econômico brasileiro.

Juntamente com este processo de escravidão dos índios, entre o fim do século XVI e início do século XVII, surgem os primeiros povoados no litoral do Paraná à procura de ouro. Segundo Konzen e Zapparoli (1990) como conseqüência dessa atividade de mineração ocorre o surgimento de Paranaguá, o desbravamento e a colonização do Primeiro Planalto paranaense, abertura de vias que ligavam o Planalto Curitibano ao litoral e a fundação de Curitiba. Conforme descrito por Padis (1981) a “Comarca de Curitiba” foi originariamente povoada por europeus chegados de Portugal a Paranaguá, atraídos pelas minas de ouro dessa região e que, em seguida, atravessaram a Serra do Mar para estender a procura.

A descoberta do ouro chegou a possuir alguma importância e, de acordo com Melo (2006), contribuiu para a formação de muitos arraiais que eram mantidos por pequenos produtores. Entretanto, é importante destacar, conforme Padis (1981), que apesar desta

atividade ter sido a primeira a gerar a ocupação, determinando o aparecimento de alguns núcleos urbanos, a dimensão dessas descobertas e o valor das extrações não tiveram significativa importância.

Conforme descrito por Melo (2006), a descoberta do ouro em Minas Gerais diminuiu a sua exploração no Paraná. Mesmo não acabando por completo a atividade de mineração, a exploração da erva-mate para subsistência e a criação e comercialização do gado, começaram a se destacar. Padis (1981) descreve que a partir de 1731 inicia-se o período tropeirista no Paraná, pela passagem e engorda de inúmeras tropas, especialmente a de gado muar, originários de vários lugares, pelo famoso “caminho de Viamão”, com destino à feira de Sorocaba.

Os campos de Ponta Grossa, Palmas e Guarapuava foram ocupados nessa época e, com isso é possível dizer, conforme Padis (1981), que o aspecto principal da pecuária não foi o econômico, mas sim a ocupação do território paranaense, especialmente a região dos Campos Gerais. A penetração da população e o surgimento de inúmeros núcleos urbanos, em consequência da pecuária, tornaram-se o principal movimento de ocupação do Estado, até a década de 1930.

Segundo Padis (1981) esta atividade começou a declinar em 1860, chegando ao fim duas décadas mais tarde. Após a decadência do comércio de muares, a atividade de criação retorna com impulso, mas sem grandes retornos em decorrência da pobreza de raça nos rebanhos. A baixa qualidade do rebanho faz com que São Paulo, principal comprador do gado paranaense, comece a desenvolver a sua atividade criatória e impossibilita a competição com o gado originado da província Rio de Janeiro. No ano de 1915 nada mais poderia ser esperado do rebanho paranaense de má qualidade. O gado já era incapaz de atender a procura efetiva e as pastagens estavam exaustas, especialmente pelas queimadas anuais.

Após a estagnação da pecuária, a agricultura de subsistência passa novamente a ser a principal atividade. Conforme descrito por Melo (2006), a extração e o preparo da erva-mate começa a tomar importância econômica, principalmente após 1722, com a liberação do comércio com os mercados de Buenos Aires, Montevideu e Chile. Este ciclo compreendeu a época colonial até o início da primeira Guerra Mundial. Segundo Konzen e Zapparoli (1990) foi a partir de 1820 que o mate passou a ser industrializado e exportado beneficiado.

Conforme descrito por Padis (1981), é a partir desse período que alguns fatos internacionais vão interferir positivamente nessa cultura e na economia dessa região que mais tarde viria a ser a província do Paraná. A exportação da erva-mate para a Argentina e Uruguai era quase que exclusiva do Paraguai. Entretanto, a partir de 1804, já se faziam algumas referências de exportação brasileira após mudanças na política nacional e também por causa da proibição do ditador paraguaio Francia de exportar mate. Segundo o ditador, o mate deveria suprir exclusivamente a demanda interna.

Após essas medidas, segundo Padis (1981), as exportações de mate no Paraná vão aumentando, bem como nos demais estados do sul do País. Esse crescente processo gerou o aumento dos preços exportação da erva, no período de 1833 a 1836, e incentivou de forma direta o aumento da produção de mate.

A erva-mate produzida no Paraná, entretanto, possuía um grave problema junto ao mercado consumidor. Segundo Padis (1981) um agravante enfrentado pelo mate paranaense era a baixa qualidade, provocada pela fraude que consistia no adicionamento de folhas de outras plantas e gravetos. A erva passou a enfrentar problemas de aceitação no mercado internacional, e por volta de 1879 a Argentina, maior compradora de erva beneficiada paranaense, passou a importar a erva em rama e industrializá-la internamente. Assim, apesar do Paraná continuar por mais de duas décadas como o maior produtor da América do Sul, foi o fato da Argentina, o seu mais importante mercado consumidor, começar a beneficiar o mate

que consumia, significou o início de uma decadência que a cada ano aumentava. Em 1931 começa a liquidação da economia ervateira no Paraná e, junto com isso, as previsões orçamentárias que tinha como principal fonte de receita o mate.

O setor externo paranaense, entretanto, possuía um outro produto, mas com importância menor que o mate. A madeira, segundo Padis (1981), principalmente o pinho, tinha grande potencial de exploração considerando a quantidade de reserva existente no Estado. Em 1871, uma grande empresa exploradora de pinho instala-se em solos paranaenses. Esta atividade não consegue se desenvolver por muito tempo, pois uma série de fatores determinou o seu fracasso. Conforme descrito por Padis (1981), as dificuldades nos transportes, em decorrência da má qualidade das estradas e elevado custo de frete, levaram o produto paranaense a se tornar desfavorável em relação ao similar importado. Além disso, a madeira exportada pelo Paraná era de qualidade extremamente inferior, determinando, assim uma série de falências em diversos estabelecimentos, como por exemplo, o primeiro estabelecimento bancário paranaense e leva o grande empreendimento madeireiro à liquidação. Entretanto, não houve uma extinção completa do setor, pois este passou a atender as necessidades internas do país, principalmente ao Estado de São Paulo que estava na época com um grande surto de progresso.

O sexto ciclo da economia paranaense formado pela economia cafeeira, de acordo com Konzen e Zapparoli (1990), é configurado pela crise da economia ervateira e avanço da economia madeireira. E, conforme Melo (2006), trouxe mudanças de impacto na economia paranaense. Originado de terras paulistas, essa cultura se expandiu rapidamente a partir da segunda metade do século XIX à região nordeste, “Norte Velho” do Estado, alcançou rapidamente a região Norte e, posteriormente, as margens do Rio Paraná.

Até os fins da Segunda Guerra Mundial, segundo Padis (1981), o café apresentara um desenvolvimento bastante modesto junto à produção nacional. A partir da segunda metade do

quinto decênio do século XX, o café começara a crescer de forma acelerada, tornando o Paraná, pouco tempo depois, o maior produtor e com a maior capacidade de exportar café do País.

Nos primeiros anos de produção de café, segundo Padis (1981), a produção se concentrava nas regiões próximas à Curitiba, locais próximos ao litoral ou na região dos campos de Curitiba, Ponta Grossa e Castro. Entretanto, estas terras não eram favoráveis ao cultivo do café, pois o solo e o clima não eram favoráveis ao plantio.

Alguns fatores foram determinantes para a expansão do café no Estado. A crise ervaiteira e o aumento dos preços do café no mercado internacional, a partir do fim da Primeira Guerra, contribuíram para o incentivo da crescente plantação de arbustos no Estado. Entretanto, segundo Padis (1989), apesar desses incentivos a cultura enfrentara nos últimos anos da década de 1920 alguns problemas. O aumento da produção do café trouxe excedentes a partir de 1927 e a crise de 1929, associada à inadequação dos solos, determinaram a liquidação dos arbustos na região de Curitiba.

Desta forma, o desenvolvimento e importância da cultura do café para o Estado, estão extremamente ligados com a expansão do Norte do Estado. Segundo Padis (1981) uma série de fatores interligados pode ser destacada como causadores desse fenômeno, como por exemplo, a qualidade das terras do Norte paranaense, a situação da economia nacional no contexto internacional pós crise de 29, evolução da cafeicultura paulista e o surto de industrialização do Estado de São Paulo a partir da década de 30.

O Norte paranaense possuía excelentes terras para o cultivo do café, entretanto o clima não era tão favorável. Segundo Padis (1981), o estado possuía estações do ano mais delimitadas que as de São Paulo, os verões eram mais quentes e os invernos mais frios, tornando a região cafeeira mais sujeita às geadas. Este fato dificultava a expansão das áreas de

cultivos para solos menos férteis obrigando os agricultores a utilizarem cuidados técnicos nunca antes realizados.

A região norte do estado era de tanta importância para a cafeicultura paranaense que, conforme Padis (1981), no fim da década de 1940, 99,83% de todos os pés plantados se encontravam nessa região.

A expansão dessa cultura no Estado era tão significativa que, na década de 1950, o café paranaense começa a ganhar terreno em relação ao paulista. O Paraná dobrava a sua participação e já respondia por 28,6%, enquanto São Paulo mal respondia por 42%. Segundo Padis (1981) entre 1962/1963 a produção paranaense atinge 62,8% do total, enquanto a paulista apenas 17,4%. Os fatores determinantes para essa expansão paranaense podem ser atribuídos à política brasileira de retração forçada da oferta e o controle da expansão das culturas.

Após esse momento de grande expansão, a atividade cafeeira paranaense começa a sofrer com as adversidades. Segundo Souza (2000) apud Melo (2006), nos anos de 1953 e 1955 ocorreram geadas que diminuíram a produção de café, a renda e as receitas estaduais. Além disso, as novas geadas que aconteceram em 1963, 1964, 1966 e 1969, as políticas de erradicação do café para diminuir a produção nacional, a expansão da comercialização da soja no mercado internacional e o receio de novas geadas, instalaram uma crise no setor paranaense.

De acordo com Melo (2006) a não disposição dos produtores de café em enfrentar as perdas ocasionadas pelos fenômenos climáticos, os incentivaram a substituir, primeiramente de maneira lenta e posteriormente de maneira acelerada, a cultura do café por outros tipos de plantação como a soja, o trigo e a exploração pecuária. Souza (2000) apud Melo (2006) ressalta que a geada de 1975 motivou a erradicação de extensas áreas de cultivo e também a liberação da mão-de-obra para outros setores.

É importante considerar que a economia cafeeira trouxe para o Estado uma modernização jamais verificada. Conforme descrito por Leão (1989) as razões do dinamismo apresentado pela economia paranaense, data desde a expansão da economia cafeeira no Norte do Estado, pois foi a partir dessa época que a agricultura tornou-se dinâmica, moderna e diversificada. A agricultura paranaense deixou de ser tradicional e rotineira e passou a ser dinâmica e diversificada e com uma tendência intrínseca à modernização.

As políticas de extinção dos cafezais, aliada à modernização da agricultura, fazem com que o Paraná entre na década de 70 com uma diversificação na sua produção. Segundo Rolim (1995) essa década foi marcada pela introdução de culturas mecanizadas, concentração fundiária e grande evolução tecnológica. Houve a substituição de culturas do tipo “colonial” (baseadas na utilização de terras recém-desmatadas e em técnicas relativamente primitivas, como o café) por culturas “nobres”, como a da soja e do trigo, tecnicamente “modernas”.

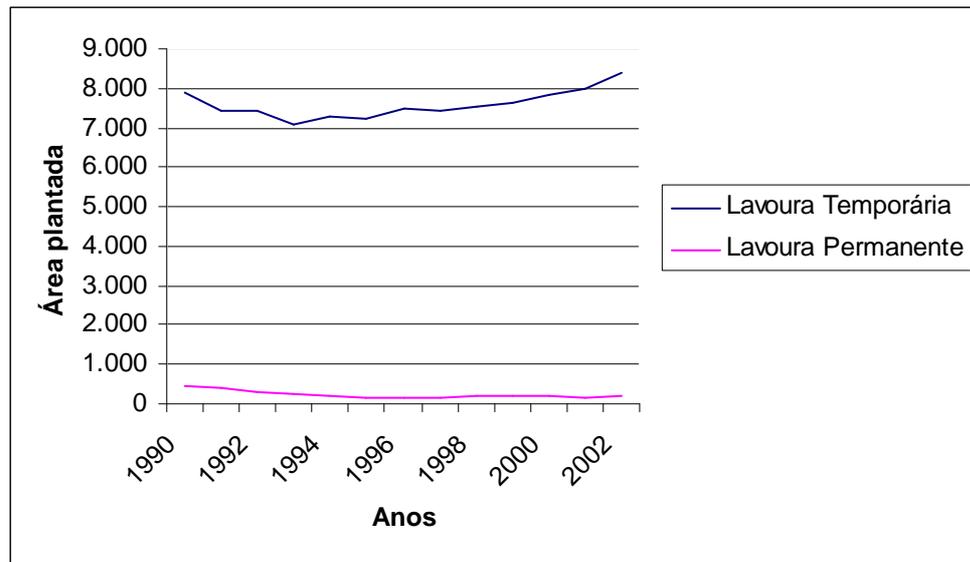
A soja, segundo Leão (1989), constitui-se o principal vetor da modernização agrícola, dispondo de tecnologia moderna para a sua produção e preços favoráveis. Vale ressaltar que a expansão do cultivo da soja e do trigo, aumentou a quantidade de culturas na pauta de produtos agrícolas do Estado e não foi realizada mediante a exclusão de outro produto. Na realidade, o que os produtores paranaenses fizeram foi deslocar para terras menos férteis as culturas menos rentáveis. Além disso, outras culturas também se destacaram em menor proporção no período, como a cana-de-açúcar, o milho e o arroz.

Os anos 80 não apresentaram um desempenho semelhante ao dos anos 70. Segundo Rolim (1995) a soja, que foi a cultura que levou as transformações qualitativas da economia paranaense, teve seu domínio diminuído na década de 80. Outros produtos se destacaram na década, como o trigo, que teve maior crescimento ao longo dos anos 80, quase que dobrando a sua participação no produto estadual. O algodão também apresentou destaque na época e foi estimulado tanto pelas cooperativas, como pelo governo estadual.

Além dessas culturas, segundo Rolim (1995), obteve destaque nos anos 80 o café e a cana de açúcar. O café continuou o seu processo de decadência, entretanto, nessa década apresentou índices de produtividade muito elevados, pois as plantações eram mais novas. Assim, o café no final dessa década apresenta ainda alguma importância, mas isto vai deixar de acontecer posteriormente. A cana-de-açúcar apresentou a participação mais ascendente. Este crescimento pode ser atribuído aos incentivos do Proálcool. Com a queda do programa a cultura perde o dinamismo, mas, segue, contudo, em expansão.

A pecuária, segundo Rolim (1995), apresentou um grande crescimento no período, principalmente no segmento avicultura. O dinamismo imposto pela cadeia produtiva com a indústria processadora resultou na ampliação do mercado interno e externo do produto. Entretanto, o bom comportamento de boa parte desses produtos na década de 1980 não se repete na década de 1990. A soja volta a apresentar crescimento em razão dos preços estarem favoráveis e a cana-de-açúcar mantém o processo expansionista.

Conforme o gráfico 1, verifica-se a conclusão do processo de substituição da lavoura permanente pela lavoura temporária, considerando a área plantada do Paraná. No período de 1990 a 2002, conforme o IBGE/PAM, houve uma redução de 50% da área plantada com lavoura permanente, pois reduziu de 454 mil hectares para 225 mil. A principal cultura que contribuiu para essa redução, segundo Melo (2006), foi o café com mais de 50% de redução.



Fonte: PAM/IBGE.

Gráfico 1 – Área plantada em mil hectares com lavouras permanentes e temporárias no Paraná no período de 1990 a 2002

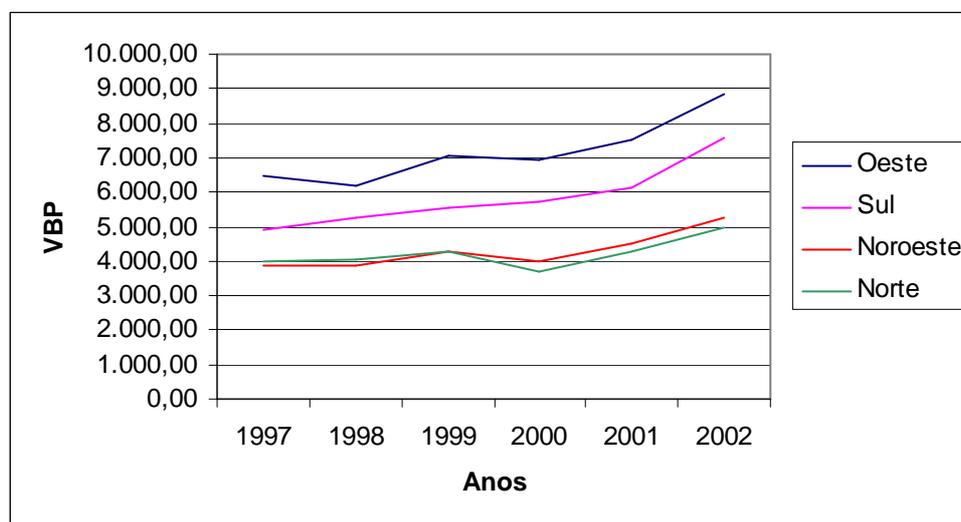
Segundo o IBGE/PAM, descrito pelo Gráfico 1, houve um crescimento de 7% na área plantada com lavoura temporária. Em 1990, eram 7.900 mil hectares e em 2002 8.400 mil hectares de lavoura temporária. De acordo com Melo (2006), os principais produtos que contribuíram para a expansão dessas lavouras foram a soja, o milho e a cana-de-açúcar, confirmando que as culturas tradicionais foram substituídas pelas culturas que tiveram o aparato construído no processo de modernização da agricultura paranaense.

De acordo com Rezende e Parré (2004) a atividade agrícola do Estado passou por um processo de modernização para enfrentar a concorrência no comércio internacional e intensificou o deslocamento regional da produção agrícola em direção às regiões com condições propícias para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais competitivos.

Desta forma, algumas questões devem ser consideradas quando se analisa a evolução da agropecuária do Paraná. A região Norte, Sudoeste e Oeste do Paraná desempenharam e desempenham importantes papéis para o dinamismo e modernização da agropecuária do Estado. A ocupação da região Norte que, segundo Padis (1981), foi um fenômeno ímpar na

história do país e originou através da ocupação do território objetivando a plantação de café e as regiões Oeste e Sudoeste que se desenvolveram mediante fluxos migratórios originados de duas frentes. O primeiro foi resultante do movimento ocupacional do Norte, pois as áreas onde se plantava o café foram substituídas por outras lavouras ou pecuária (que ocupam menos mão-de-obra) liberando contingentes populacionais que avançaram em direção a essas regiões. O segundo e mais importante, teve como ponto de partida o Rio Grande do Sul.

As diferenças no estilo de formação e ocupações das áreas paranaenses, a qualidade da terra de cada região, os diferentes tipos de plantação iniciadas pelos colonizadores, fazem com que cada região do Paraná tenha seu estilo próprio de lavoura e pecuária. Utilizando uma divisão realizada pela EMATER, descrita por Ipardes (2001)¹, em que o Paraná é dividido em 4 macrorregiões pode-se verificar conforme o gráfico 2, que existem diferenças no valor bruto da produção agropecuária nas diferentes regiões do Estado.



Fonte: SEAB.

Gráfico 2 – Valor bruto da produção agropecuária em milhões de reais no período de 1997 a 2002 nas quatro macrorregiões paranaenses

¹ O mapa e o nome dos municípios pertencentes a cada macrorregião encontram-se no anexo 1 e no anexo 3.

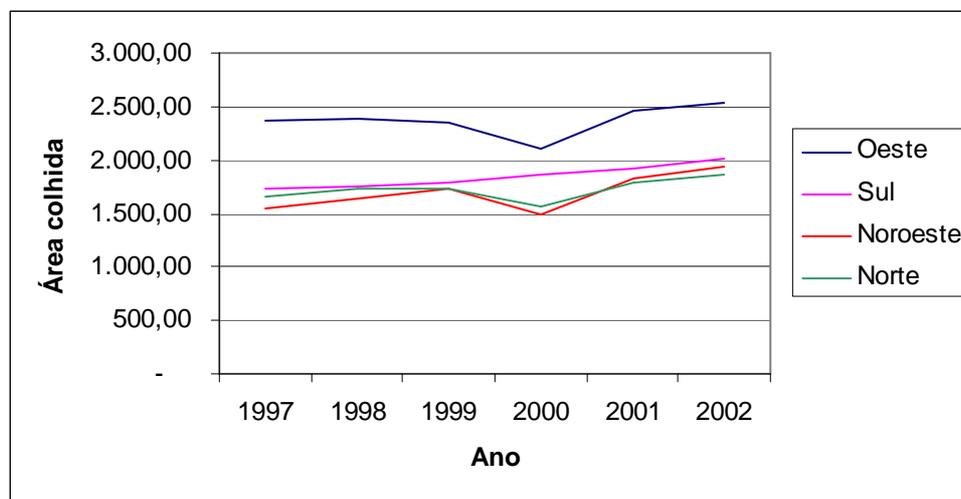
A macrorregião Oeste do Estado possui o maior valor bruto da produção agropecuária do Estado. Esta região se destaca com 30% da produção de soja, milho e também nas culturas de feijão, mandioca, trigo, arroz, batata-inglesa e a batata-doce. A microrregião de Toledo é umas das principais regiões produtoras da agropecuária do Estado. Segundo Ipardes (1996) se destaca na produção de algodão, milho, soja e trigo. Possui um extenso efetivo de rebanho de animais de pequeno porte, como suínos e aves, e está intimamente ligada com as cooperativas e grandes grupos que viabilizam maior valor adicionado aos produtos.

A macrorregião Sul é a segunda na composição do valor bruto da produção agropecuária, sendo boa parte desse valor formado pelas mesorregiões Sudeste, Centro-Sul e Centro-Oriental. A Região Metropolitana de Curitiba não tem muita expressão no segmento agropecuário, pois a base da sua economia é: a indústria, comércio e os serviços. Segundo Ipardes (2005), nesta região a base do valor bruto é composta por atividades agrícolas e atividades pecuárias. Os principais produtos são a batata-inglesa, fumo, soja, milho, feijão e destaca-se ainda a produção de erva-mate. No segmento pecuária tem como atividade a bovinocultura, a atividade leiteira, pois nesta macrorregião se encontra a maior bacia leiteira do Estado e a suinocultura.

As duas últimas macrorregiões vêm apresentando praticamente o mesmo valor da produção, conforme o gráfico 2. Possuem uma pauta de produção bastante diversificada, sendo o setor primário muito importante para a economia. Destacam-se na produção de algodão, milho, feijão, arroz, cana-de-açúcar, rami, amendoim, hortelã, mamona e a soja. Considerando a pecuária, destaca-se que pelo menos metade do rebanho bovino efetivo do Estado e uma terça parte do suíno, encontram-se na macrorregião Noroeste do Estado.

Quando se compara o comportamento da área colhida com lavouras permanentes e temporárias verifica-se que cada região apresenta um comportamento distinto, ou seja, a região com maior área colhida com lavoura temporária (permanente) apresenta menor área

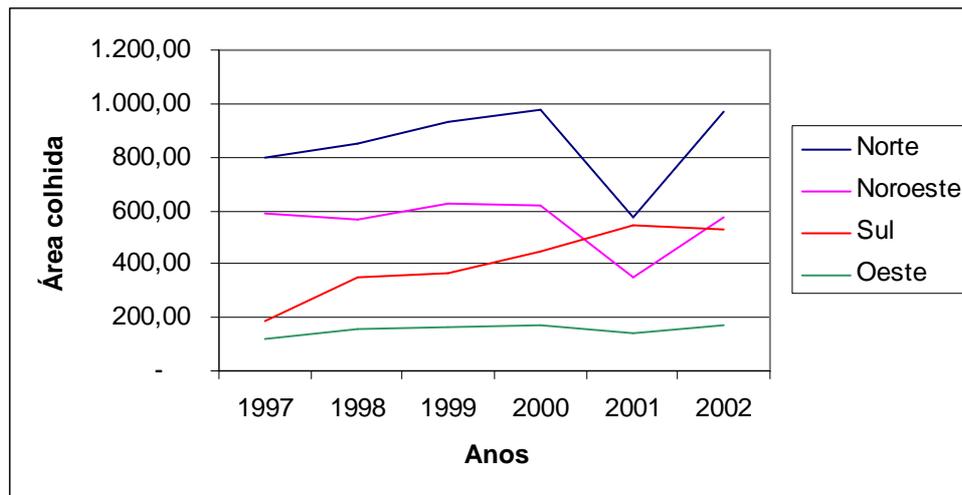
colhida com lavoura permanente (temporária). Conforme descrito pelo gráfico 3 e gráfico 4, a região Oeste apresenta a maior área colhida com lavoura temporária e a menor área colhida com lavoura permanente do Estado. Este comportamento pode ser atribuído ao fato desta região apresentar um complexo agroindustrial moderno e competitivo, articulado aos eixos do país e do exterior. Segundo Melo (2006) grande parte da área produzida destina a produção de soja, milho e está estritamente relacionado à agroindústria.



Fonte: PAM/IBGE.

Gráfico 3 – Área colhida com lavoura temporária, em mil hectares, nas quatro macrorregiões do Paraná no período de 1997 a 2002.

A macrorregião Sul, conforme gráfico 3 e gráfico 4, apresenta a segunda maior área colhida com lavoura temporária e a segunda menor com lavoura permanente. Esta macrorregião possui uma pauta bastante diversificada e se destaca na produção de batata, milho e feijão. Segundo Melo (2006) a evolução da sua agropecuária demonstra intensificação da produção via aumento da produtividade e alterando a contribuição mediante a alteração da pauta dos produtos como soja, milho, erva-mate e fumo, sem reduzir os produtos tradicionais, como batata e feijão.



Fonte: PAM/IBGE.

Gráfico 4 – Área colhida com lavoura permanente, em mil hectares, nas quatro macrorregiões do Paraná no período de 1997 a 2002.

As macrorregiões Norte e Noroeste apresentam as duas menores áreas colhidas com lavoura temporária e as duas maiores áreas colhidas com lavoura permanente. As mesorregiões pertencentes a essas macrorregiões possuem características que juntas determinam esse comportamento para as macrorregiões. Segundo Ipardes (2004), a mesorregião Noroeste, pertencente à macrorregião Noroeste, dentre todas as mesorregiões que integraram o processo de expansão da fronteira agrícola, baseadas na expansão da cafeicultura, foi a que apresentou maior dificuldade para transitar da crise cafeeira para outras atividades. As dificuldades podem estar relacionadas às limitações do solo que impossibilitou a expansão das culturas anuais, tornando a pecuária extensiva à opção para o declínio do café. A mesorregião Centro Ocidental, que também pertence ao grupo denominado Noroeste, tem na base da sua pauta de produção agrícola a produção de grãos.

A mesorregião Norte Central possui municípios tanto na macrorregião Noroeste quanto na Norte. Segundo Ipardes (2004) sua base produtiva se destaca no cultivo da soja e do milho, mas é importante ressaltar o considerável avanço da fruticultura, principalmente nas lavouras permanentes como a laranja. A última mesorregião que compõe a macrorregião

Norte é o Norte Pioneiro. Esta região, após a crise do café, passou a cultivar soja, milho e cana-de-açúcar.

Considerando o fato de que dentro de um mesmo Estado existem diferentes regiões com características diversas, faz-se a constatação que cada região possui um modo de desenvolvimento distinto. Assim, no próximo capítulo descrevem-se as teorias de economia regional, dando ênfase para a importância do espaço e da agricultura na geração do desenvolvimento de uma região.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O tempo e o espaço

A agropecuária é um setor importante na estrutura produtiva do Paraná e está distribuída em todo o seu território de maneira heterogênea, considerando que as atividades desenvolvidas variam de região para região. O espaço e a localização da produção são importantes para compreender a trajetória de desenvolvimento do mesmo. Desta forma, com este capítulo objetiva-se estudar as teorias de desenvolvimento regional enfatizando a importância do espaço, da formação das regiões e da localização ótima na escolha de onde e o que produzir.

O espaço por muito tempo foi um elemento esquecido nas teorias de análise regional. Os economistas clássicos desconsideraram as contribuições que o espaço poderia trazer para a compreensão do comportamento e do desenvolvimento das regiões.

Os estudiosos dessa escola de pensamento, de acordo com Richardson (1975), escreviam sobre a seqüência evolutiva da atividade econômica, numa análise formal, considerando o mundo estático, a-espacial, proporcionando a essas formulações a condição de imutáveis, leis eternas e de validade universal.

O foco principal da economia clássica era o processo de evolução das atividades econômicas e da distribuição do produto gerado. Ferreira (1989b) descreve que o descaso com o processo de dispersão das atividades no espaço tem origem na suposição da equalização dos preços dos fatores, originada no regime de concorrência perfeita, perfeita mobilidade dos fatores e custos nulos de transporte. Estas suposições eliminariam as desigualdades nos níveis de produção entre as regiões.

Segundo Lopes (2001) a economia negligenciou o tratamento da variável espaço, fundamentalmente, por causa de três aspectos. O primeiro é que a teoria econômica tradicional ignorou a dimensão espaço, considerando apenas o tempo como fator responsável da evolução das atividades econômicas. O segundo é que as hipóteses tradicionais da economia clássica conduzem à desconsideração das diferenças espaciais nos custos, nos salários, nos rendimentos e nos preços, pois o equilíbrio, de qualquer forma, seria atingido. O último é que a aceitação, por muito e longo tempo, da análise marginalista, determinou o atraso do tratamento espacial. Esse tipo de análise geralmente impede a inclusão do espaço, já que os fenômenos não se comportam de maneira a aceitar a continuidade dessa variável.

Segundo Ferreira (1989b) um grande obstáculo ao interesse dos economistas da Escola Clássica pelo contexto espacial deriva do fato de que a contribuição da Escola Marginalista se torna de difícil aplicação aos fenômenos econômicos espaciais, além da hipótese de concorrência perfeita se tornar insustentável. Os movimentos no espaço ocorrem de maneira descontínua e as variações são discretas, impossibilitando a determinação da localização e da distribuição “ótima” das atividades econômicas, gerando uma dificuldade na verificação, por meio do princípio de substituição, que conduz a maximização condicionada do lucro e da alocação dos recursos. Além disso, a Economia Espacial tem por característica as imperfeições do mercado, em decorrência da “fricção da distância”, proporcionando uma proteção monopolística às firmas próximas dos consumidores.

As teorias acabaram criando o hábito de não considerar o espaço. Richardson (1975) explica esse fato pela crença de que o tempo é a dimensão mais crítica na análise econômica. O espaço e suas implicações apareceriam em um segundo plano comparado relativamente com o tempo nos fatores explicativos da economia.

A discussão em torno da localização ótima das atividades econômicas e da população era considerada trivial, se comparada às questões relativas ao crescimento e ao equilíbrio

econômico do país. Segundo Richardson (1975) a temporalidade rapidamente se prestou a realizar as análises econômicas rigorosas e que os fatores não econômicos tinham influência dominante no padrão espacial das atividades econômicas, significando que os recursos naturais têm a localização pré-determinada, mas as considerações não econômicas são os fatores determinantes de onde viver, trabalhar e produzir.

A Escola Histórica Alemã foi a primeira escola a considerar o fenômeno espacial. Seus membros enfatizavam que a realidade social deveria ser tomada como referência para o desenvolvimento da teoria. Conforme Richardson (1975) a Escola reconheceu a importância e o significado do elemento tempo na análise econômica, mas sem deixar de considerar implicitamente os elementos espaço e distância.

A partir da segunda metade do século XIX, de acordo com Ferreira (1989b), os economistas dessa Escola se dedicaram a enumerar os fatores locais peculiares de cada país e em cada época, que poderiam explicar as vantagens comparativas de uma região em relação à outra e verificar a razão da instalação de uma atividade produtiva em um determinado local.

A Escola Alemã salientava que a economia, enquanto fenômeno social, não se afastava da ordem político-social-institucional e para a compreensão deveria ser pesquisada como elemento de ordem social e inter-relacionada com os costumes, a lei, a educação, a política e a religião.

O entendimento da economia espacial fornece subsídios para a compreensão do processo de consolidação das atividades produtivas em uma dada região. Conforme descrito em Ferreira (1989b) a concentração do capital industrial, a aglomeração das atividades econômicas em poucas regiões e a forma heterogênea como esse processo ocorre, são os problemas centrais de estudo da Economia Espacial e Economia Regional, de tal forma que os problemas de desenvolvimento e socioeconômicos são também problemas de localização.

Lopes (2001) descreve em seu trabalho que a natureza do problema da localização enfatiza os aspectos econômicos, não só porque os benefícios e custos estão sendo levados em consideração, mas pelo fato de a maioria das atividades humanas envolverem a distribuição e o uso de recursos escassos.

Na concepção de Hoover (1970), descrito em Ferreira (1989b), a Economia Espacial analisa as questões “o que”, “onde” e “por que”, objetivando questionar os problemas relacionados a proximidade, concentração e dispersão, além das semelhanças e diferenças das localidades e da distribuição das atividades econômicas no espaço.

A compreensão da organização das atividades, sua distribuição no espaço e o reconhecimento de que podem ter significado econômico conduz a classificação de diferentes conceitos de região e a distinção com relação ao conceito de espaço.

3.2 Dimensões espaciais e regionais

Os conceitos de espaço e região não devem ser confundidos. Conforme Lopes (2001) o espaço é definido mediante um conjunto de dados econômicos localizados de formas diferentes, podendo até ser dispersos, mas o que é realmente importante são as suas características e a natureza das relações de interdependência.

A definição de região é mais restrita, o importante são as razões de contigüidade, ou seja, os elementos que a compõem têm que se localizar de forma contígua, não importando as restrições dos fatores associados. Ferreira (1989b) ressalta que esse conceito é dinâmico, pois as estruturas das regiões que condicionam o tamanho das suas áreas alteram no decorrer do tempo.

A divisão do espaço realizada pelo homem, segundo Andrade (1973) leva em consideração as características que cada lugar, apresenta considerando, sobretudo, as influências das condições naturais e do aproveitamento do mesmo.

Uma característica marcante do espaço é o fato de ser o ambiente que ocorre o processo de interação e relação social entre as pessoas, criando o espaço geográfico das cidades, do campo, das fábricas. Guimarães (1997) descreve que o conceito de espaço considera o encontro entre a sociedade e as modificações na paisagem que compreende a produção material e os interesses do homem na atividade desenvolvida no solo.

Conforme descrito por Clemente (2000) os espaços econômicos (abstratos) têm origem nas atividades humanas, ou seja, consideram-se as relações que os seres humanos realizam no espaço geográfico na busca da sobrevivência e conforto. Desta forma, é constituído por relações de natureza econômica como o consumo, a tributação, o investimento, a exportação, a importação e a migração.

Perroux (1967) estabelece três diferentes tipos de conceitos de espaço econômico. O primeiro é o espaço econômico como conteúdo de um plano, isto é, espaço de planejamento. É o conjunto das relações estabelecidas entre a empresa e os fornecedores de insumos (matéria-prima, mão-de-obra, capitais) e a empresa e os compradores (compradores intermediários, compradores finais).

O segundo é o espaço como campo de forças, ou seja, espaço polarizado. Como descrito por Perroux (1967), este compreende as forças de atração (centrípetas) e de repulsão (centrífugas). O surgimento ocorre basicamente, em decorrência, da concentração da população e da produção. Segundo Ferreira (1989b) é onde se concentram as atividades econômicas, sociais, políticas e administrativas relacionadas com outros pontos do espaço, tendo relação de dominação. Os pontos dominantes impõem regras e captam benefícios dos demais. Este tipo de espaço é heterogêneo e suas partes são complementares, pois mantêm

uma relação de troca, principalmente com a porção dominante. É possível uma caracterização abstrata das cidades e seus diferentes tamanhos.

O último tipo de espaço é o econômico como conjunto de atividades homogêneas, ou seja, espaço homogêneo. As variáveis como a renda, preço, produção podem ser utilizadas para a delimitação do espaço homogêneo. É importante ressaltar que há uma relação inversa entre a especificidade do critério de homogeneidade e a dimensão territorial. Quanto mais específico for o critério menor será a dimensão territorial e quanto menos específico maior será a dimensão.

Considerando o conceito de espaço, verifica-se que este é composto por um conjunto de regiões, pois conforme a localização das atividades estes podem se agrupar de maneiras contíguas. Como o espaço, as regiões também têm diferentes classificações, as regiões homogêneas e as regiões nodais ou regiões polarizadas que se encontram descritas a seguir.

As regiões homogêneas têm como característica importante o maior grau de semelhança nas combinações dos distritos com distâncias, isto é, possuem um grau de homogeneidade maior. Segundo Lopes (2001) as áreas contíguas realizam trocas mais intensas e com uma hierarquia maior, dispendo de uma provável condição de desenvolver ações conjuntas, pois a possibilidade de interesses e objetivos tende a ser parecidos, tornando a utilização dos meios comuns mais viáveis e eficazes.

Um outro conceito utilizado para definir regiões homogêneas é o descrito por Richardson (1973). Segundo o autor, um possível critério para definir uma região homogênea é a semelhança nos níveis de renda per capita. A região definida desta forma é destituída do espaço, isto porque a região cresce e declina como um todo e não como a renda total que se modifica dependendo das influências separadas que ocorrem nas atividades econômicas localizadas em diferentes pontos dentro da mesma região. O autor complementa que a

economia de um país pode ser considerada como um conjunto de pontos espacialmente separados denominados de região.

A caracterização das regiões nodais ou polarizadas surge em decorrência da aceitação de que a economia espacial não possui uma uniformidade e que existe a possibilidade de um significado econômico. Essas regiões são compostas por unidades heterogêneas, como por exemplo, a distribuição da população que forma grandes cidades, pequenas cidades, aldeias, áreas rurais pouco povoadas, mas que são extremamente inter-relacionadas.

A interconexão existente entre os diferentes tipos de agentes é revelada em fenômeno de fluxos. Richardson (1973) descreve que esses fluxos não ocorrem de forma uniforme. Os fluxos mais fortes tendem a polarizar-se em nódulos dominantes e desta forma, geram-se as grandes cidades. Ao redor desses nódulos haverá as zonas de influência ou campos espaciais que levam a interação de diferentes espécies, e conforme for ocorrendo o distanciamento, as densidades dos fluxos declinam até chegar o ponto em que o nível crítico delimita os limites do campo espacial.

A zona de influência, desta forma, é afetada pela decisão da localização dos agentes no espaço. Lopes (2001) descreve que a localização é objeto de um processo de tomada de decisão, sendo que em certos casos tem como objetivo a maximização de um valor de um rendimento ou de uma utilização.

3.3 O problema da localização

A natureza do problema da localização, de acordo com Lopes (2001), enfatiza os aspectos econômicos, isto porque, além de sempre estar em questão os custos e os benefícios, as atividades humanas distribuem e utilizam recursos limitados. A escassez dos recursos obriga o homem a utilizá-lo de maneira racional e como existe a interdependência das

atividades e dos agentes, uma má decisão de localização em relação às outras pode afetar os custos de interação espacial.

Uma das questões fundamentais da localização é o objetivo empresarial de minimizar os custos operacionais, como o custo de transporte da matéria-prima e do produto final até o mercado consumidor e/ou maximizar o lucro.

Segundo Lopes (2001) as sociedades agrícolas tradicionais tinham como meta de alcance social a determinação da localização, objetivando a distribuição das famílias nos solos mais férteis e minimização do esforço na tentativa de promover o desenvolvimento.

O primeiro teórico a estudar o problema da localização foi Johann Heinrich Von Thünen, no início do século XIX. Seu objeto de estudo foi o princípio da localização das atividades agrícolas no espaço.

3.3.1 A teoria da localização agrícola de Von Thünen

A terra como fator de produção é o principal componente estudado na análise da área de abastecimento. Segundo Ferreira (1989a) a utilização da terra condiciona as atividades a se dispersarem no espaço geográfico por causa de componentes tecnológicos e econômicos. O elemento tecnológico seria o uso da terra como fator de produção no processo produtivo da atividade desenvolvida e o econômico é o preço da terra que é influenciado diretamente pela sua utilização e o custo de transporte.

Duas vertentes contrárias influenciam a localização da atividade agrícola: a renda da terra e o custo de transporte. A primeira pressiona para que haja a distribuição das atividades econômicas e a outra para que se concentre no espaço. Ferreira (1989a) descreve que o equilíbrio entre as duas forças, considerando alguns pressupostos como condições de concorrência perfeita, a ausência da interdependência locacional e técnicas e economias de

aglomeração resultam em um padrão de uso da terra que é o foco central de estudo de Von Thünen.

Em seu modelo, Von Thünen considera um centro de mercado e uma região agrícola homogênea e isotrópica² e procura explicar o padrão de distribuição das atividades agrícolas. Seu objetivo principal era identificar a formação dos preços dos produtos agrícolas e as leis que associam as variações dos preços aos padrões espaciais de utilização do solo. De acordo com Lopes (2001), considerando que os produtos agrícolas chegam ao mercado no regime de concorrência, o que determinará as áreas cultivadas no espaço são a produtividade, os custos de transporte e a procura (demanda).

Para Von Thünen as culturas deveriam proporcionar os melhores resultados e no caso de baixo resultado essa cultura deveria se deslocar para outro local que em termos relativos trará maior ganho. O que importa é o resultado da cultura por unidade de solo e não por unidade de produto.

Uma característica importante do modelo, conforme Ferreira (1989a), é o nível de agregação que conduz à determinação da distribuição global de um conjunto de atividades competitivas em uma área geográfica. Ele considera que não existe diferença de fertilidade da terra na área considerada, e há total disponibilidade de transportes em todos os sentidos. Desta forma, a renda paga ao fator terra é diferenciada pela sua localização. Baseado nesses pressupostos, Von Thünen descreve que a renda paga ao fator terra é tipicamente em decorrência da localização. Assim, a teoria da localização agrícola foi desenvolvida para responder o que se deve produzir em um dado local.

A localização das atividades produtivas de uma região é de suma importância para o seu desenvolvimento e possibilita a ocorrência do desenvolvimento das regiões vizinhas. Segundo Clemente (2000) ao atingir certo nível de desenvolvimento, uma região começaria a

² A região apresenta as mesmas propriedades, independentemente da direção.

apresentar pressões crescentes sobre a sua oferta de matérias-primas e sentiria o estímulo de importar das suas regiões vizinhas, proporcionando a elas o impulso inicial para também se desenvolverem, havendo uma difusão do efeito transbordamento do desenvolvimento a partir da região vizinha desenvolvida.

3.4 A agricultura e o desenvolvimento regional

O desenvolvimento poderia ser conceituado, conforme Araújo (1975), como um processo dinâmico que altera a estrutura da economia e proporciona melhores condições de consumo, de expectativa de vida, de educação e aumento da produtividade do trabalho para a maioria da população. O ritmo do desenvolvimento está condicionado ao setor primário, pois sempre que este não responde aos estímulos da economia, além do desequilíbrio social e econômico pressiona o crescimento dos preços, gerando um processo inflacionário.

A contribuição do setor agrícola no desenvolvimento não se limita à renda gerada pelo agricultor. Segundo Paiva (1979) a renda do agricultor é a contribuição direta na renda total gerada no país. A contribuição indireta provém da venda dos produtos mais baratos por parte dos agricultores, permitindo que as atividades não-agrícolas do país aumentem a sua demanda. As pessoas deixam de gastar parte da sua renda na aquisição de produtos para a alimentação e com isso, compram produtos ligados a atividades não-agrícolas. Se considerar que a parte da renda gasta com produtos agrícolas compõe uma fatia apreciável da renda da nação é de se supor que uma redução nos preços dos mesmos tenha um impacto sensível na demanda dos demais produtos da economia, possibilitando uma ampliação das atividades dos outros setores e o montante da renda por eles gerado.

A contribuição indireta da agricultura pode muitas vezes superar a direta, entretanto deve-se verificar qual o fator que está sendo relevante na obtenção dos baixos preços. Se isso

ocorre em decorrência da eficiência na produção ou apenas fruto do tradicionalismo ineficiente, onde os preços e os custos são baixos porque os agricultores não utilizam modernos insumos e tecnologias avançadas. Segundo Paiva (1979) o grande empecilho do tradicionalismo ineficiente é a impossibilidade de expansão no longo prazo e a perda de rendimento e incentivo de produção para o mercado.

O aumento da produção advindo do incremento da produtividade pode trazer benefícios importantes para o desenvolvimento de uma região. Segundo Johnston e Mellor (1961) cinco benefícios podem ser proporcionados por esses fatores. O primeiro é a provisão de alimentos e matérias-primas, pois a população, principalmente, nos países em desenvolvimento, está em constante crescimento e o item alimentação despende parcela significativa da renda dessa população. Para manter um equilíbrio e preços estáveis é necessário que a produção e o consumo cresçam no mesmo compasso, permitindo que as pessoas consumissem outros produtos que não sejam os produtos de origem agrícola. O segundo é a ampliação da disponibilidade de produtos, que ocorre a partir do momento que os países recorrerem ao mercado internacional para suprir a deficiência interna de produtos não fabricados internamente ou fabricados em baixa quantidade.

O terceiro é a transferência de mão-de-obra para outros setores. O aumento da produtividade, advindo da melhor utilização dos fatores, libera os trabalhadores para outros setores, pois além de se utilizar menos mão-de-obra na agricultura ocorre o aumento da demanda dos produtos não agrícolas. O quarto é o fornecimento de recursos para outros setores, o governo retém a receita de exportação da agricultura ou lança outro imposto e, com isso, constrói a infra-estrutura necessária ao processo de industrialização ou incentiva a expansão de setores urbano-industriais através de benefícios fiscais ou linhas de crédito.

O último é a expansão do mercado interno, pois a agricultura pode incentivar o maior consumo de bens e serviços finais, produzidos por setores urbano-industriais como

fertilizantes, defensivos, tratores e outros fatores de produção, ou então intensificar a produção de alimentos e matérias-primas a preços mais baixos objetivando atender a demanda de consumidores urbanos.

Considerando esses fatores, verifica-se a importância da agricultura como fator de desenvolvimento de uma nação. A modernização e o aprimoramento das técnicas de cultivo são de relevância para incentivar o aumento da produção e baixar os custos e os preços proporcionando alimentos e insumos mais baratos. Menores gastos com produtos agrícolas libera parte da renda para a obtenção de produtos não-agrícolas possibilitando um consumo mais diversificado por parte das famílias.

Não se pode deixar de destacar que a ocorrência desse desenvolvimento depende de fatores como melhor distribuição da terra e do trabalho, aumento das pesquisas e experimentação para a melhora genética e qualidade dos produtos, intensificação do processo de extensão rural que consiste na orientação das novas técnicas alternativas aos produtores rurais e a maior facilidade de crédito rural para os produtores. Enfim, é proporcionando as condições de plantio, produção e preço que se melhora o setor agrícola de um país e, conseqüentemente, incentiva as atividades dos outros setores.

No próximo capítulo será utilizada uma ferramenta metodológica, Econometria Espacial, que capta o efeito vizinhança entre as regiões a serem estudadas, isto é, verifica-se se uma região influencia a sua região vizinha. Além disso, serão consideradas as especificidades de cada lugar, ou seja, que característica cada região tem e que política específica de desenvolvimento deve ser adotada dependendo do objetivo e do local.

4 METODOLOGIA

O estudo da econometria espacial cada vez mais vem conquistando espaço na literatura econômica. Segundo Figueiredo (2002), este fato tem ocorrido por causa da constatação de que, na maioria dos casos de dados de corte seccional, existe autocorrelação espacial, e também porque existem efeitos de interdependência nas diferentes regiões, principalmente, quanto mais próxima uma região for da outra.

A econometria espacial considera dois efeitos espaciais na sua estimação, sendo que o primeiro é a dependência espacial ou autocorrelação espacial, e o segundo, a heterogeneidade espacial. Segundo Anselin (1988), esses dois efeitos costumam ser ignorados na literatura econométrica tradicional, muito provavelmente pela ênfase dada os fenômenos dinâmicos e os dados de série de tempo.

A dependência espacial, segundo Almeida (2004), é dada pela interação dos agentes no espaço, ou seja, o valor de uma variável de interesse numa certa região i depende do valor dessa variável nas regiões vizinhas j . A inserção da localização no estudo é importante, pois quando este não é inserido, os resultados proporcionados pela econometria convencional podem se tornar, de certo modo, inconsistentes. As técnicas espaciais incorporam na modelagem o padrão da interação sócio-econômica entre os agentes do sistema, bem como as características da estrutura desse sistema no espaço.

Anselin (1988) ressalta que a autocorrelação espacial é caracterizada como uma relação funcional entre o que acontece em diferentes pontos do espaço e que são, basicamente, duas as condições que levam a isso: a primeira deriva da mensuração dos erros das observações das unidades espaciais contínuas e a segunda é a mais fundamental para a ciência regional e a geografia humana e segue a existência da variação de interação dos fenômenos espaciais.

Ao se estimar uma função de produção para a agropecuária, conforme Almeida (2004), deve-se considerar que pode existir uma interação entre os produtores agrícolas, fornecendo uma dinâmica diferente. Além disso, existe a possibilidade de um grupo de produtores introduzirem uma inovação agrícola na lavoura, aumentando a produtividade, e que ao observar este aumento, os agricultores vizinhos os imitam e difundem a inovação. Essa inovação, que teve início em um município, começa a se difundir, ultrapassando as fronteiras de um município isolado. A interação entre os municípios pode acarretar que o nível de produção de um município tenha dependência espacial do nível de produção do município vizinho. A desconsideração desses fatores gera resultados enviesados, inconsistentes e/ou ineficientes.

No estudo da econometria espacial, segundo Almeida (2004), quatro processos espaciais são relacionados a uma variedade de processos de interação social. O primeiro é processo de difusão que consiste na implementação de um fator de interesse por parte dos elementos de uma determinada população fixa. O segundo processo espacial envolve a troca de mercadorias e a transferência de renda entre as unidades espaciais. A renda adquirida em uma região pode ser utilizada em outra. O efeito multiplicador regional da renda apresenta grande importância. O terceiro destaca o comportamento estratégico como uma característica que envolve a interação, ou seja, como um evento que ocorre numa região influencia e é influenciado por eventos que ocorrem em outras regiões, envolvendo competição e/ou cooperação. O último processo trata da dispersão ou do espraiamento de um atributo. Neste caso, é a própria população considerada que dispersa.

A heterogeneidade espacial manifesta-se quando ocorre a instabilidade estrutural no espaço. Dessa forma, há diferentes respostas dependendo da localidade ou da escala espacial. A heterogeneidade espacial ocorre na situação em que os coeficientes ou os padrões do erro variam sistematicamente através das áreas geográficas.

Conforme destacado por Almeida (2004), nos processos espaciais existe uma imbricação entre os dois efeitos, pois a heterogeneidade espacial gera dependência espacial e, por sua vez, a dependência espacial pode levar a heterogeneidade.

Os dois efeitos são de relevância para o estudo dos dados espaciais e a estrutura da dependência espacial a ser inserida no modelo é uma questão operacional fundamental da econometria espacial. Segundo Anselin (1988) em contraste com a situação da análise das séries de tempo, onde a noção de variável defasada é razoavelmente não-ambígua, as questões em torno das análises espaciais são consideradas complicadas. A noção de dependência espacial implica necessidade de determinar a influência de uma unidade particular nas outras unidades do sistema espacial. Formalmente, isto é expresso na noção topológica de vizinhança e vizinhos próximos, ou seja, mediante a isso é que se constrói a matriz de pesos espaciais.

4.1 Matriz de pesos espaciais

O conceito de matriz de pesos espaciais, descrito em Almeida (2004), tem como base a contigüidade, que pode ser definida conforme a vizinhança, a distância geográfica ou sócio-econômica, ou a combinação das duas. A escolha da matriz de pesos é relevante, pois os resultados podem variar dependendo da matriz considerada.

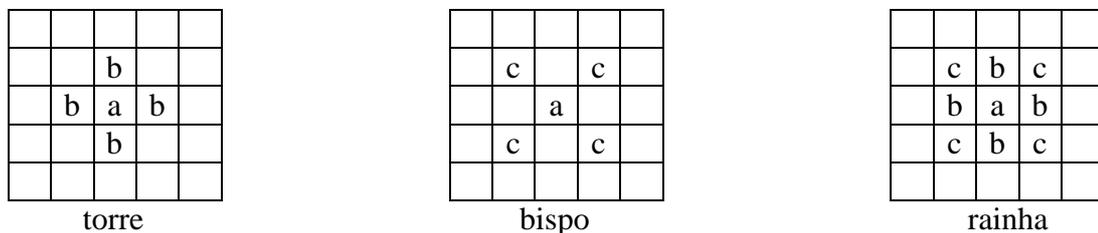
A concepção dos efeitos espaciais de uma unidade sobre as outras, segundo Figueiredo (2002), é dada por meio de ponderações. A variável observada em cada região recebe uma ponderação quando fizer vizinhança com a região analisada.

4.1.1 Tipos de matrizes

4.1.1.1 Matriz binária

As primeiras noções de dependência espacial foram apresentadas por Moran (1948) e Geary (1954), e são baseadas na noção de contigüidade binária entre as unidades espaciais. A estrutura subjacente dos vizinhos é expressa entre os valores 0 e 1 e se duas unidades espaciais têm fronteira comum, são consideradas contíguas e o valor assumido é 1.

Quando adotada a noção de contigüidade deve-se assumir que os limites dos vizinhos podem diferenciar. As fronteiras comuns podem variar dependendo da associação realizada entre as unidades espaciais. A figura 1 apresenta um exemplo que utiliza três tipos de grades diferentes na alocação da vizinhança, baseado em Anselin (1988).



Fonte: elaboração da autora, baseada em Anselin (1988, p. 22).

Figura 1 – Tipos de contigüidade nas unidades espaciais

Conforme as grades apresentadas na figura 1, a borda comum associada à célula *a* e às células vizinhas, podem ser considerada em diferentes direções. A célula *a* pode ser contígua das células denominadas *b*, ou então a contigüidade de *a* pode estar associada às células denominadas *c*, ou simplesmente pode ser uma combinação dos dois limites. Fazendo uma analogia ao jogo de xadrez, cada grade representa um tipo de movimento das peças utilizadas no jogo. No primeiro caso tem-se a torre, no segundo o bispo e, por último, a rainha.

A matriz de pesos espaciais é descrita de forma similar à grade e a matriz espacial resultante é formalmente expressa como matriz contígua ou de conectividade. Segundo Anselin (1988), cada unidade espacial dessa matriz é representada pela linha e pela coluna, sendo que em cada linha os elementos diferentes de zero corresponde às unidades espaciais contínuas.

A tabela 1 apresenta um exemplo de matriz binária de pesos espaciais apresentado por Almeida (2004) para as cinco regiões brasileiras na convenção rainha.

Tabela 1 – Matriz binária de pesos espaciais para as regiões brasileiras na convenção rainha

	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Norte	0	1	1	0	0
Nordeste	1	0	1	1	0
Centro-Oeste	1	1	0	1	1
Sudeste	0	1	1	0	1
Sul	0	0	1	1	0

Fonte: Almeida (2004).

As matrizes de pesos espaciais com base nas convenções do jogo de xadrez podem apresentar problemas de conectividade. De acordo com Almeida (2004) isto ocorre porque pode haver regiões com uma grande área com muitos vizinhos e regiões com pouca área e poucos vizinhos. A sugestão dada pelo autor, na tentativa de superação desse problema, é adotar a matriz dos k vizinhos mais próximos. Neste caso, a convenção utilizada é com base na distância geográfica.

Formalmente, segundo Almeida, Almeida e Sartoris (2006), essa matriz é descrita como:

$$W_{ij}(k) = 0, \text{ se } i = j = 1, 2, \dots, n.$$

$$W_{ij}(k) = 1, \text{ se } d_{ij} < D_i(k) = w_{ij} / \sum_j w_{ij}(k), \text{ para que } k = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

$$W_{ij}(k) = 0 \text{ se } d_{ij} > D_i(k)$$

em que:

d_{ij} = é a distância medida pelo grande círculo, entre os centros das regiões i e j.

$D_i(k)$ = é o valor crítico que define o valor de corte, ou seja, as distâncias acima deste ponto não serão levadas em consideração, ou seja, as regiões não serão tomadas como vizinhas.

Como pode ser verificado, existe claramente uma variedade de caminhos para a formalização da matriz de contigüidade, o que não é uma característica desejável. Anselin (1988) ressalta que a contigüidade simples pode levar a uma representação limitada da extensão da interação que pode ser expressa no modelo e, em adição a isso, a contigüidade não é sensível ao número de transformações topológicas, no sentido que a mesma matriz pode representar diferentes arranjos da unidade espacial.

4.1.1.2 Distância Inversa

A distância inversa é um outro tipo de matriz geográfica. Segundo Almeida (2004), a idéia central é que quanto mais distante duas localidades estiverem, menor será a interação entre elas. Sua fórmula genérica é dada por:

$$W_{ij} = f(d_{ij}) \quad (2)$$

Sendo que os pesos são em função da distância entre as localidades i e j. Essa função f pode assumir várias formas, como na forma de função de distância inversa:

$$w_{ij} = d_{ij}^{-b} \quad (3)$$

É importante destacar, segundo Almeida (2004), que esse parâmetro b, pode ser um problema a esse tipo de matriz, pois em grande parte das vezes, é determinado de maneira arbitrária. Entretanto, o principal problema aparece quando d_{ij} aproxima-se de zero, tornando w_{ij} grande, tendendo ao infinito.

4.1.1.3 Matriz de Pesos Espaciais Geral

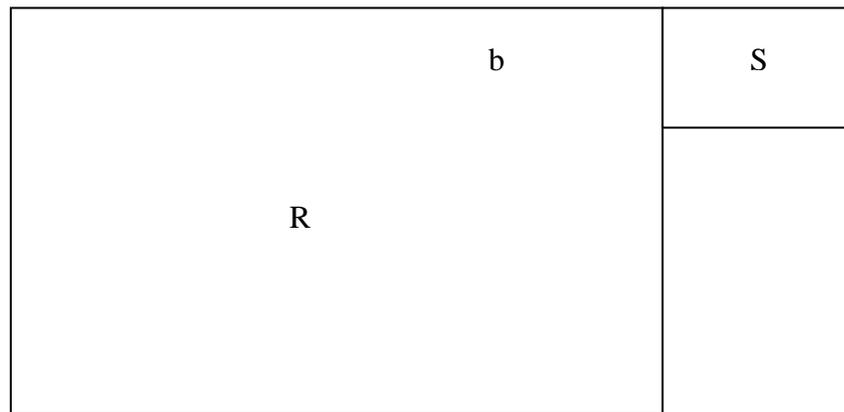
A extensão do conceito simples da matriz de contigüidade binária foi ampliada por Cliff e Ord em 1981. Segundo Anselin (1988), os autores incluíram a medida de interação potencial entre duas unidades espaciais. É expressa pela matriz de pesos espaciais W , referindo-se a matriz de pesos espaciais de Cliff-Ord.

A idéia central sugere que duas regiões que compartilham maior extensão de fronteira tenham interação maior. Segundo Almeida (2004), os pesos espaciais gerais são dados pelo comprimento relativo da fronteira comum, ajustado pela distância inversa entre as observações. A matriz de pesos espaciais gerais é expressa por:

$$w_{ij} = \frac{b_{ij}^{\beta}}{d_{ij}^{\alpha}} \quad (4)$$

em que b_{ij} é a parcela da fronteira comum entre as observações i e j no perímetro de i e j e α e β são parâmetros.

A figura 2 evidencia que necessariamente b_{ij} não é igual a b_{ji} . Como é possível visualizar que a fronteira da região R em relação a S tem menor valor que a fronteira da região S em relação a R , ($b_{rs} < b_{sr}$). A explicação para este fato deve-se à diferença entre a proporção da fronteira comum entre as regiões. A fronteira da região S em relação a R é mais significativa proporcionalmente do que a fronteira da região R em relação à S . A consequência direta deste fato é a assimetria da matriz de pesos W de Cliff-Ord.



Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Almeida (2004, p.8).

Figura 2 – Representação dos pesos espaciais gerais

Este tipo de matriz tem como desvantagem o fato de ser obrigatório a obtenção dos valores dos perímetros das duas regiões e não apenas de uma. Além disso, esses valores são arbitrariamente determinados, o que dificulta a determinação da especificação correta dos elementos da matriz W_{ij} .

4.1.2 Escolha da matriz de pesos espaciais

Para se escolher a melhor matriz de pesos espaciais deve-se, segundo Almeida (2004), seguir quatro passos simples baseados no valor da função de máxima verossimilhança.

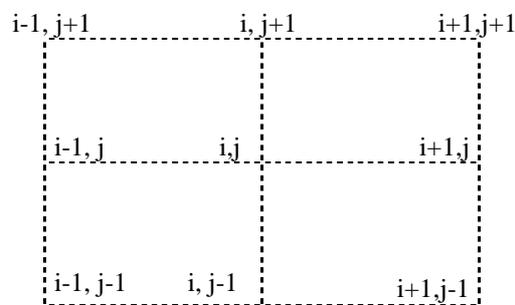
- 1º. passo: utilizar a mesma especificação do modelo;
- 2º. passo: usar um conjunto de matrizes de pesos espaciais;
- 3º. passo: estimar regressões;
- 4º. passo: selecionar a matriz de pesos espaciais que participou da regressão com o mais alto valor na função de máxima verossimilhança.

4.1.3 Operador de defasagem espacial

Do mesmo modo que o operador de defasagem do modelo de séries temporais tem-se o operador de defasagem espacial, que utiliza a matriz de pesos espaciais, objetivando relacionar uma variável em uma região, com as observações desta variável em outras regiões do sistema.

A autocorrelação que é dada na série de tempo significa correlação entre o valor de uma variável no período t e no período $t-h$, sendo que h significa a defasagem no tempo.

Segundo Anselin (1988) a representação do operador de defasagem não é tão simples, devido as muitas direções que se pode seguir no espaço. Conforme a figura 3, a variável x observada na localização i, j pode se deslocar em diversos caminhos, usando os critérios simples de contigüidade.



Fonte: elaborado pela autora, com base em Anselin (1988, p.22).

Figura 3 – Defasagem espacial com grades regulares

A matriz de contigüidade baseada no critério torre teria as seguintes coordenadas $x_{i-1,j}$; $x_{i,j-1}$; $x_{i+1,j}$; $x_{i,j+1}$, e a matriz de contigüidade com base no critério bispo teria as coordenadas $x_{i-1,j-1}$; $x_{i+1,j-1}$; $x_{i+1,j+1}$; $x_{i-1,j+1}$. Para a contigüidade do tipo rainha, o número de possibilidades de localização aumenta para um total de oito.

Conforme descrito por Anselin (1988), em boa parte das situações aplicadas, não existe uma motivação inicial forte, que determine a escolha do sentido relevante da dependência. Além disso, quando o arranjo espacial das observações é irregular torna-se possível um número infinito de deslocamentos direcionais. É evidente que o número de parâmetros associados em todas as posições deslocadas, torna-se de difícil manipulação e impossibilita a análise de significância e ao menos que a série de dados fossem muito grande e estruturada de uma maneira regular, os graus de liberdade restantes seriam insuficientes para permitir uma estimação eficiente destes parâmetros.

Uma maneira de resolver esse problema, segundo Anselin (1988), é considerar um operador de defasagem como uma soma das multiplicações entre as observações em questão e o peso associado por meio da matriz de ponderação espacial:

$$L^s x_i = \sum_j w_{ij} x_j \quad \forall j \in J_i \quad (5)$$

em que L^s é o operador de defasagem associado a classe de contigüidade ou ordem s , j é o índice das observações que pertencem a classe de contigüidade s para i , e o w_{ij} são as ponderações espaciais. Para todas as observações do sistema como parte do vetor X , para a classe de contigüidade s , tem-se a expressão anterior em termos matriciais:

$$L^s x = W_s x \quad (6)$$

em que W_s é a matriz de ponderação espacial para a contigüidade de ordem s .

A noção resultante de uma variável espacialmente defasada não é a mesma dada na análise da série de tempo, conforme descrito por Anselin (1988). Na verdade, o conceito seria similar ao de defasagem distribuída. Os pesos usados na construção de variáveis defasadas são considerados como dados, pois um trajeto de tempo particular pode ser imposto na estimação de uma defasagem distribuída.

De acordo com Anselin (1988) a matriz de peso real W usada na defasagem espacial é frequentemente normalizada de tal maneira que os elementos de cada linha somem um.

Embora não haja nenhuma exigência matemática ou estatística para isto, em muitos exemplos facilita a interpretação e a comparação dos coeficientes do modelo com outros estudos, consistindo na divisão de cada peso pelo somatório dos valores da linha. Entretanto, segundo Figueiredo (2002), tal transformação gera uma matriz W_s assimétrica, com implicações, em complexidade numérica, na estimação e nos testes estatísticos.

Após a escolha do melhor tipo de matriz, conforme as características de cada região, inicia-se o processo de estudo das variáveis consideradas mediante a análise explanatória de dados espaciais.

4.2 Análise Explanatória dos Dados Espaciais

A análise explanatória de dados espaciais (AEDE) segundo Almeida, Perobelli e Ferreira (2005), está baseada nos aspectos espaciais contidos na base dos dados, assim, considera a dependência espacial e a heterogeneidade espacial. O objetivo deste método é descrever a distribuição espacial, os padrões de associação espacial (*cluster* espaciais) verificar a presença de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não estacionariedade) e identificar *outliers*.

É importante ressaltar, segundo Almeida (2004), que essa análise é mais apropriada na investigação de variáveis espacialmente densas ou intensivas, ou seja, variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade (variáveis per capita, ou por área, ou ainda, as divididas pela quantidade de capital ou trabalho). A relevância é que essas variáveis estariam levando em conta as externalidades relevantes na consideração do fenômeno estudado (efeitos de aglomeração, de vizinhança e/ou congestão).

A partir da AEDE é possível extrair medidas de autocorrelação espacial global e local, investigando a influência dos efeitos espaciais por intermédio de métodos quantitativos.

4.2.1 Autocorrelação espacial global

O estudo da AEDE tem como primeiro passo verificar a aleatoriedade dos dados espaciais, significando que os valores do atributo numa região não dependem dos valores desse atributo nas regiões vizinhas.

Segundo Almeida (2004) na literatura existe um conjunto de estatísticas que investigam a presença da autocorrelação espacial, isto é, se existe a coincidência da similaridade de valores de uma variável com a similaridade da localização dessa variável.

Uma estatística utilizada para o cálculo da autocorrelação espacial é a estatística I de Moran. Conforme Perobelli et al. (2005a) através dela, obtêm-se a indicação formal do grau de associação linear entre os vetores de valores observados no tempo t (z_t) e a média ponderada dos valores da vizinhança, ou defasagens espaciais (Wz_t). Os valores de I maiores (ou menores) do que o valor esperado $E(I) = -1/(n-1)$ significa que há autocorrelação positiva (ou negativa).

De acordo com Almeida, Perobelli e Ferreira (2005) a autocorrelação espacial positiva revela que existe uma similaridade entre os valores da variável considerada e a localização espacial dessa. A autocorrelação espacial negativa revela, por sua vez, que existe uma dissimilaridade entre os valores do atributo considerado e a localização espacial.

A estatística I de Moran pode ser expressa como:

$$I_t = \left(\frac{n}{S_o} \right) \left(\frac{z_t' W z_t}{z_t' z_t} \right) \quad t = 1, \dots, n \quad (7)$$

em que, z_t é o vetor de n observações para o ano t na forma de desvio em relação à média. W é a matriz de pesos espaciais: os elementos w_{ii} na diagonal são iguais a zero, enquanto que os elementos w_{ij} indicam a forma como a região i está espacialmente ligada com a região j . O termo S_o é um escalar igual a soma de todos os elementos de W .

A normalização das linhas da matriz de pesos espaciais, ou seja, quando os elementos de cada linha somam 1, altera a expressão (7) para a seguinte forma:

$$I_t = \left(\frac{z_t' W z_t}{z_t' z_t} \right) \quad t = 1, \dots, n \quad (8)$$

Deve-se destacar que a estatística I de Moran é uma medida global, portanto não é possível observar a estrutura de correlação espacial em nível local.

A indicação de padrões globais de associação espacial pode estar em conformidade com padrões locais, embora não seja necessariamente o caso que prevalece. De acordo com Almeida (2004) existem dois casos distintos, o primeiro ocorre quando a indicação de ausência de autocorrelação global oculta padrões de associação local e o outro ocorre quando uma forte indicação de autocorrelação global camufla padrões de associação local (*cluster* ou *outliers* espaciais). Esta estatística não tem a capacidade de identificar a presença de autocorrelação local que sejam estatisticamente significantes, desta forma, utilizam-se estatística de autocorrelação espacial local.

4.2.1.1 Diagramas de Dispersão de Moran

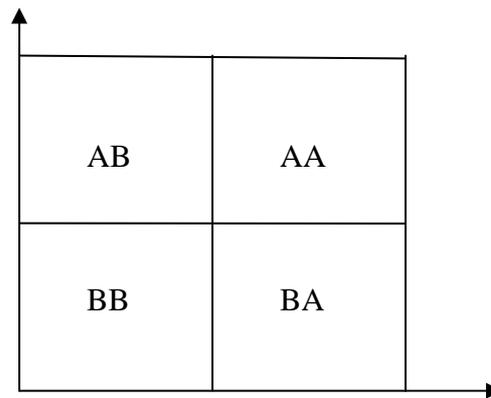
O diagrama de dispersão de Moran, segundo Almeida et al. (2006), é uma das formas de interpretar a estatística I de Moran. Através da representação do coeficiente de regressão é possível visualizar a correlação linear entre z e Wz ³ no gráfico que considera duas variáveis. Portanto, o coeficiente I de Moran é dado pela inclinação da curva de regressão de Wz contra z e esta apresentará o grau de ajustamento.

Isto significa que o digrama de dispersão de Moran, segundo Monasterio e Ávila (2004), apresenta o valor padronizado de uma variável para cada uma das unidades nas

³ O Wz é o termo z defasado espacialmente.

abscissas e, no eixo das ordenadas, a média do valor padronizado da mesma variável para os vizinhos desta unidade.

Este diagrama, de acordo com Almeida (2004) é dividido em quatro quadrantes. Estes quadrantes correspondem a quatro padrões de associação local espacial entre as regiões e seus vizinhos.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 4 – Mapa de dispersão de Moran⁴

O primeiro quadrante (localizado na parte superior direita) mostra as regiões que apresentam altos valores para a variável em análise cercada por regiões que também apresentam valores acima da média para a variável em análise. Este quadrante é classificado como alto-alto (AA).

O segundo quadrante (localizado na parte superior esquerda) mostra as regiões com valores altos cercados por vizinhos que apresentam valores baixos. Este quadrante é geralmente classificado como alto-baixo (AB).

O terceiro quadrante (localizado no canto inferior esquerdo) é constituído pelas regiões com valores baixos para as variáveis em análise cercados por regiões com baixos valores. Este quadrante é classificado como baixo-baixo (BB).

⁴ O eixo y refere-se ao valor espacialmente defasado da variável e o eixo x ao valor assumido pela variável.

O quarto quadrante (localizado no canto inferior direito) é formado pelas regiões com baixos valores para as variáveis em análise cercados por regiões de altos valores. Este quadrante é classificado como baixo-alto (BA).

As regiões que estão localizadas nos quadrantes AA e BB apresentam autocorrelação espacial positiva, ou seja, estas regiões apresentam altos (baixos) valores de uma variável rodeados por altos (baixos) valores. Por outro lado, os quadrantes AB e BA apresentam autocorrelação espacial negativa, ou seja, estas regiões apresentam altos (baixos) valores rodeados por baixos (altos) valores.

Um problema apresentado pelo diagrama de dispersão é o fato dele exibir grupos de autocorrelação espacial tanto estatisticamente significativos quanto não. Entretanto, como destaca Almeida (2004), não há sentido levar em conta na análise de grupos os que não sejam estatisticamente significantes. Desta forma, necessita-se de uma estatística que capte a autocorrelação local.

4.2.2 Autocorrelação Espacial Local

O I de Moran global, segundo Perobelli *et al.* (2005a), pode esconder padrões locais de autocorrelação espacial, sendo possível ocorrer três situações distintas. A primeira envolve a indicação de um I de Moran global insignificante, podendo ocorrer indicações de autocorrelação espacial insignificante. A segunda implica um I de Moran global, que oculta autocorrelação espacial local negativa e insignificante. A terceira indica que a evidência de uma autocorrelação espacial global negativa pode acomodar indícios de autocorrelação espacial local positiva para certos grupos de dados. Por isso é importante avaliar o padrão local de autocorrelação espacial a fim de obter um maior detalhamento.

Anselin, em 1995, sugere um novo indicador que tem a capacidade de observar os padrões locais de associação linear que é estatisticamente significativa. De acordo com Almeida (2005), o indicador de I de Moran local faz a decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local de cada observação em quatro categorias, cada uma individualmente correspondendo a um quadrante no diagrama de dispersão de Moran.

A estatística I de Moran local pode ser obtida pela seguinte fórmula:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 / n} \quad (9)$$

Sob o pressuposto da aleatoriedade, o valor esperado da estatística I de Moran local é dado por: $E(I_i) = -w_i/(n-1)$ em que w_i é a soma dos elementos da linha.

Conforme Perobelli et al. (2005a) para se observar a existência de *cluster* espaciais locais (valores altos e baixos e verificar quais as regiões que mais contribuem para a existência de autocorrelação espacial) deve-se implementar as medidas de autocorrelação espacial local mediante a estatística LISA (*Local Indicator of Spatial Association*). A combinação das informações do I de Moran e do mapa de significância das medidas de associação local gera o mapa de *clusters*.

4.3 Descrição das Variáveis e Fontes de Dados

Procurou-se neste estudo considerar variáveis que conseguissem captar com mais precisão a composição da função de produção agropecuária do Paraná. Além das variáveis tradicionais, que são capital, trabalho e área, foram inseridas variáveis que captassem o grau modernização da agropecuária do Estado, desta forma, utilizou como *proxy* a variável eletricidade. Para verificar a capacidade de escoamento da produção nos municípios foram

inseridos os insumos modernos: rodovias pavimentadas e rodovias não-pavimentadas. Além dessas, levou-se em consideração as diferenças edafoclimáticas dos municípios, inserindo-se, assim, a densidade pluviométrica (chuva) e a temperatura municipal.

A variável dependente (vbp) é o valor bruto da produção agropecuária dos municípios paranaenses, medido em reais para 2002, e foi obtida junto à Secretaria de Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB). A variável trabalho (trab) é representada pelo número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agropecuários em 2002 e fornecida pela Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). A variável capital (cap) é mensurada pelo valor total em reais dos financiamentos de custeio, investimento e comercialização a produtores e cooperativas agropecuárias em 2001 e é uma *proxy* para a variável capital. Foi obtida junto ao Instituto Paranaense de Desenvolvimento (Ipardes). A variável área (area) é a área colhida em 2002 e foi obtida junto a Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE. O insumo energia elétrica (*ene*) é a média do consumo de energia elétrica na zona rural em megawatt por município em 2002, obtida junto a Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel). A variável densidade rodoviária é medida pelas rodovias pavimentadas (rodnp) e não pavimentadas (rodnp) municipais medidas em quilômetros no ano 2002 e foram obtidas junto ao Departamento de Estradas e Rodagem (DER) do Paraná. A variável climática precipitação total anual (chu) em mm foi classificada em seis categorias, a saber, o valor 1 informa uma precipitação anual entre 1200 e 1400 mm, o valor 2 indica um intervalo entre 1400 e 1600 mm por ano, o valor 3 representa uma faixa entre 1600 e 1800 mm, ao passo que o valor 4 denota precipitação entre 1800 e 2000 mm anuais, o valor 5 denota a precipitação entre 2000 e 2500 mm e o valor 6 denota a precipitação entre 2500 e 3500 mm e foi obtida junto a Agência Nacional das Águas (ANA). A variável categórica temperatura média anual (temp) em graus centígrados, assume nove valores, conforme faixa de temperatura. O valor 1 é para a faixa de temperatura entre 15 e 16 graus centígrados, o valor 2 denota o intervalo entre 16 e 17 graus centígrados, o valor 3

corresponde a faixa 17 a 18 graus centígrados, o valor 4 responde o intervalo de 18 a 19 graus, o valor 5 denota a faixa 19 a 20 graus centígrados, o valor 6 entre a faixa 20 e 21 graus, o valor 7 denota a faixa entre 21 e 22 graus, o valor 8 a faixa 22 e 23 graus e finalmente o valor 9 indica temperaturas médias anuais entre 23 e 24 graus centígrados e foi obtido junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar)

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. É importante ressaltar, segundo Almeida et al. (2006), que as variáveis utilizadas são intensivas⁵ ou espacialmente densas, pois variáveis absolutas ou extensivas podem levar a engano na interpretação dos resultados, pois costumam estar relacionadas ao tamanho da população ou a área das regiões em estudo. Desta forma, as variáveis *vbp*, *trab*, *cap*, *area*, *ene*, *rodp* e *rodnp* são intensificadas, ou seja, divididas pela área territorial medida em Km² dos municípios, ao passo que as variáveis *chu* e *temp* são categóricas.

4.4 Função de Produção

Considerando as variáveis selecionadas para a estimação da função de produção, descreve-se, nesta seção, o tipo de função utilizada para a estimativa. O tipo escolhido foi a Cobb-Douglas, pois, segundo Castro (2002), este tipo de função de produção é a mais utilizada, pela sua interpretação ser facilmente realizada e apresentar uma boa qualidade estatística.

⁵ Segundo Almeida (2004) a análise é mais apropriada para investigar variáveis espacialmente densas ou intensivas, isto é, variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade (variáveis per capita, ou por área, ou variáveis divididas pela quantidade de capital ou trabalho). A relevância é que essas variáveis estariam levando em consideração as externalidades relevantes na consideração do fenômeno estudado (efeitos de aglomeração e/ou congestão).

Uma função de produção que utiliza capital e trabalho, segundo Cobb e Douglas (1928), pode ser definida como:

$$P' = bL^k C^{1-k} \quad (10)$$

sendo que os valores b e k são em P' os que mais se aproximam de P (produção efetiva) na estimativa por mínimos quadrados ordinários.

Para este estudo foi considerado as seguintes variáveis para os municípios paranaenses no ano 2002:

$$vbp_t = f(cap_t, trab_t, area_t, ene_t, rodpt_t, rodnp_t, chu_t, temp_t) \quad (11)$$

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

Adaptando o modelo descrito por Cobb-Douglas para as variáveis consideradas no modelo temos:

$$VBP = \beta_0 cap^{\beta_1} trab^{\beta_2} area^{\beta_3} ene^{\beta_4} rodpt^{\beta_5} rodnp^{\beta_6} chu^{\beta_7} temp^{\beta_8} \quad (12)$$

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

$$\begin{aligned} \text{Log}vbp_t &= \beta_0 + \beta_1 \log cap_t + \beta_2 \log trab_t + \beta_3 \log area_t + \beta_4 \log ene_t + \beta_5 \log rodpt_t + \\ &+ \beta_6 \log rodnp_t + \beta_7 \log chu_t + \beta_8 \log temp_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (13)$$

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

Desta forma, a função Cobb-Douglas descrita pela equação (13) será utilizada no estudo para a agropecuária, inserindo os efeitos espaciais necessários para a melhor representação do comportamento deste setor no Paraná.

4.5 Econometria Espacial

O modelo econométrico espacial a ser estimado, segundo Almeida e Haddad (2004), depende dos aspectos envolvidos no processo espacial referente ao fenômeno estudado. A

autocorrelação espacial pode aparecer tanto na variável dependente, nas variáveis exógenas ou no termo de erro. Desta forma, os componentes acrescentados no modelo com o intuito de capturar o efeito de autocorrelação espacial são considerados em termos de defasagem espacial na variável dependente (W_y) nas explicativas (W_x) e no termo de erro (W_μ e W_ϵ).

O estudo da econometria espacial é fundamentado, como descrito anteriormente, em duas razões: a autocorrelação espacial e a heterogeneidade espacial. Segundo Monasterio e Ávila (2004) a dependência espacial ocorre quando as variáveis dependentes ou os erros em locais distintos são correlacionados entre si, sendo que a maior parte dos casos essa correlação ocorre em áreas contíguas. A autocorrelação espacial apresenta-se de duas formas, sendo que uma é a substantiva e a outra a autocorrelação como “inconveniente”. No primeiro caso, os efeitos de transbordamento espacial de qualquer tipo, fazem com que as variáveis dependentes nas vizinhanças influenciem-se mutuamente. Quando isto ocorre, a correção se dá através da inclusão de *lags* (defasagens) espaciais. A omissão acarretaria em modelos mal especificados, com estimadores viesados e significância estatística incorreta.

O outro tipo de caso de autocorrelação espacial são os erros distribuídos de forma espacialmente correlacionada. A sua ocorrência pode ser atribuída a erros de medida, pois muitas vezes os limites geográficos não são relevantes para as variáveis de interesse, tornando os erros das unidades vizinhas dependentes. A omissão deste componente é estimadores não-viesados, mas ineficientes, e, podendo apresentar inferência estatística incorreta.

A heterogeneidade que é o segundo elemento de fundamentação da econometria espacial, segundo Monasterio e Ávila (2004), ocorre porque é possível que haja regimes espaciais distintos, ou seja, as relações entre as variáveis não sejam as mesmas ao longo do espaço. Desta forma, os modelos que imponham igualdade nos parâmetros podem estar mal especificados. A desconsideração desta possibilidade pode invalidar as conclusões obtidas a partir dos modelos econométricos.

A função de produção utilizada neste estudo será realizada com base no modelo econométrico espacial apresentado por Anselin (1988) Anselin (1992) Almeida (2004) Almeida e Haddad (2004) Pimentel e Haddad (2004) Almeida (2005) Almeida, Perobelli e Ferreira (2005) e Perobelli et al. (2005b).

4.5.1 Modelo econométrico a-espacial

O primeiro modelo a ser estimado é o de regressão linear clássico a-espacial, o qual é representado pela relação linear entre a variável dependente e as variáveis explicativas.

Formalmente é expresso por:

$$y = X\beta + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (14)$$

em que y um vetor N por 1 observações sobre a variável dependente que neste caso é o valor bruto da produção agropecuária e X é uma matriz n observações por k variáveis contendo, potencialmente, as variáveis independentes *cap*, *trab*, *ene*, *rodp*, *rodnp*, *chu* e *temp*. O termo de erro é bem comportado, seguindo uma distribuição normal, com média e variância constante. O método estimação para este modelo é Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), pois este método garante que os resultados apresentem o melhor estimador linear não-tendencioso (BLUE). Essa estimativa para os β 's é encontrada minimizando a soma dos erros quadrados da predição.

As estimativas realizadas por MQO apresentam informações e resultados de testes estatísticos, tendo como intuito apresentar o grau de ajustamento da regressão e fornecer informações para a inferência estatística. O coeficiente de determinação R^2 é descrito nos resultados e é baseado na decomposição da soma dos quadrados totais, que refere-se a soma dos quadrados estimados acrescido da soma dos quadrados dos resíduos. Segundo Johnston e Dinardo (2000) o R^2 mede a proporção da variação total da variável dependente explicada

pela combinação linear das variáveis independentes. Uma outra estatística comumente apresentada é o valor do R^2 ajustado, (\overline{R}_2) que considera o número de variáveis exógenas utilizadas no modelo de regressão.

Além do coeficiente de determinação, conforme Almeida (2004), outros dois critérios são frequentemente utilizados para a comparação das várias especificações envolvendo diferentes números de variáveis explicativas, o critério de informação de Akaike (AIC) e o critério de Schwarz (SC). O modelo de regressão estimado que apresentar os menores critérios terá um melhor grau de ajustamento das variáveis e será a estimação considerada para a inserção do modelo espacial.

Considerando que a suposição de normalidade, homocedasticidade e erros não correlacionados nem sempre são satisfeitas nos modelos quando se utiliza amostras de dados reais, é importante checar se essas suposições não foram violadas, através de testes estatísticos.

O primeiro teste apresentado é o *Condition Number* que tem por objetivo detectar a Multicolinaridade no modelo de regressão. O termo multicolinearidade, segundo Gujarati (2000), é utilizado para descrever os casos em que existe uma relação linear exata entre algumas ou em todas as variáveis explicativas de um modelo de regressão ou os casos em que as variáveis exógenas são intercorrelacionadas, mas não tão perfeitamente. O teste *Condition Number* apresenta um valor, e se este estiver acima de 30, há uma suspeita da presença de Multicolinaridade. Segundo Anselin (1992) quando há ausência total de Multicolinaridade o *condition number* é igual a um.

O próximo teste é o que mede a normalidade dos erros. Muitos testes de hipóteses e diagnósticos de regressão são baseados na suposição da distribuição normal dos erros. O teste de Jarque-Bera mensura a normalidade dos erros para a regressão estimada, sendo que segue uma distribuição χ^2 com dois graus de liberdade. O baixo valor da probabilidade apresentado

pelo teste indica a rejeição da hipótese nula de um erro ser normal. Para este caso, os testes para a heterocedasticidade e para a dependência espacial devem ser interpretados com mais cuidado, pois são baseados na suposição da normalidade.

A heterocedasticidade ocorre em situações onde os erros da regressão não têm uma variância constante em todas as observações. Quando isto ocorre o estimador de Mínimos Quadrados será não-tendencioso, entretanto não será a mais eficiente. Nas análises de dados espaciais é possível, freqüentemente, encontrar este tipo de problema, especificamente quando são utilizados dados de unidades espaciais irregulares (com diferentes áreas) quando há diferenças regionais sistemáticas no modelo (regimes espaciais), ou quando houver uma força espacial contígua derivada dos parâmetros do modelo (expansão espacial). O diagnóstico é realizado mediante dois testes. O primeiro é Breusch-Pagan (BP) para os casos em que os erros são normais e o segundo teste é o Koenker-Basset (KB) para o caso dos erros serem não-normais. Ambos os testes seguem uma distribuição χ^2 com P^6 graus de liberdade.

Tanto o teste BP quanto o teste KB, segundo Anselin (1992), requerem a descrição das variáveis que se supõe causarem a heterocedasticidade e em algumas situações se tem pouca informação sobre as variáveis heterocedásticas. O teste de White, desta forma, é mais apropriado, pois consegue se desenvolver sem que as variáveis heterocedásticas sejam conhecidas. Este teste segue uma distribuição χ^2 , quando houver graus de liberdade para se estimar uma regressão significativa.

⁶ P é o numero de variáveis na especificação heterocedástica.

4.5.1.1 Autocorrelação ou dependência espacial

A autocorrelação espacial ou dependência espacial ocorre quando a variável dependente ou o termo de erro de cada localização é correlacionado com as observações da variável dependente ou com os valores do termo de erro de outras localizações.

Na especificação da autocorrelação espacial existem dois modelos alternativos importantes. O primeiro é ignorar a autocorrelação que pertence à variável dependente e o outro é quando a autocorrelação espacial no modelo de regressão pertence ao termo de erro. A consequência de se ignorar a autocorrelação no primeiro caso é que as estimativas por MQO serão tendenciosas e todas as inferências estatísticas baseadas no modelo de regressão padrão serão incorretas. A omissão para o segundo caso é a mesma apresentada quando a presença de heterocedasticidade, o estimador de MQO será não tendencioso, mas não será eficiente, sendo que ignora a correlação entre os termos de erro.

O diagnóstico da autocorrelação espacial serve tanto para auxiliar a identificação do modelo econométrico espacial mais apropriado quanto para validar os diagnósticos do modelo.

Segundo Almeida (2004) estes testes podem ser divididos em duas categorias: testes gerais e testes específicos. Os testes gerais são aqueles que nenhuma indicação é fornecida para detectar o tipo de autocorrelação espacial predominante na regressão. Os testes específicos fornecem uma indicação do tipo de autocorrelação que predomina no modelo.

O primeiro teste geral para a identificação da autocorrelação espacial é adaptado do teste de I de Moran. Apesar da simplicidade computacional captura uma série de problemas na regressão, como a má especificação do modelo, a heterocedasticidade e a ausência de normalidade nos erros e, além disso, para a sua validade é necessário que os resíduos da regressão apresentem distribuição normal. Segue distribuição χ^2 com um grau de liberdade. O teste apresenta as evidências dos erros serem autocorrelacionados espacialmente, mas é

incapaz de ir, além disso, isto é, não fornece subsídios para verificar qual modelo econométrico espacial seria mais apropriado para modelar tal latente autocorrelação.

O segundo teste geral é o Kelejian-Robinson⁷ que não pressupõe a normalidade dos resíduos da regressão. A vantagem desse teste é o fato de não requerer o pressuposto da normalidade dos erros, ao contrário do I de Moran e é aplicável a regressões lineares e não lineares. As desvantagens se atêm no fato de ser mais apropriado para grandes amostras, pois apresenta características assintóticas e pelo fato de também não apresentar a forma presente da autocorrelação espacial.

Os testes específicos, como dito anteriormente, têm a capacidade de especificar a forma assumida pela autocorrelação espacial. Geralmente quatro testes são utilizados e são do tipo Multiplicador de Lagrange (ML)⁸. O primeiro é o ML contra a defasagem espacial (ML ρ) o outro é o ML contra o modelo de erro espacial (ML λ) e os outros dois são esses mesmos testes, mas na sua versão robusta (MLR ρ e MLR λ).

4.5.2 Modelo econométrico com defasagem espacial

No modelo de defasagem espacial a dependência é gerada pela interação atual entre as unidades espaciais. Segundo Almeida (2004) este tipo de autocorrelação espacial, pode ser exemplificada pelo fenômeno da uma inovação tecnológica. Certa região adota uma nova técnica de cultivo e aumenta o volume de produção, os vizinhos dessa região observam essa mudança e decidem “copiar” a técnica, e, com isto, gera-se o efeito imitação. Isto significa que a produção agrícola de uma região influencia a produção dos seus vizinhos.

⁷ Para maior detalhamento do teste, ver Almeida (2004).

⁸ Para um maior detalhamento do Multiplicador de Lagrange, ver Anselin (1998), Anselin (1992) e Almeida (2004).

A captação desse efeito num modelo de regressão é realizada com a inserção de um termo ou uma variável. Este tipo de comportamento é captado mediante o modelo de defasagem espacial, que incluem uma variável dependente espacialmente defasada, Wy , como uma das variáveis explicativas.

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (15)$$

em que y é um vetor N por 1 de observações da variável dependente, Wy é um vetor N por 1 de defasagens espaciais da variável dependente, ρ é coeficiente auto-regressivo espacial, X é a matriz N por K contendo as variáveis independentes, que para este estudo são *cap*, *trab*, *area*, *ene*, *rodp*, *rodnp*, *chu*, *temp*, com um vetor associado K por 1 de coeficientes de regressão β e ε é um vetor N por 1 de termos de erro aleatório normalmente distribuídos com média zero e variância constante.

A presença da defasagem espacial é semelhante à inclusão de uma variável endógena no modelo sistema de equações simultâneas. Desta forma, pode-se dizer que o modelo se refere a um sistema de equação simultânea auto-regressiva espacial.

A principal consequência da inclusão da variável espacialmente defasada, Wy , é o fato do método dos mínimos quadrados apresentarem resultados viesados e não consistentes, semelhante ao que ocorre no sistema de equações simultâneas para a série de tempo. Para este caso, ao invés de usar o MQO, deve-se basear na estimação utilizando a máxima verossimilhança, entretanto, apenas para os casos que os erros são normalmente distribuídos, pois, esta estimativa pressupõe a normalidade dos erros. Para os casos de erros não normais a estimativa deve ser realizada por variáveis instrumentais (VI)⁹, que não têm a normalidade dos erros como pressuposto. Estes dois tipos de estimativas apresentam resultados consistentes e não viesados assintoticamente.

⁹ Para um maior detalhamento na especificação da estimativa por Máxima Verossimilhança e por Variáveis Instrumentais ver Anselin (1988), Anselin (1992), Greene (1997), Johnston e Dinardo (2000), Magalhães, Hewings e Azzoni (2000) e Almeida (2004).

4.5.3 Modelo econométrico com erro espacial

O modelo econométrico com erro espacial pode ser exemplificado, segundo Almeida (2004), pelo surgimento de uma praga que afete as lavouras numa determinada região (um choque de oferta) e que se espalha nas outras regiões. É evidente que a praga é um efeito não modelado que se manifesta no termo de erro.

A defasagem espacial no erro pode significar um instrumento para detectar erros de especificação no modelo, como a heterocedasticidade, variáveis não observadas ou distúrbio nas especificações.

O modelo com erro espacial é expresso como:

$$\begin{aligned} Y &= X\beta + \mu \\ \mu &= \lambda W\mu + \varepsilon \end{aligned} \tag{16}$$

em que y é um vetor N por 1 observações da variável dependente, X é uma matriz N por K observações de variáveis explicativas, β é um vetor K por 1 de coeficientes da regressão e μ é um vetor N por 1 nos termos de erro. $W\mu$ é os erros defasados espacialmente, λ são os coeficientes auto-regressivos e ε é um termo de erro bem comportado com média zero e variância constante.

A consequência de se ignorar a dependência espacial do erro não é tão completamente severa quanto a de ignorar a dependência espacial defasada. As estimativas pelo método dos mínimos quadrados ordinários é não-tendenciosa, entretanto, não é eficiente.

Para se obter estimativas consistentes para o modelo de erro espacial deve-se utilizar o método da máxima verossimilhança, quando houver normalidade dos erros e o método dos momentos generalizados¹⁰ para o caso dos erros não serem normalmente distribuídos.

¹⁰ Para um maior detalhamento na especificação da estimativa por Máxima Verossimilhança e Momentos Generalizados ver Anselin (1988) Anselin (1992) Greene (1997) Johnston e Dinardo (2000) Magalhães, Hewings e Azzoni (2000) Almeida (2004).

4.5.4 Procedimento para identificar o modelo espacial

Baseado nos procedimentos descritos por Florax et al. (2003), para a identificação do modelo espacial a ser utilizado, deve-se seguir alguns passos úteis:

- i. Estimar o modelo de regressão clássico pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários;
- ii. Testar a hipótese de ausência de autocorrelação espacial mediante o teste de Multiplicador de Lagrange na sua versão para a defasagem espacial ($ML\rho$) e ou para o erro espacial ($ML\lambda$);
- iii. Se ambos os multiplicadores não forem significantes deve-se estimar o modelo pelo método dos mínimos quadrados, pois não há presença nem de autocorrelação com defasagem espacial e nem autocorrelação com erro espacial. Caso isto não aconteça segue-se para o próximo passo;
- iv. No caso de haver significância estatísticas em ambos os testes, estima-se o modelo com maior significância na sua versão robusta, ou seja, $MLR\rho$ e $MLR\lambda$. Desta forma, se $MLR\rho > MLR\lambda$ estima-se o modelo econométrico espacial utilizando a defasagem ou se $MLR\rho < MLR\lambda$ estima-se o modelo utilizando o componente de erro espacial;
- v. Se apenas um dos testes for significativo utiliza-se o tipo que apresentou significância, ou seja, se apenas o ML com defasagem foi significativo o modelo econométrico espacial a ser utilizado é o com defasagem.

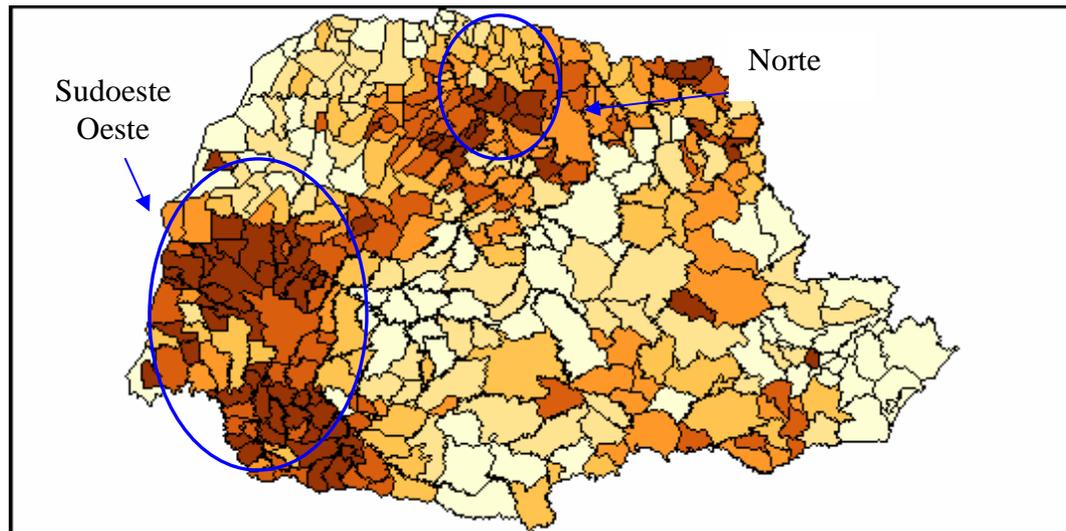
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Análise exploratória de dados espaciais (AEDE)

As primeiras observações do comportamento das variáveis intensivas pela área territorial,¹¹ utilizadas no estudo da função de produção agropecuária do Paraná, são realizadas mediante a AEDE. O mapa 1 apresenta a distribuição do valor bruto da produção agropecuária do Paraná que, como pode ser observado, não é distribuído de forma homogênea entre os municípios.

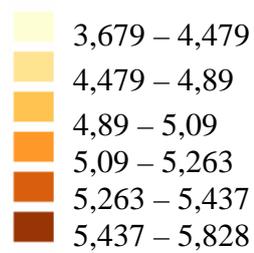
Como se nota no mapa 1, a menor produção agropecuária do Estado se situa na Região Metropolitana de Curitiba e na microrregião de Paranaguá, e os valores mais elevados nas microrregiões de Toledo e Cascavel. Segundo Ipardes (1996) a microrregião de Toledo é a principal produtora de alguns dos principais produtos da agropecuária do Estado, tais como: algodão, milho, trigo e soja. Além do efetivo de rebanho de animais de pequeno porte, como suínos e aves.

¹¹ No Anexo 2 encontra-se os mapas com as variáveis nos seus valores extensivos, ou seja, sem a divisão pela área territorial.



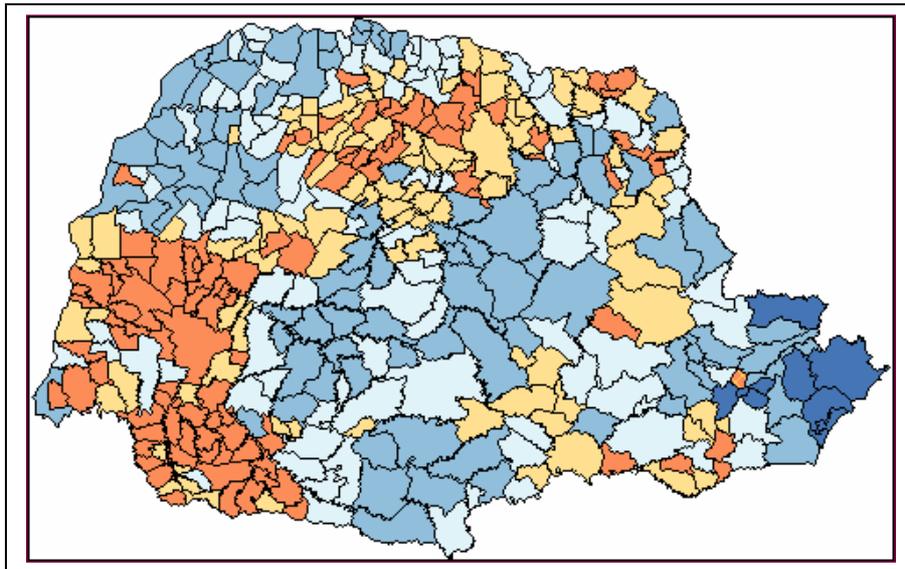
Fonte: elaboração da autora.

Em reais por km²:

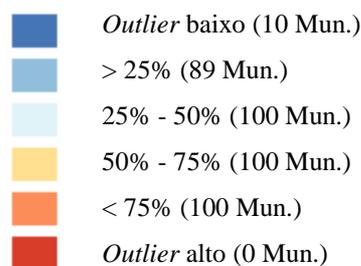


Mapa 1 – Distribuição do valor bruto da produção agropecuária (reais/km²) do Paraná no ano 2002

O mapa 2 a seguir, apresenta o valor bruto da produção agropecuária, levando-se em conta a presença de regiões consideradas *outliers*. As regiões azuis escuras representam os municípios *outliers* baixos e as regiões vermelhas os municípios que são *outliers* altos.



Fonte: elaboração da autora.



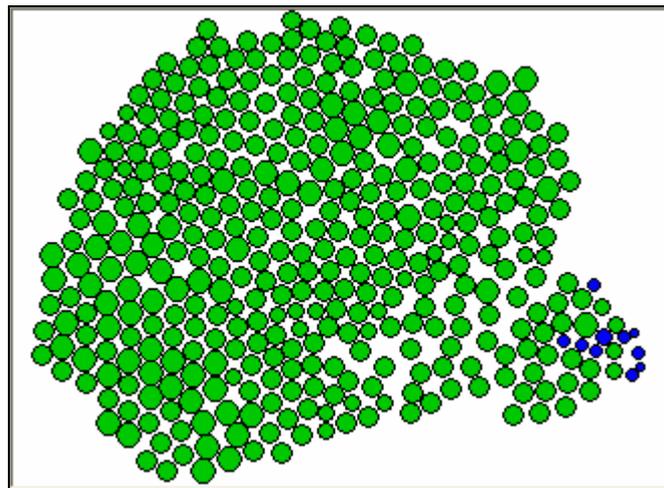
Mapa 2 - Valor bruto da produção agropecuária do Paraná (2002) considerando os municípios *outliers*

Dentre os 399 municípios, 10 municípios encontram-se como *outliers* baixos, ou seja, são municípios que não seguem o mesmo processo de dependência espacial dos demais, e desta forma, exercem uma influência espúria sobre a medida global de autocorrelação. Segundo Almeida (2004), uma observação é considerada *outlier* global superior (inferior) quando se situa acima (abaixo) da fronteira superior (inferior) no intervalo interquartil em uma quantidade no mínimo superior 1,5 vezes o valor do intervalo. Este grupo de municípios é formado por: Curitiba; Adrianópolis; Pinhais; Piraquara; Quatro Barras; Antonina; Paranaguá; Guaraqueçaba; Matinhos e Pontal do Paraná.

Segundo Ipardes (2005) esses municípios se encontram na região que abriga a maior aglomeração populacional do Estado e o centro de decisão pública e privada e que tem a

maior expressão econômica na indústria e nos serviços, mas com menor expressão relativa na composição do VBP agropecuário estadual.

Uma outra ferramenta pode ser utilizada na detecção de *outliers* de nível superior e inferior. Segundo Almeida (2004) o cartograma representa um mapa em que os polígonos irregulares que representam os municípios são substituídos por círculos de tamanho proporcional ao valor da variável considerada. As bolas podem aparecer na cor vermelha, verde e azul. As bolas das cores verdes seguem o mesmo padrão quanto ao valor bruto da produção. As cores vermelhas são valores elevados, sendo muito discrepantes segundo o critério $1,5 \text{ hidge}^{12}$ e as azuis os valores baixos muito discrepantes.



Fonte: elaboração da autora.

Figura 5 – Cartograma para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná

A figura 5 apresenta a confirmação que os municípios situados nas microrregiões de Curitiba e Paranaguá apresentam baixos valores na produção agropecuária. Como descrito anteriormente, seus valores são inferiores e caem abaixo de $1,5 \text{ hidge}$.

¹² Segundo Almeida (2004) $1,5 \text{ hidge}$ significa que a observação aparece fora da fronteira do intervalo interquartil em um montante que é, no mínimo, 1,5 vezes o valor do intervalo interquartil.

Segundo Ipardes (2004) a área rural dessa região polariza o limite mais precário nas desigualdades sociais. Não bastando as condições naturais adversas ao aproveitamento econômico, como o relevo, alguns municípios sofrem isolamento no que concerne às comunicações viárias, dada a precariedade de acessos.

A visualização dos mapas é importante na verificação do comportamento da variável estudada em determinada região, entretanto, apenas a conferência visual das figuras pode levar a erros. Desta forma, para a confirmação dos resultados obtidos nas figuras é necessária a realização de testes de aleatoriedade, ou seja, verificar a tendência geral de agrupamento dos dados.

5.1.1 – I de Moran global

O diagrama de dispersão de Moran fornece várias informações sobre o grau de dependência espacial do fenômeno estudado. Conforme Pimentel, Almeida e Sabbadini (2005) os valores que excedem o I de Moran calculado indicam que há autocorrelação espacial positiva e os valores abaixo do valor esperado indicam uma autocorrelação negativa. A autocorrelação espacial positiva revela que há uma similaridade entre os valores da variável estudada e da localização espacial da variável. A autocorrelação espacial negativa indica que existe uma dissimilaridade entre os valores da variável estudada e da localização desta.

Para a variável endógena considerada neste modelo, valor bruto da produção agropecuária, quando ocorre autocorrelação positiva significa que os municípios que possuem alto (baixo) valor bruto são rodeados por municípios que possuem alto (baixo) valor bruto. Quando o I de Moran detecta autocorrelação negativa significa que os municípios com alto (baixo) valor bruto são rodeados por municípios com baixo (alto) valor bruto.

O I de Moran esperado, $E(I) = -1/(n-1)$ isto é, o valor que seria obtido se não houvesse padrão espacial nos dados é -0,0025. Os valores de I acima desse valor indicam autocorrelação espacial positiva e os valores abaixo indicam autocorrelação espacial negativa.

A tabela 2 indica os valores de I de Moran para a variável valor bruto da produção agropecuária para três diferentes tipos de matrizes de pesos, rainha, torre e 5 vizinhos mais próximos. Como pode ser verificado, existe uma autocorrelação espacial positiva entre os municípios, pois para todas as convenções, o valor está acima do valor esperado da estatística. O indício de haver autocorrelação positiva para o valor bruto da produção nos municípios do Estado possui significância estatística, 1%.

Tabela 2 – Coeficiente de I de Moran para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná

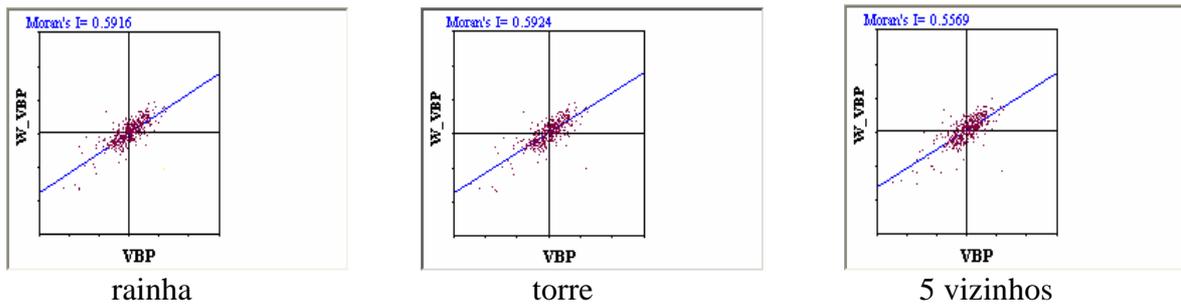
Convenção	I	Probabilidade
Rainha	0,5916	0,001
Torre	0,5924	0,001
5 vizinhos próximos	0,5569	0,001

Fonte: elaboração da autora.

Nota: a pseudo-significância empírica é baseada em 999 permutações aleatórias¹³.

A figura 6 apresenta o diagrama de dispersão de Moran para os três tipos de matriz de pesos considerada. Os valores apresentados na tabela 2 e a dispersão dos municípios nas figuras, enfatizam a existência de autocorrelação espacial positiva para o valor bruto da produção agropecuária no Paraná. Em todas as figuras, os pontos que representam os municípios se concentram no primeiro e no terceiro quadrante.

¹³ Conforme descrito em Almeida, Almeida e Sartoris (2006), no teste da pseudo-significância são geradas diferentes permutações dos atributos associados às regiões consideradas. Cada permutação cria um novo arranjo espacial, pois os valores são redistribuídos entre as áreas.



Fonte: elaboração da autora.

Figura 6 - Diagrama de dispersão de Moran para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná

É importante ressaltar, segundo Perobelli et al. (2005), que para haver a confirmação da autocorrelação espacial é necessário que a inclinação da curva apresentada no diagrama de Moran seja positiva, além de se detectar os valores discrepantes (*outliers*) e os pontos de alavancagem (*leverage points*) que podem ser detectados mediante a distância Cook¹⁴.

A observação é *outlier* quando não segue o mesmo processo de dependência espacial apresentado pelas demais e é um ponto de alavancagem quando apresenta uma grande influência sobre a tendência central. Conforme Perobelli et al. (2005b) se a curva de regressão de Wz em relação à z for positivamente inclinada, os pontos que estiverem a mais de dois desvios padrões do centro nos quadrantes inferior direito (BA) e superior esquerdo (AB), são considerados *outliers* e se estiverem no quadrante superior direito (AA) ou inferior esquerdo (BB) são pontos de alavancagem.

A tabela 3 apresenta os pontos de alavancagem para a variável valor bruto da produção e estes apresentam os valores mais afastados em relação à distância do corte (média). Esses municípios influenciam positivamente a tendência central das observações fazendo com que o valor da autocorrelação seja maior, desta forma, confirmam que os municípios pertencentes a Região Metropolitana de Curitiba não seguem o mesmo padrão dos demais municípios do Estado.

¹⁴ Segundo Crusco et al. (2005) a distância de Cook avalia a influência da “i-ésima” observação sobre as demais, analisando a diferença entre elas.

Tabela 3 – Municípios influentes segundo a distância de Cook¹⁵

Município	Distância de Cook
Colombo	0,4330
Paranaguá	0,1444
Matinhos	0,1232
Curitiba	0,0930
Adrianópolis	0,0847
São Jorge do Patrocínio	0,0846
Antonina	0,0818
Pontal do Paraná	0,0571
Morretes	0,0400
Pinhais	0,0283

Fonte: elaboração da autora baseado no programa SpaceStat.

Nota: Distância de Cook = 0,010025.

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

A tabela 4 apresenta o I de Moran bivariado¹⁶, ou seja, o índice comparado entre duas variáveis do modelo. A variável endógena (valor bruto da produção agropecuária) é comparada com cada variável exógena do modelo. Como pode ser verificado, existe autocorrelação espacial positiva entre o valor bruto da produção e todas as variáveis explicativas, com exceção, da variável rodovia pavimentada. Isto significa que municípios com altos (baixos) valores brutos da produção estão associados a municípios com altos (baixos) índices da variável considerada (capital, trabalho, área colhida, energia elétrica, rodovias não-pavimentadas, chuva e temperatura).

¹⁵ A variável de referência é o valor bruto da produção agropecuária municipal.

¹⁶ O estudo do I de Moran bivariado, segundo Almeida (2004), tem como objetivo central descobrir se os valores de uma variável observadas numa região apresentam uma relação com os valores de uma outra variável observada nas regiões vizinhas.

Os maiores níveis de autocorrelação são entre a variável valor bruto da produção e a área (0,5767) e entre o valor e capital (0,5351). O nível de pseudo-significância para todos os casos que ocorre autocorrelação positiva é de 1%, excetuando a temperatura.

Tabela 4 – Coeficiente de I de Moran Bivariado do valor bruto da produção agropecuária do Paraná e as demais variáveis

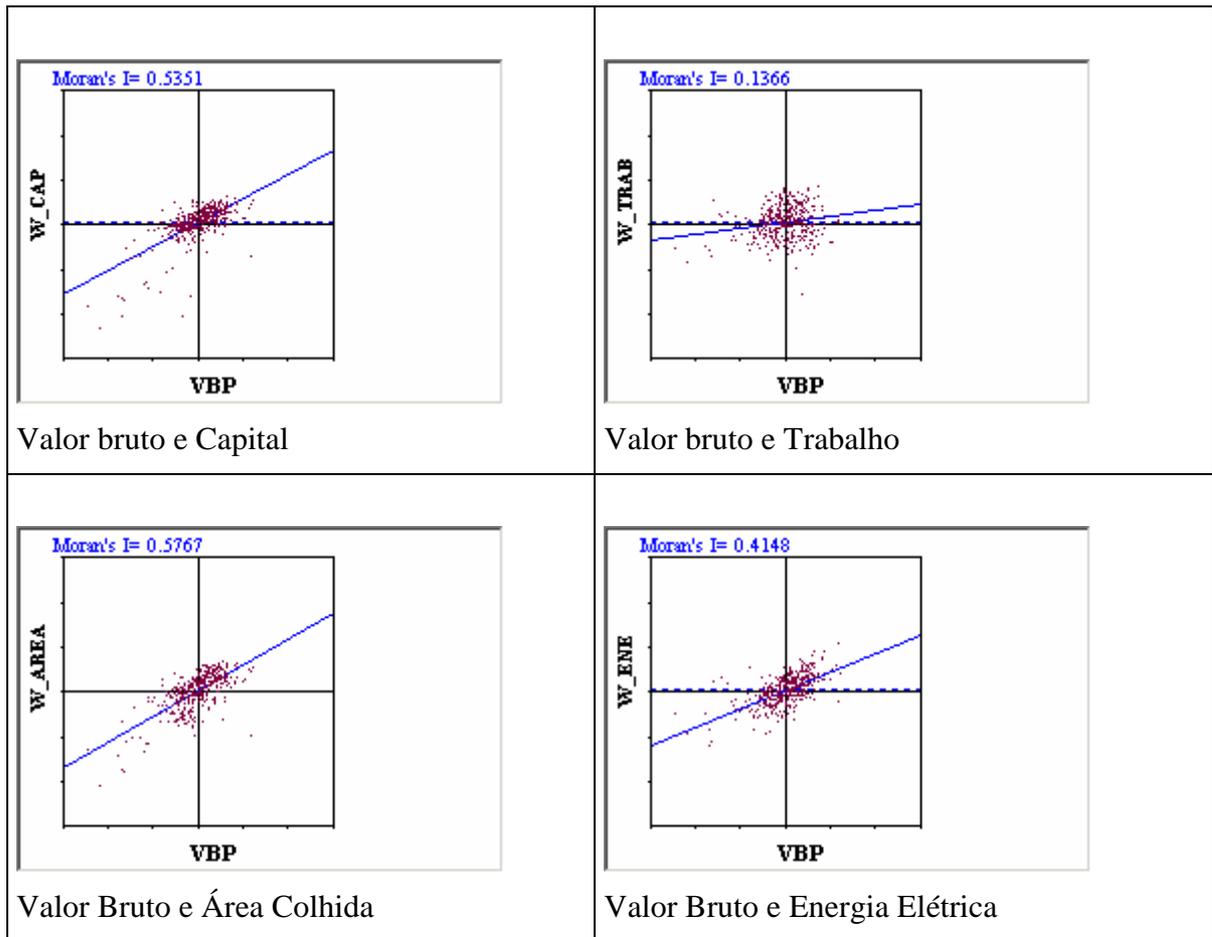
	E(I)	I	Probabilidade
Capital	-0,0025	0,5351	0,001
Trabalho	-0,0025	0,1366	0,001
Área Colhida	-0,0025	0,5767	0,001
Energia Elétrica	-0,0025	0,4148	0,001
Rodovias Pavimentadas	-0,0025	-0,0296	0,187
Rodovias não Pavimentadas	-0,0025	0,3363	0,001
Chuvvas	-0,0025	0,1278	0,001
Temperatura	-0,0025	0,0569	0,033

Fonte: elaboração da autora.

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

A variável rodovia pavimentada apresentou índice de autocorrelação negativa em relação ao valor bruto da produção agropecuária, significando que altos valores brutos da produção são rodeados por baixa densidade de rodovias pavimentadas. Entretanto, a pseudo-significância não apresenta significância levando a interpretação da ausência de autocorrelação espacial entre essas duas variáveis.

As figuras 7 e 8 mostram o diagrama de Moran para cada uma das variáveis explicativas. Observando com mais detalhe o comportamento dos pontos no gráfico verifica-se que para o capital, área, energia e rodovias não-pavimentadas a associação positiva entre os municípios é nítida, pois a maior parte dos pontos, nesse caso, se concentrou no primeiro e no terceiro quadrante. Isto significa que regiões com alto (baixo) valor bruto são rodeadas por regiões com alto (baixo) valor de capital, e/ou área colhida, e/ou energia elétrica.



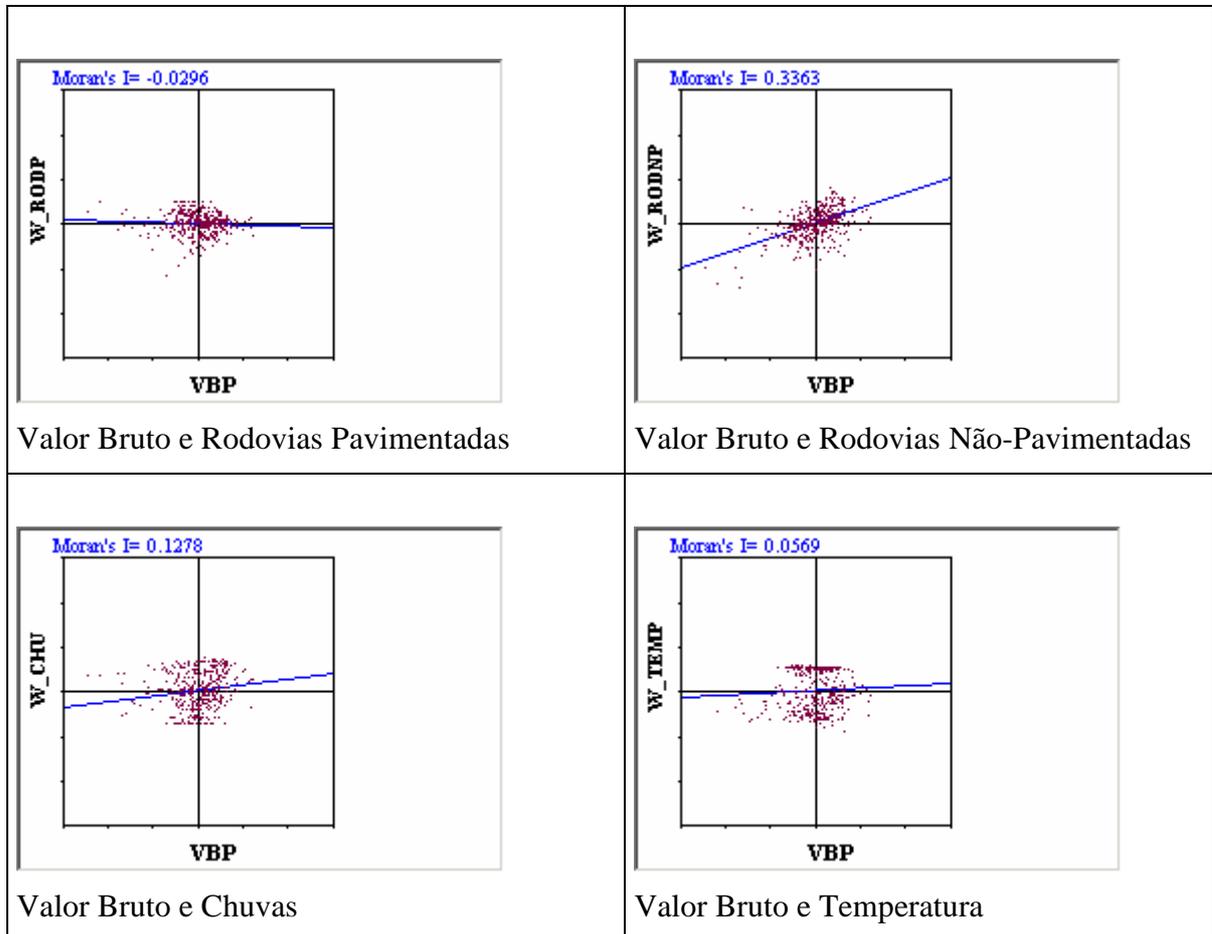
Fonte: elaboração da autora.

Figura 7 – Diagrama de Dispersão de Moran Bivariado para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná e as demais variáveis explicativas

Como pode ser verificado nas figuras 7 e 8, as variáveis trabalho, chuva e temperatura quando confrontadas com o valor bruto da produção agropecuária, indicam significância estatística para a presença de autocorrelação espacial positiva entre elas. Mas a visualização dos mapas não evidencia esse comportamento, pois os pontos apresentados nos gráficos não seguem uma distribuição nítida no primeiro e no terceiro quadrante.

Para o caso das rodovias não-pavimentadas, o comportamento do gráfico apresentado na figura 8 demonstra que o valor bruto da produção agropecuária de um município é altamente correlacionado com as rodovias vicinais dos municípios vizinhos. Verifica-se, desta forma, a importância das rodovias para o escoamento da produção. A manutenção e a

construção de novas rodovias no Estado como um todo pode melhorar o escoamento da produção de um município aumentando o seu valor de produção.



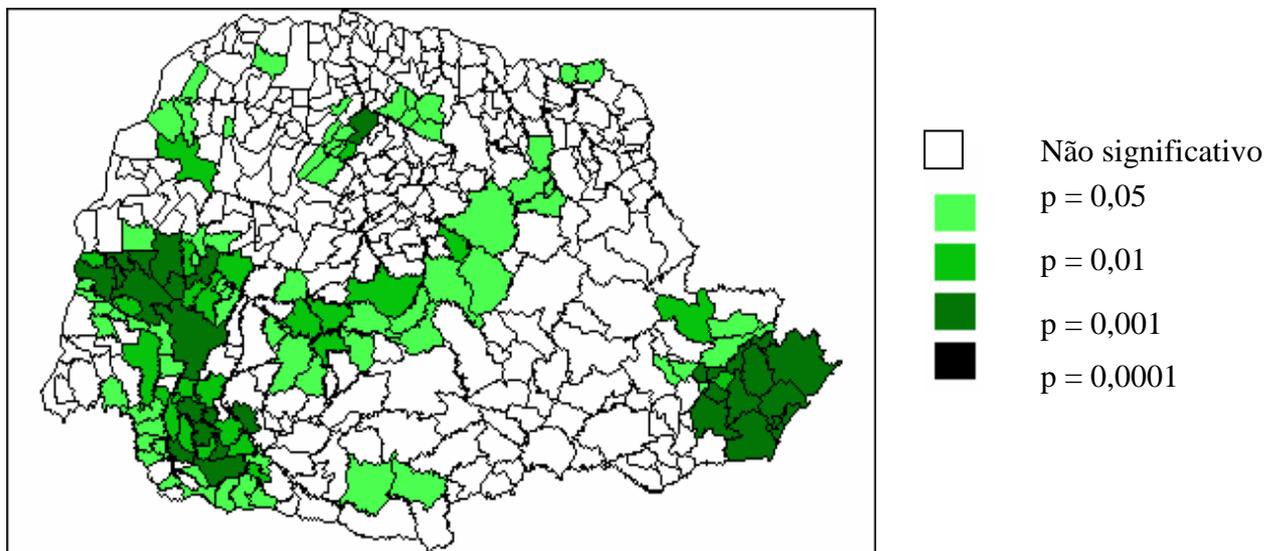
Fonte: elaboração da autora.

Figura 8 – Diagrama de Dispersão de Moran Bivariado para o valor bruto da produção agropecuária do Paraná e as demais variáveis explicativas

Os padrões globais de associação linear podem não estar em concordância com os padrões locais. Conforme Perobelli e Haddad (2003) podem ocorrer dois casos, sendo o primeiro quando uma indicação de ausência de autocorrelação global pode ocultar padrões de associação local, e o segundo quando um forte indício de autocorrelação global pode ocultar os padrões locais de associação. Desta forma, as estatísticas globais não têm a capacidade de identificar a ocorrência de autocorrelação espacial local, estatisticamente significativa. Assim, verifica-se a importância de se utilizar uma estatística que capte este efeito.

5.1.2 – I de Moran local

A estatística I de Moran local, segundo Almeida (2004), decompõe o indicador global de autocorrelação em relação à contribuição local individual em cada um dos quatro quadrantes do diagrama de dispersão de Moran. A forma mais clara de especificação da estatística é através de mapas. O mapa 3 apresenta a significância dos municípios considerando o valor bruto da produção agropecuária do Paraná.

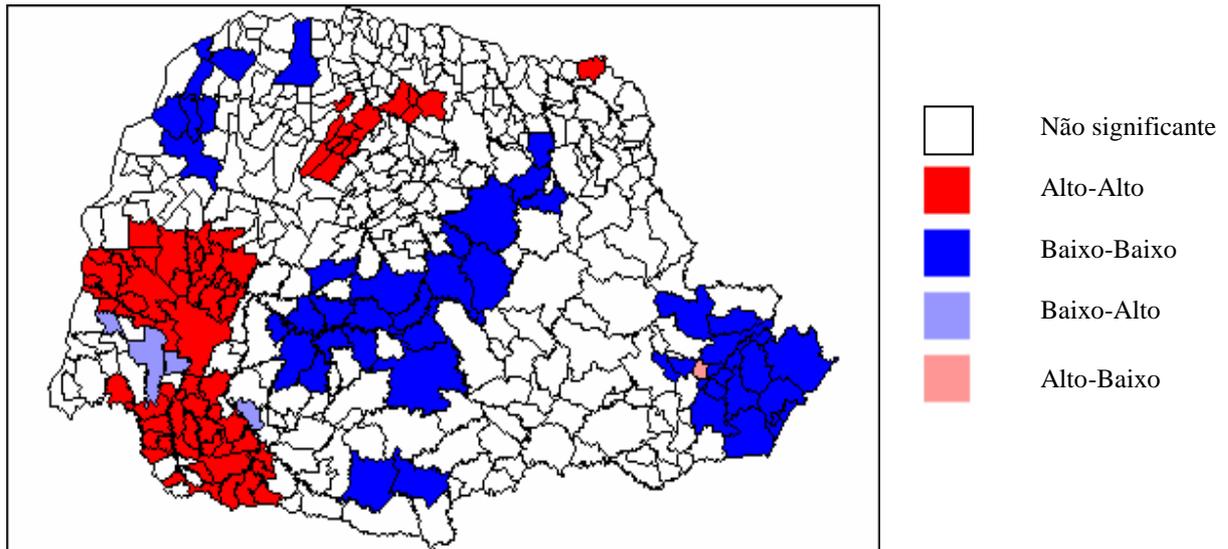


Fonte: elaboração da autora.

Mapa 3 – Significância do valor bruto da produção agropecuária do Paraná

O mapa 4 que apresenta a formação de cluster faz uma combinação entre as informações do mapa de dispersão de Moran (Figura 6) e a informação do mapa de significância (Mapa 3) que considera as medidas de associação local do I de Moran e está dividido em quatro categorias de associação espacial que são estatisticamente significantes.

O mapa 4 demonstra os clusters formados que são estatisticamente significantes para o I de Moran Local, levando em conta a variável endógena do modelo, valor bruto da produção agropecuária do Estado do Paraná.



Fonte: elaboração da autora.

Mapa 4 – Clusters para o Valor Bruto da Produção Agropecuária per capita no Estado do Paraná

É possível verificar a presença de dois grandes *clusters* do tipo alto-alto, o primeiro formado por alguns municípios das microrregiões¹⁷ de Capanema, Cascavel, Francisco Beltrão, Pato Branco e Toledo e o outro pelos municípios das microrregiões¹⁸ de Apucarana, Astorga, Campo Mourão, Floraí, Goioerê, Londrina e Maringá.

Os municípios que pertencem às microrregiões de Cascavel e Toledo, segundo Ipardes (2004), contam com condições edafoclimáticas excepcionais e uma moderna base produtiva agropecuária pautada em mão-de-obra familiar que obtém um alto desempenho produtivo.

Os municípios pertencentes às microrregiões de Capanema, Francisco Beltrão e Pato Branco, segundo Ipardes (2004), são um importante reduto da agricultura familiar, mesmo

¹⁷ No primeiro grupo os municípios são Ampére, Pérola do Oeste, Planalto, Pranchita, Realeza, Santa Izabel do Oeste (todos da microrregião de Capanema) Anahy, Boa Vista Aparecida, Braganey, Cafelândia, Capitão Leônidas Marques, Cascavel, Corbéia, Iguatu, Nova Aurora, Santa Tereza do Oeste e Três Barras do Paraná (todos da microrregião de Cascavel) Boa Esperança Iguaçú, Bom Jesus do Sul, Dois Vizinhos, Enéas Marques, Flor da Serra do Sul, Francisco Beltrão, Manfrinópolis, Marmeleiro, Nova Esperança do Sudoeste, Nova Prata do Iguaçú, Renascença, Salto do Lontra e Verê (todos da microrregião de Francisco Beltrão). Bom Sucesso do Sul, Itapejara do Oeste e Vitorino (todos da microrregião de Pato Branco) Assis Chateaubriand, Entre Rios do Oeste, Formosa do Oeste, Iracema do Oeste, Jesuítas, Marechal Cândido Rondon, Maripá, Mercedes, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Palotina, Pato Bragado, Quatro Pontes, São José das Palmeiras, São Pedro do Iguaçú, Toledo e Tupãssi (microrregião de Toledo).

¹⁸ No segundo grupo, os municípios são Araongas e Sabáudia (microrregião de Apucarana) Astorga (microrregião de Astorga) Engenheiro Beltrão e Terra Boa (microrregião de Campo Mourão) Doutor Camargo, Floresta, Itambé, Ivatuba, Ourizona (microrregião de Floraí) Quarto Centenário e Ubiratã (microrregião de Goioerê) Pitangueira e Rolândia (microrregião de Londrina) e Paiçandu e Maringá (microrregião de Maringá).

tendo mudado a sua base produtiva com a inserção de novas técnicas de plantio com a expansão da soja. A explicação dada para este comportamento é a disponibilidade de terras férteis conjugada ao relevo acidentado, que, ao dificultar a mecanização da agricultura em grande escala, representou uma proteção natural à agricultura familiar.

Esse primeiro grande cluster, segundo Ipardes (2005), tem como atividades mais importantes na agricultura a soja, o milho e o trigo e na pecuária o cultivo de aves, suínos, bovinos e leite.

Os municípios das microrregiões de Apucarana, Astorga, Londrina, Floraí e Maringá que fazem parte do segundo grande *cluster* formado apresentam, segundo Ipardes (2005), na produção da lavoura, a sua principal atividade na composição do VBP total. Possui uma pauta diversificada, com expansão das atividades na área frutícola, sendo os principais produtos soja, milho e cana-de-açúcar. Conforme descrito por Ipardes (2004), a base agropecuária é uma das mais importantes do Estado, com importante expansão da produção e dos níveis de produtividade. Uma importante característica da base produtiva é a sua organização em cooperativas que representa uma parcela expressiva da produção agroindustrial da região e do Estado.

Da mesma forma que nos municípios descritos anteriormente, os municípios das microrregiões de Campo Mourão e Goioerê também têm na lavoura a base da formação do VBP. Segundo Ipardes (2005) a produção de soja responde com quase 50% desse total. Nesta região é que se encontra a maior cooperativa agropecuária do Estado e do Brasil e que tem na transformação industrial da soja sua principal atividade.

O mapa apresenta também, três grandes *clusters* do tipo baixo-baixo, o primeiro formado pelos municípios das microrregiões¹⁹ de Paranavaí e Umuarama; o segundo grupo,

¹⁹ O primeiro grupo de *clusters* do tipo baixo-baixo é formado pelos municípios de Loanda, Porto Rico e Santa Cruz de Monte Castelo (microrregião de Paranavaí) e Douradina, Icaraíma, Ivaté e Umuarama (microrregião de Umuarama).

por alguns municípios das microrregiões²⁰ de Campo Mourão, Cascavel, Cornélio Procópio, Guarapuava, Ibatí, Ivaiporã, Pitanga e Telêmaco Borba; e o terceiro grupo, pelos municípios das microrregiões²¹ de Cerro Azul, Curitiba e Paranaguá.

Os municípios que fazem parte das microrregiões de Umuarama e Paranaíba, considerando a atividade agropecuária apresentam, quando comparado a outras regiões do Estado, segundo Ipardes (2004), os indicadores de produtividade mais baixos, e estão estruturados principalmente na atividade bovina. A partir dos anos 90, se constituiu em fronteira para a expansão da soja e do milho e observou-se crescimento de produtos direcionados a indústria, como a cana e a mandioca.

O segundo grande *cluster* é formado por municípios que apesar da proximidade pertencem a mesorregiões distintas do Estado (Centro Ocidental, Oeste Paranaense, Norte Pioneiro, Centro Sul, Norte Central e Centro Oriental). Uma característica comum em quase todas essas regiões é ter a lavoura como principal atividade agropecuária, destacada pela produção de soja e milho.

O último cluster BB apresentado pelo mapa 2 é o formado pelas microrregiões de Cerro Azul, Curitiba e Paranaguá. Esta região tem nos segmentos industrial e serviços a base da formação da atividade produtiva. Mas, segundo Ipardes (2004), possui um mercado potencial e tem estimulado que as áreas agricultáveis sejam destinadas a produção olerícola²² (convencional e orgânica) frutas e flores.

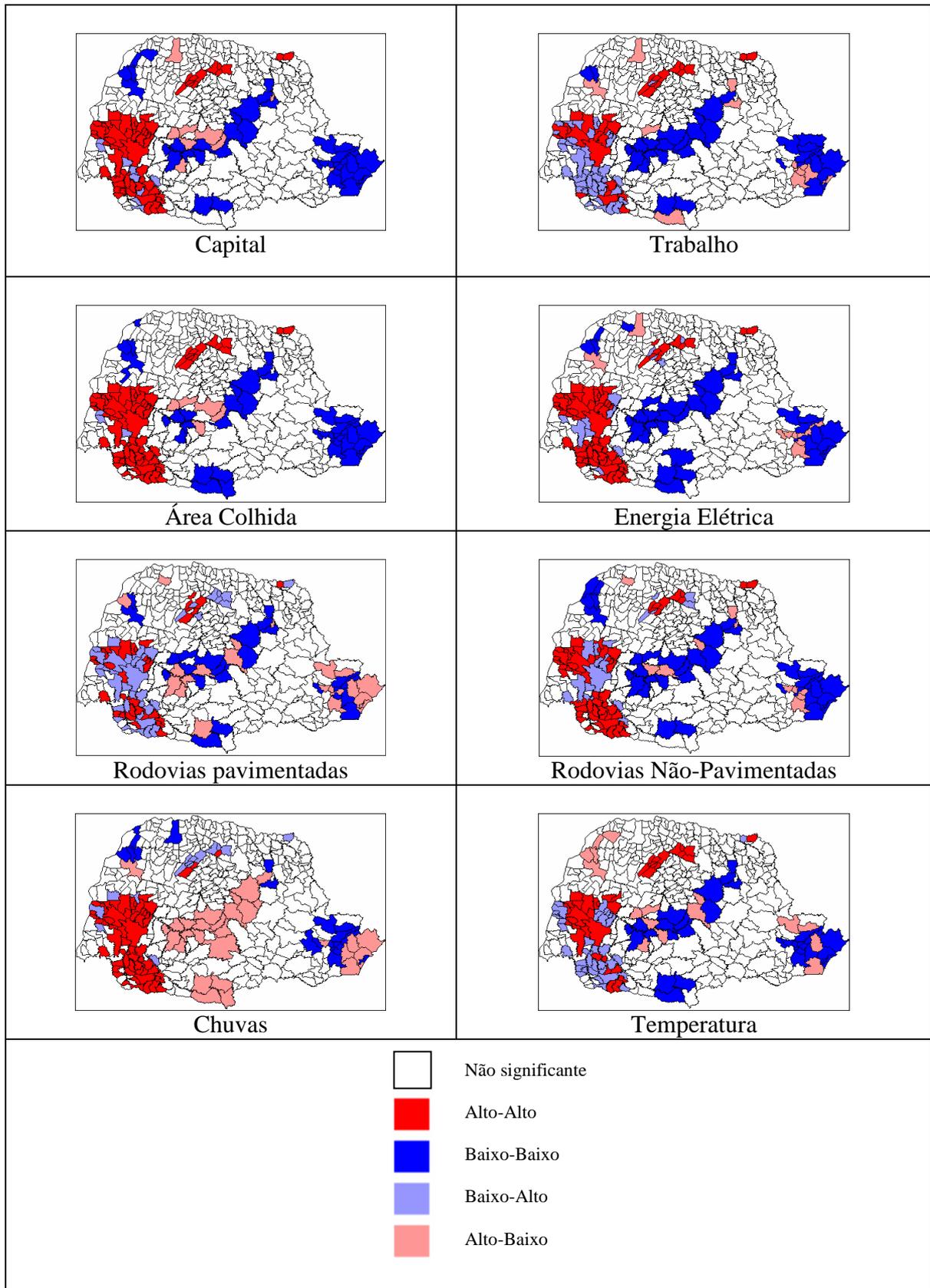
²⁰ O segundo grupo é formado pelos municípios de Roncador (microrregião de Campo Mourão) Diamante do Sul (microrregião de Cascavel) Congonhinhas (microrregião de Cornélio Procópio) Goioxim, Guarapuava, Laranjeiras do Sul, Marquinho, Nova Laranjeiras e Turvo (microrregião de Guarapuava) Curiúva e Sapopema (microrregião de Ibatí) Cândido de Abreu e Rosário do Ivaí (microrregião de Ivaiporã) Boa Ventura de São Roque, Laranjal, Palmital, Pitanga e Santa Maria do Oeste (microrregião de Pitanga) e Ortigueira e Reserva (microrregião de Telêmaco Borba).

²¹ O terceiro grupo é formado pelos municípios de Cerro Azul (microrregião de Cerro Azul) Almirante Tamandaré, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Magro, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais e Tunas do Paraná (microrregião de Curitiba) e Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná (microrregião de Paranaguá).

²² Segundo Figueira (2003) olericultura é um termo técnico-científico, muito preciso utilizado no meio agrônomo. Derivado do latim (*oleris*, hortaliça, + *colere*, cultivar) refere-se à ciência aplicada, bem como ao estudo da agrotecnologia de produção das culturas oleráceas, ministrado nos cursos de Agronomia. A palavra hortaliça refere-se ao grupo de plantas que apresentam, em sua maioria, as seguintes características: consistência

Através do mapa de cluster é possível medir a associação local entre as variáveis do modelo estudado. De acordo com Almeida (2004) da mesma maneira que é possível alcançar um coeficiente de autocorrelação espacial global bivariado, pode-se obter uma medida de autocorrelação espacial local. Essa estatística apresenta o grau de associação linear (positiva ou negativa) entre o valor de uma variável em uma determinada região e a média de uma outra variável nas localidades vizinhas.

A figura 9 apresenta os *clusters* formados pela variável endógena da função de produção (valor bruto da produção agropecuária) associado a cada variável exógena do modelo (capital, trabalho, área colhida, energia elétrica, rodovias pavimentadas, rodovias não-pavimentadas, chuva e temperatura).



Fonte: elaboração da autora.

Figura 9 – Clusters Bivariados entre valor bruto da produção agropecuária e as demais variáveis explicativas

A visualização dos mapas evidencia, em geral, que os municípios que apresentaram formação de *clusters* do tipo alto-alto no mapa de *cluster* univariado (valor bruto da produção agropecuária), confirmaram esse tipo de formação de *clusters* na análise bivariada, com exceção, da variável rodovia pavimentada. A hipótese possível acerca desse comportamento se deve ao fato das rodovias pavimentadas se concentrarem nos grandes centros onde a atividade agropecuária não tem tanta relevância quando comparado aos outros setores, desta forma, não influencia de maneira concreta o escoamento da produção.

A formação de *clusters* do tipo baixo-baixo para a associação espacial local bivariada segue, em geral, o mesmo padrão apresentado pela associação espacial local univariada, com exceção da variável chuva que forma *cluster* do tipo alto-baixo. Isto se deve ao fato desta região ter alta incidência de chuvas e baixo valor bruto.

Até o presente momento, foi possível verificar que há um padrão de autocorrelação espacial entre as variáveis consideradas no modelo e notou-se o destaque da região Norte e Oeste do estado considerando o valor bruto da produção agropecuária. O próximo passo é apresentar os resultados econométricos e os testes realizados para a utilização do melhor modelo.

5.2 Econometria Espacial

Inicialmente foram estimadas regressões pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para o estudo da função de produção do Paraná. Considerando as variáveis explicativas do modelo, capital, trabalho, área colhida, energia, rodovias pavimentadas, rodovias não-pavimentadas, chuva e temperatura foram estimadas sete regressões com diferentes combinações²³. Além dessas variáveis foram introduzidas duas variáveis de

²³ A justificativa para testar diferentes combinações se deve à busca pelo melhor modelo ajustado.

transbordamento no setor de transportes, rodovias pavimentadas e rodovias não-pavimentadas espacialmente defasadas, objetivando captar o efeito destas variáveis, ditas como insumos modernos, no modelo.

A tabela 5 apresenta os valores estimados de cada uma dessas regressões, e fazendo uma análise geral de todas, pode-se ver que o coeficiente de determinação é considerável em todas as regressões, pois mais de 60% do valor bruto da produção pode ser explicados por essas variáveis exógenas.

Uma função do tipo Cobb-Douglas pode apresentar três tipos de formas funcionais, decrescente à escala, constante à escala e crescente à escala, significando que a soma dos coeficientes da regressão estimada podem ser menor que um, igual a um ou maior que um, respectivamente. Considerando as regressões estimadas para a agropecuária do Paraná, verifica-se que para os sete casos estimados as formas funcionais restringiram-se a retorno decrescente e crescente à escala. Na primeira e segunda regressão a soma dos coeficientes das variáveis explicativas foram menores que um, 0,9062 e 0,9065, mas bastante próximo a ele, respectivamente e da regressão três até a regressão sete, os valores foram maiores que um, sendo a seqüência de valores: 1,2588, 1,3416, 1,2400, 1,3619 e 1,3563, respectivamente. Considerando esses valores, verifica-se que há eficiência dos fatores explicativos na função de produção agropecuária do Paraná.

Tabela 5 – Resultados e diagnósticos das estimações por Mínimos Quadrados Ordinários

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Const	4,2357 (0,0000)	4,2282 (0,0000)	4,1884 (0,0000)	4,2014 (0,0000)	4,2017 (0,0000)	4,1910 (0,0000)	4,1938 (0,0000)
Cap	0,0318 (0,0759)	0,0318 (0,0760)	0,1490 (0,0000)	0,1493 (0,0000)	0,1493 (0,0000)	0,1492 (0,0000)	0,1490 (0,0000)
Trab	-7,4562 (0,9970)	-0,0001 (0,9958)	-0,0377 (0,1015)	-0,0374 (0,1023)	-0,0374 (0,1028)	-0,0377 (0,1013)	-0,0375 (0,1028)
Área	0,3439 (0,0000)	0,3439 (0,0000)					
Ene	0,3019 (0,0000)	0,3020 (0,0000)	0,3901 (0,0000)	0,3882 (0,0000)	0,3882 (0,0000)	0,3893 (0,0000)	0,3992 (0,0000)
Rodp	-1,1847 (0,8770)		-2,4680 (0,7878)				-3,0379 (0,7374)
Rodnp	0,2286 (0,0250)	0,2288 (0,0245)	0,2755 (0,0241)	0,2728 (0,0249)	0,2728 (0,0251)	0,2752 (0,0241)	0,2735 (0,0249)
Chu	0,0165 (0,6636)	0,0174 (0,6424)	0,0117 (0,0090)	0,1123 (0,0096)	0,0112 (0,0102)	0,1166 (0,0092)	0,1134 (0,0097)
Temp	-0,0109 (0,8638)		0,0106 (0,8895)		-0,0005 (0,9948)	0,0078 (0,9173)	0,0038 (0,9593)
W_Rodp	6,5148 (0,6585)	5,5067 (0,6967)	-7,3965 (0,6746)			-8,098 (0,6417)	
W_Rodnp	-0,1669 (0,3327)	-0,1682 (0,3276)	0,4415 (0,0267)	0,4286 (0,0291)	0,4287 (0,0296)	0,4408 (0,0268)	0,4309 (0,0290)
R ² ajustado	0,7288	0,7301	0,6106	0,6133	0,6123	0,6115	0,6114
AIC	-356,48	-360,42	-213,11	-218,19	-216,81	-215,04	-214,93
SC	-312,60	-324,52	-173,22	-190,89	-184,90	-179,13	-179,03
LIK*	189,240	189,209	116,555	116,407	116,407	116,545	116,464
Condition number	31,9560	27,8703	28,6860	23,2672	27,1621	28,3575	27,5273
Jarque-Bera	604,622 (0,0000)	607,013 (0,0000)	203,812 (0,0000)	199,748 (0,0000)	199,871 (0,0000)	205,520 (0,0000)	198,340 (0,0000)
Breusch-Pagan	42,4361 (0,0000)	40,8360 (0,0000)	39,5779 (0,0000)	35,4352 (0,0000)	38,4633 (0,0000)	39,1709 (0,0000)	39,0029 (0,0000)
White	251,771 (0,0000)	233,731 (0,0000)	198,678 (0,0000)	166,360 (0,0000)	179,161 (0,0000)	187,518 (0,0000)	189,597 (0,0000)
N	399	399	399	399	399	399	399

Fonte: elaborado pela autora.

Nota: o valor entre parênteses refere-se ao p-valor. *LIK é o valor da função de máxima verossimilhança.

A tabela 5 apresenta também, alguns testes que têm como objetivo detectar problemas de estimação. O primeiro teste apresentado é o *Condition Number*²⁴ que é utilizado na verificação da existência de Multicolinearidade. Segundo Anselin (1992) em muitos trabalhos empíricos pode-se encontrar uma alta correlação entre as observações das variáveis incluídas na especificação do modelo, trazendo como consequência a tendenciosidade, alta variância e muitos poucos coeficientes com significância estatística, mesmo que a regressão como um todo pareça estar bem ajustada. Em geral, os valores de *condition number* maiores que 30, são considerados suspeitos e, desta forma, conforme a tabela 5, todas as regressões, excetuando, a primeira regressão aparentam não apresentar multicolinearidade.

Esse indício de multicolinearidade na regressão 1 pode ser confirmado mediante a tabela 6, que apresenta a correlação entre as variáveis estudadas. A variável área e o valor bruto apresentam uma correlação de 0,79, que é esperado, considerando que uma variável é endógena e a outra exógena e entre a variável área e capital 0,70 demonstrando que pode haver colinearidade entre elas, e podendo deturpar, assim, os resultados encontrados.

Tabela 6 – Correlação entre as variáveis

	VBP	CAP	TRAB	AREA	ENE	RODP	RODNP	CHU	TEMP
VBP	1,000	0,647	0,214	0,790	0,690	-0,049	0,048	0,160	0,086
CAP		1,000	0,340	0,702	0,516	-0,089	0,362	0,108	0,181
TRAB			1,000	0,152	0,283	-0,037	0,176	-0,376	0,126
AREA				1,000	0,512	-0,060	0,382	0,214	0,114
ENE					1,000	-0,031	0,451	0,065	0,042
RODP						1,000	0,032	0,007	0,164
RODNP							1,000	-0,063	0,051
CHU								1,000	-0,122
TEMP									1,000

Fonte: elaboração da autora.

O segundo teste apresentado, pela tabela 5, é o que testa a normalidade dos erros, teste de Jarque-Bera. O teste da normalidade dos erros é de suma importância porque muitos

²⁴ Segundo Anselin (1992) o *Condition Number* é a raiz quadrada da razão do maior e do menor valor da matriz $X'X$, após a padronização.

métodos de estimação tem como pressuposto que os erros sejam normalmente distribuídos. O teste Jarque-Bera segue uma distribuição χ^2 e a hipótese nula é a normalidade dos erros. A significância encontrada no teste para as sete regressões é de 1%, evidenciando a rejeição da hipótese nula. Desta forma, em todos os casos os erros não seguem uma distribuição normal.

O último é o teste que detecta a heterocedasticidade no modelo. Este tipo de problema ocorre quando o erro aleatório da regressão não apresenta variância constante em todas as observações, tornando a regressão ineficiente. O teste de Breusch-Pagan tem como hipótese nula a homocedasticidade e segue a distribuição χ^2 . Como pode ser visto pela tabela 5, todas as regressões rejeitam a hipótese nula com 1% de significância, isto é, em todas há problema de heterocedasticidade.

Os critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (SC) apontam que a melhor regressão estimada é a três, que desconsidera a variável área. Entretanto, devido a importância da área colhida na formação do valor bruto da produção agropecuária optou-se por utilizar também a estimativa da regressão um.

A autocorrelação ou dependência espacial, segundo Anselin (1992), ocorre quando a variável dependente ou o termo do erro em cada posição se correlaciona com a variável dependente ou o termo de erro de outras posições. As conseqüências de se ignorar a autocorrelação no modelo de regressão, quando de fato existe, dependem da forma de como é apresentada a hipótese alternativa. Existem duas importantes alternativas para o modelo, sendo a primeira quando a autocorrelação pertence à variável dependente, e neste caso se refere ao caso de dependência (*lag*) espacial e a segunda quando pertence ao termo de erro, e neste caso se referindo ao erro espacial.

Almeida, Perobelli e Ferreira (2005) descrevem que o conjunto de testes para averiguar a presença de autocorrelação espacial tem grande utilidade na identificação e no diagnóstico do modelo econométrico espacial. O Multiplicador de Lagrange (ML) e o Multiplicador de

Lagrange Robusto (ML robusto) apresentam qual melhor modelo a ser adotado, sendo que a decisão será tomada mediante a significância estatística de cada multiplicador.

O valor apresentado pelos multiplicadores de Lagrange depende do tipo de matriz de pesos espaciais adotados no modelo. Como descrito anteriormente, existe claramente uma variedade de caminhos para a formalização da matriz de contigüidade e, no caso da sua representação ser limitada, pode representar diferentes arranjos da unidade espacial.

Considerando a possibilidade dos valores dos multiplicadores variar, dependendo da matriz de peso utilizada, as tabelas 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 apresentam os resultados dos multiplicadores para cada uma das sete regressões estimadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários utilizando as matrizes de pesos do tipo rainha, torre, 5 vizinhos mais próximos (VIZ_5) distância inversa ao quadrado (ID2) e distância inversa ao cubo (ID3).

Tabela 7 – Diagnóstico da Regressão (1) estimada por MQO

Matriz de pesos	Torre	Rainha	Viz_5	ID2	ID3
Moran's I	0,2055 (0,0000)	0,2059 (0,0000)	0,2266 (0,0000)	0,1440 (0,0000)	0,2381 (0,0029)
Kelejian-Robinson	52,5850 (0,0000)	52,9654 (0,0000)	49,6695 (0,0000)	7,4571 (0,7610)	7,4571 (0,7610)
ML (erro)	43,8767 (0,0000)	44,6661 (0,0000)	56,5918 (0,0000)	36,3244 (0,0000)	8,1929 (0,0042)
ML (erro) robusto	7,3422 (0,0067)	7,7870 (0,0053)	9,6941 (0,0018)	36,3180 (0,0000)	8,1203 (0,0043)
ML (defasagem)	45,6909 (0,0000)	45,8772 (0,0000)	61,8243 (0,0000)	0,0174 (0,8951)	0,1240 (0,7247)
ML (defasagem) robusto	9,1565 (0,0025)	8,9980 (0,0027)	14,9266 (0,0001)	0,0109 (0,9167)	0,0513 (0,8207)

Fonte: elaborado pela autora.

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

Tabela 8 – Diagnóstico da Regressão (2) estimada por MQO

Matriz de pesos	Torre	Rainha	Viz_5	ID2	ID3
Moran's I	0,2060 (0,0000)	0,2064 (0,0000)	0,2277 (0,0000)	0,1442 (0,0000)	0,2382 (0,0030)
Kelejian-Robinson	49,3744 (0,0000)	49,9048 (0,0000)	48,4400 (0,0000)	6,7802 (0,6600)	6,7802 (0,6600)
ML (erro)	44,1133 (0,0000)	44,9008 (0,0000)	57,1616 (0,0000)	36,4297 (0,0000)	8,2048 (0,0042)
ML (erro) robusto	7,4703 (0,0063)	7,9151 (0,0050)	10,1998 (0,0014)	36,4536 (0,0000)	8,1377 (0,0043)
ML (defasagem)	45,7124 (0,0000)	45,8980 (0,0000)	61,5516 (0,0000)	0,0034 (0,9537)	0,1095 (0,7407)
ML (defasagem) robusto	9,0694 (0,0026)	8,9124 (0,0028)	14,5898 (0,0001)	0,0273 (0,8688)	0,0424 (0,8369)

Fonte: elaborado pela autora.

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

Tabela 9 – Diagnóstico da Regressão (3) estimada por MQO

Matriz de pesos	Torre	Rainha	Viz_5	ID2	ID3
Moran'I	0,2339 (0,0000)	0,2341 (0,0000)	0,2731 (0,0000)	0,1676 (0,0000)	0,3123 (0,0001)
Kelejian-Robinson	58,7164 (0,0000)	59,4391 (0,0000)	51,2168 (0,0000)	5,4864 (0,8564)	5,4864 (0,8564)
ML (erro)	56,8403 (0,0000)	57,7574 (0,0000)	82,2343 (0,0000)	49,2100 (0,0000)	14,0963 (0,0002)
ML (erro) robusto	0,0034 (0,9535)	0,0001 (0,9921)	3,4651 (0,0627)	47,9314 (0,0000)	13,6748 (0,0002)
ML (defasagem)	96,6077 (0,0000)	97,3834 (0,0000)	110,9390 (0,0000)	4,5427 (0,0331)	1,3629 (0,2430)
ML (defasagem) robusto	39,7708 (0,0000)	39,6321 (0,0028)	32,1698 (0,0000)	3,2642 (0,0708)	0,9414 (0,3319)

Fonte: elaborado pela autora.

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

Tabela 10 – Diagnóstico da Regressão (4) estimada por MQO

Matriz de pesos	Torre	Rainha	Viz_5	ID2	ID3
Moran'I	0,2367 (0,0000)	0,2369 (0,0000)	0,2760 (0,0000)	0,1687 (0,0000)	0,3120 (0,0001)
Kelejian-Robinson	52,6301 (0,0000)	53,2313 (0,0000)	46,9435 (0,0000)	2,8721 (0,8966)	2,8721 (0,8966)
ML (erro)	58,1971 (0,0000)	59,1207 (0,0000)	83,9931 (0,0000)	49,8493 (0,0000)	14,0672 (0,0002)
ML (erro) robusto	0,0809 (0,7761)	0,1256 (0,7231)	4,7950 (0,0285)	48,7571 (0,0000)	13,6706 (0,0002)
ML (defasagem)	94,6782 (0,0000)	95,4140 (0,0000)	108,6664 (0,0000)	3,7834 (0,0518)	1,2417 (0,2651)
ML (defasagem) robusto	36,5620 (0,0000)	36,4189 (0,0000)	29,4683 (0,0000)	2,6911 (0,1009)	0,8452 (0,3579)

Fonte: elaborado pela autora.

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

Tabela 11 – Diagnóstico da Regressão (5) estimada por MQO

Matriz de pesos	Torre	Rainha	Viz_5	ID2	ID3
Moran'I	0,2366 (0,0000)	0,2368 (0,0000)	0,2760 (0,0000)	0,1687 (0,0000)	0,3120 (0,0001)
Kelejian-Robinson	52,6183 (0,0000)	53,2259 (0,0000)	47,2420 (0,0000)	2,8756 (0,9419)	2,8756 (0,9419)
ML (erro)	58,1840 (0,0000)	59,1069 (0,0000)	83,9757 (0,0000)	49,8572 (0,0000)	14,0710 (0,0002)
ML (erro) robusto	0,0750 (0,7841)	0,1170 (0,7324)	4,7819 (0,0288)	48,6046 (0,0000)	13,6684 (0,0002)
ML (defasagem)	94,7523 (0,0000)	95,5058 (0,0000)	108,6793 (0,0000)	34,3460 (0,0371)	1,2614 (0,2614)
ML (defasagem) robusto	36,6439 (0,0000)	36,5157 (0,0000)	29,4854 (0,0000)	3,0935 (0,0786)	0,8588 (0,3541)

Fonte: elaborado pela autora.

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

Tabela 12 – Diagnóstico da Regressão (6) estimada por MQO

Matriz de pesos	Torre	Rainha	Viz_5	ID2	ID3
Moran'I	0,2339 (0,0000)	0,2338 (0,0000)	0,2728 (0,0000)	0,1680 (0,0000)	0,3131 (0,0001)
Kelejian-Robinson	52,4672 (0,0000)	58,7257 (0,0000)	50,2096 (0,0000)	5,4442 (0,7940)	5,4442 (0,7940)
ML (erro)	56,8396 (0,0000)	57,5876 (0,0000)	82,0244 (0,0000)	49,4224 (0,0000)	14,1753 (0,0002)
ML (erro) robusto	0,0032 (0,9552)	0,0000 (0,9988)	3,5596 (0,0592)	5,4442 (0,7940)	13,7511 (0,0002)
ML (defasagem)	96,5275 (0,0000)	97,2998 (0,0000)	110,3773 (0,0000)	4,2408 (0,0395)	1,3827 (0,2396)
ML (defasagem) robusto	39,6910 (0,0000)	39,7122 (0,0000)	31,9125 (0,0000)	3,0692 (0,0798)	0,9586 (0,3275)

Fonte: elaborado pela autora.

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

Tabela 13 – Diagnóstico da Regressão (7) estimada por MQO

Matriz de pesos	Torre	Rainha	Viz_5	ID2	ID3
Moran'I	0,2360 (0,0000)	0,2363 (0,0000)	0,2747 (0,0000)	0,1676 (0,0000)	0,3102 (0,0001)
Kelejian-Robinson	59,1997 (0,0000)	59,9412 (0,0000)	51,4049 (0,0000)	4,7934 (0,8519)	4,7934 (0,8519)
ML (erro)	57,8919 (0,0000)	58,8491 (0,0000)	83,1692 (0,0000)	49,2147 (0,0000)	13,9091 (0,0002)
ML (erro) robusto	0,0374 (0,8466)	0,0698 (0,7916)	4,0302 (0,0447)	47,9667 (0,0000)	13,5066 (0,0002)
ML (defasagem)	95,2687 (0,0000)	96,0431 (0,0000)	110,0723 (0,0000)	4,7934 (0,8519)	1,2733 (0,2591)
ML (defasagem) robusto	37,4142 (0,0000)	37,2637 (0,0000)	30,9333 (0,0000)	4,3660 (0,0774)	0,8707 (0,3507)

Fonte: elaborado pela autora.

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

A matriz que melhor se ajusta ao modelo estimado é aquela que apresenta o maior valor do I de Moran, pois esta consegue captar com maior precisão os efeitos espaciais apresentados na região.

Comparando todos os resultados em todas as regressões verifica-se que o maior I de Moran encontrado foi o apresentado pela matriz de pesos ID3, ou seja, a matriz que considera a distância inversa ao cubo. Olhando os valores dos Multiplicadores de Lagrange e os multiplicadores na forma robusta, chega-se à conclusão que o melhor modelo a ser utilizado é o modelo de erro espacial.

Realizando uma análise mais minuciosa nos valores apresentados nas tabelas verifica-se que o modelo de erro foi diagnosticado pela matriz de pesos espaciais que considera as distâncias inversas (ao quadrado e ao cubo). As outras matrizes de pesos espaciais apresentaram como melhor modelo de estimação espacial o modelo de defasagem. Esse resultado, de certa forma curioso, incentivou que se estudasse também o modelo de defasagem para a agropecuária do Paraná, utilizando como matriz de pesos espaciais a de 5 vizinhos mais próximos (viz_5) pois foi a que apresentou o maior valor dentre as que detectaram esse modelo e também por ter sido o segundo maior valor dentre todas as matrizes relacionadas.

A estimação do modelo considerando os termos espaciais deve ser realizada pelo método da máxima verossimilhança. Entretanto, essa estimação para o modelo de defasagem espacial é baseada na suposição da normalidade dos termos de erro. Como verificado na tabela 5, os erros na regressão estimada não são normalmente distribuído, impedindo a utilização do método da máxima verossimilhança. A solução para esse dilema é utilizar o método das variáveis instrumentais não tem como pressuposto a normalidade dos termos de erro.

A tabela 14 apresenta os resultados da estimação do modelo de defasagem espacial para os modelos de regressão 1 e 3. As regressões 8 e 9 correspondem à aplicação simples do modelo de variáveis instrumentais para o modelo de defasagem espacial. Uma informação

importante apontada pela tabela 14, é o coeficiente que mede a autocorrelação espacial entre os municípios para a função de produção do Estado. O ρ (coeficiente que mede a autocorrelação no modelo de defasagem espacial) é altamente significativo, demonstrando que o comportamento de um município na produção agropecuária influencia a produção do outro município. Pode-se dizer que o efeito transbordamento se faz presente na agropecuária paranaense.

Essas duas regressões (8 e 9), foram estimadas sem que tenha problemas pela falta de normalidade dos erros, pois o método de variáveis instrumentais não pressupõe isso. Entretanto, o problema da heterocedasticidade ainda é mantido, ou seja, as duas regressões não são eficientes, pois a variância não é constante em todas as observações.

Uma maneira de tentar corrigir esse problema é estimar novamente as duas regressões, desta vez, utilizando o método das variáveis instrumentais (VI) na sua versão robusta. Quando se utiliza a técnica na versão robusta, a estimativa da variância é computada de maneira diferente. Segundo Anselin (1992) esta estimação mostra que este foi desenvolvido para executar em situações de amostra finita, e uma versão melhorada foi sugerida por MacKinnon e White em 1985. Esta versão chama-se variância ajustada de White²⁵ e consiste em dividir o quadrado dos resíduos na diagonal da matriz pelo fator de correção $1 - k_{ii}$, em que k_{ii} é o elemento da diagonal do i -th da matriz $X(X'X)^{-1}X'$.

²⁵ Para mais detalhes da matriz consistente de White ver Anselin (1992, p. 173).

Tabela 14 – Resultados das estimações pelo modelo de defasagem espacial²⁶

	IV (2SLS)		IV (2SLS) Robusto	
	(8)	(9)	(10)	(11)
Constante	2,8299 (0,0000)	1,9697 (0,0000)	2,5594 (0,0000)	1,9224 (0,0000)
Cap	0,0024 (0,8922)	0,0680 (0,0005)	0,0252 (0,2914)	0,0956 (0,0002)
Trab	0,0098 (0,5853)	-0,0109 (0,5871)	-0,0034 (0,8127)	-0,0189 (0,2629)
Área	0,2807 (0,0000)		0,2264 (0,0000)	
Energia	0,2670 (0,0000)	0,3090 (0,0000)	0,2802 (0,0000)	0,3058 (0,0000)
Rodp	-3,4450 (0,6274)	-5,6828 (0,4729)	-0,3769 (0,5717)	-2,5019 (0,7693)
Rodnp	0,1986 (0,0352)	0,2141 (0,0420)	0,1970 (0,0446)	0,2318 (0,0342)
Chu	0,0027 (0,9391)	0,0658 (0,0926)	0,0109 (0,6979)	0,0620 (0,0494)
Temp	0,0248 (0,6751)	0,0609 (0,3548)	0,0272 (0,6245)	0,0408 (0,5339)
W_Rodp	1,9935 (0,8840)	-0,0001 (0,4889)	-0,0002 (0,1674)	-0,0002 (0,1934)
W_Rodnp	-0,3002 (0,0631)	0,0522 (0,7713)	-0,3540 (0,0443)	0,0064 (0,9711)
ρ	0,0632 (0,0000)	0,1004 (0,0000)	0,0724 (0,0000)	0,0985 (0,0000)
ML (erro)	1,5992 (0,2060)	0,0156 (0,9005)		
Pseudo - R ²	0,7575	0,6846	0,7466	0,7400

Fonte: elaborado pela autora.

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

As regressões (10) e (11) na tabela 14 apresentam as estimações utilizando o método robusto das variáveis instrumentais. Um fato verificado é que a variável chuva e rodovias não-pavimentadas passam a ser significativas nos dois modelos de regressões estimados pelo modo robusto. Este ganho em significância estatística pode ser atribuído ao melhor ajustamento dos parâmetros ao resolver o problema da heterocedasticidade.

Os resultados apontados por essas duas regressões mostram que a variável energia elétrica na zona rural é a que apresenta maior relevância impacto no valor bruto da produção

²⁶ A matriz de pesos utilizada é a matriz que considera os 5 vizinhos mais próximos.

do Estado. Para o caso de haver um aumento de 10% no consumo de energia elétrica, o valor bruto aumenta cerca de 3%. Isto pode ser explicado pelo fato da energia elétrica ser muito associada à questão do desenvolvimento e modernização. Segundo Costa, Costa e Eck (2000) um dos requisitos básicos para o desenvolvimento auto-sustentável e humano de um país é o desenvolvimento de suas regiões rurais, sobretudo a melhoria da qualidade de vida dos habitantes. A energia elétrica atende as necessidades básicas domésticas ou comunitárias, que inclui a iluminação, lazer, educação, saúde, água potável e comunicação; e as necessidades produtivas, que são derivadas de operações agropecuárias e agroindustriais, incluindo o bombeamento de água para fins de irrigação, processamento de produtos, entre outras.

O segundo fator de relevância é a variável área, considerada na regressão (10), pois uma variação de 10% na área colhida aumenta a produção em 3%. Entretanto, quando não se considera essa variável, devido à multicolinearidade, a variável mais importante é o capital que, para este estudo, é o valor dos financiamentos e contratos na agropecuária. Com base nos resultados, um aumento de 10% no valor do capital em um ano pode levar ao aumento de 0,9% no valor bruto da agropecuária. Este resultado evidencia que a facilitação para os financiamentos na agropecuária, pode trazer bons resultados para a produção do Estado. Segundo Corrêa e Figueiredo (2006) a questão do crédito é um dos principais instrumentos de política agrícola no Brasil, pois, de certa forma, molda a intensidade do processo de modernização.

A variável rodovia não-pavimentada apresentou significância estatística nas regressões (10) e (11). Conforme os coeficientes encontrados, uma variação de 10% na densidade das rodovias não-pavimentadas aumenta em 3% o valor bruto da produção agropecuária. Este resultado demonstra a importância das rodovias não-pavimentadas ou rodovias vicinais para o escoamento da produção.

A variável chuva apresenta significância estatística para a regressão (11), uma variação de 10% na precipitação aumenta em 0,6% o valor bruto da produção agropecuária. A quantidade de chuva é importante para manter a produção, entretanto, é necessário que essas chuvas sejam bem distribuídas durante o ano para que não haja períodos de estiagem e nem períodos de alagamentos.

O modelo utilizado nessas regressões que aparecem na tabela 13 insere dentre as variáveis explicativas, a defasagem espacial, isto é, a média dessas variáveis ponderadas pelos vizinhos da unidade regional considerada. Este elemento é representado pelo coeficiente ρ e apresenta significância estatística em todas as regressões estimadas. Desta forma, confirma-se a autocorrelação espacial entre os municípios do Estado.

Após a verificação do comportamento dos coeficientes dos componentes da função de produção, considerando o modelo de defasagem espacial que utiliza a matriz de pesos 5 vizinhos mais próximos, deve-se fazer agora um estudo semelhante levando em conta a matriz de pesos distância inversa ao cubo e a sua evidência para o modelo de erro espacial.

O modelo com componentes espaciais não deve ser estimado por Mínimos Quadrados Ordinários, pois este conduz a estimativas ineficientes para o caso do erro espacial. Para corrigir esse problema, utiliza-se a estimação por máxima verossimilhança. Entretanto, esse modelo exige que os erros sigam uma distribuição normal. A não normalidade dos erros nesse modelo já ficou evidenciada na tabela 5, tornando a utilização desse modelo inviável.

Para resolver esse dilema, utiliza-se o método para estimar modelos auto-regressivos de erro espacial, desenvolvido por Kelejian e Prucha, em 1999. Este método, segundo Almeida e Haddad (2004), estima o parâmetro λ de um modelo auto-regressivo, utilizando o método dos Momentos Generalizados (MG).

A tabela 15 apresenta seis regressões estimadas com diferentes métodos generalizados, tomando como base as regressões 1 e 3 da tabela 5. Na primeira regressão, (12) foram

estimadas pelo método dos momentos generalizados. Nela as variáveis trabalho, rodovias pavimentadas, chuva, temperatura e o efeito transbordamento nas rodovias pavimentadas e não-pavimentadas não tiveram significância estatística nas regressões. Na regressão (13) que não considerou a variável área, as variáveis chuva e efeito transbordamento da rodovia não-pavimentada, passaram a apresentar significância estatística.

O modelo MG (2 estágios) não pressupõe a normalidade dos erros, entretanto na presença de heterocedasticidade conduz a estimativas inconsistentes, pois a variância não é a mesma para todas as observações. Para tentar solucionar esse problema, estimam-se dois outros modelos. O primeiro é o GM (ITERATED) e o segundo o MG (GHET).

No primeiro modelo, encontrou-se significância estatística para as variáveis trabalho, área, energia e rodovias não-pavimentadas na regressão (14) e, na regressão (15) encontraram-se significância estatística para as variáveis capital, energia e rodovias não-pavimentadas e o seu efeito de transbordamento. É importante enfatizar que a não significância do capital na primeira estimativa pode ser atribuída à alta correlação existente entre as variáveis área e capital.

Novamente, a variável energia foi a que apresentou a melhor significância nas duas regressões para a função de produção do Estado. Uma variação positiva de 10% no consumo de energia aumenta o valor bruto da produção do estado em quase 3% na regressão (14) e 4% na regressão (15). Segundo Hoffmann (1992), a energia elétrica reflete a intensidade de exploração da terra, demonstrando, assim a modernização da agropecuária dos municípios paranaenses.

Tabela 15 – Resultados das estimações pelo modelo de erro espacial²⁷

	MG (2 – STEP)		GM (ITERATED)		MG (GHET)	
	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
Constante	4,3372 (0,0000)	4,3713 (0,0000)	4,3595 (0,0000)	4,3683 (0,0000)	4,4217 (0,0000)	4,2863 (0,0000)
Cap	0,0154 (0,3733)	0,1130 (0,0000)	0,0115 (0,5045)	0,1118 (0,0000)	0,0319 (0,0884)	0,1620 (0,0000)
Trab	0,0241 (0,1868)	-0,0137 (0,5165)	0,0297 (0,0976)	-0,0079 (0,6964)	0,0186 (0,2629)	-0,0500 (0,0061)
Área	0,3363 (0,0000)		0,3344 (0,0000)		0,3340 (0,0000)	
Energia	0,2986 (0,0000)	0,3852 (0,0000)	0,2986 (0,0000)	0,3872 (0,0000)	0,2851 (0,0000)	0,3498 (0,0000)
Rodp	1,3026 (0,8565)	1,8169 (0,8306)	1,7723 (0,8038)	4,1894 (0,6151)	0,0087 (0,1515)	0,0098 (0,1934)
Rodnp	0,2512 (0,0071)	0,3375 (0,0021)	0,2560 (0,0053)	0,3950 (0,0002)	0,1829 (0,0000)	0,2318 (0,0000)
Chu	0,0079 (0,8349)	0,08795 (0,0458)	0,0004 (0,9914)	0,0115 (0,7795)	-0,0154 (0,6061)	0,0501 (0,2238)
Temp	-0,0134 (0,8450)	-0,0033 (0,9672)	-0,0079 (0,9100)	0,0027 (0,6604)	-0,0906 (0,2366)	-0,0513 (0,5627)
W_Rodp	0,8388 (0,9536)	-9,8498 (0,5620)	-2,4365 (0,9986)	-2,7622 (0,8697)	-2,3423 (0,1381)	3,6268 (0,5957)
W_Rodnp	0,0620 (0,7045)	-0,5121 (0,0057)	-0,0351 (0,8288)	-0,0001 (0,0007)	1,9057 (0,3487)	-0,5065 (0,0417)
λ	3,3821	2,7975	3,3822	4,5844	3,8698	3,8642
Dummy_1					0,0095	0,0167
Dummy_2					0,0148	0,0206
Dummy_3					0,0463	0,0614
Dummy_4					0,0124	0,0159
Pseudo-R ²	0,6905	0,5417	0,6905	0,5318	0,7585	0,6572

Fonte: elaborado pela autora.

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

Outra variável de relevância é a rodovia não-pavimentada e se refere em grande parte a rodovias municipais, ou vicinais, justamente a que são de grande uso e utilidade no escoamento da produção na zona rural. Os resultados encontrados enfatizam a importância dessas para a composição do valor bruto da agropecuária.

²⁷ A matriz de pesos utilizada é a matriz de distância inversa ao cubo

Os resultados encontrados nessas estimações são importantes para o estudo da função de produção, entretanto, não se pode deixar de considerar que o Paraná é grande e possui diferenças entre os seus municípios. Desta forma, estimaram-se duas novas regressões que têm por objetivos agrupar a heterocedasticidade em formas de grupos. Para a formação desses grupos, o Estado do Paraná foi dividido em quatro grandes grupos, tomando como base a divisão realizada pela EMATER apresentada em Ipardes (2001)²⁸. O primeiro grupo é denominado Noroeste, e é composto pela Mesorregião Noroeste Paranaense, Mesorregião Centro-Occidental Paranaense e alguns municípios da Mesorregião Norte-Central Paranaense. O segundo denominado Norte é composto pela Mesorregião Norte Pioneiro Paranaense, Mesorregião Centro-Sul Paranaense e os demais municípios que compreende a Mesorregião Norte-Central Paranaense. O terceiro grupo é Sul e é formado pela Mesorregião Centro-Oriental Paranaense, alguns municípios da Mesorregião Centro-Sul Paranaense e Região Metropolitana de Curitiba. O último denominado como Oeste é composto pelos demais municípios pertencentes à Mesorregião Centro-Sul Paranaense, Mesorregião Oeste Paranaense e Mesorregião Sudoeste Paranaense.

De acordo com a tabela 15, o modelo estimado dessa forma apresentou diferenciações nos coeficientes dos parâmetros estimados. A variável trabalho apresentou significância estatística na regressão (17). Segundo o coeficiente encontrado, para um aumento de 10% na quantidade de trabalhadores há uma queda no valor bruto cerca de 0,5%. Uma explicação para isso é o fato da função utilizada no modelo ser do tipo Cobb-Douglas e não apresentar o terceiro estágio da produção. A produtividade marginal do trabalho é positiva, ou seja, o aumento do emprego da mão-de-obra aumenta a produção. Quando o emprego cresce e o valor da produção cai, o efeito gerador desse comportamento é a redução do preço, pois o valor é o preço vezes a quantidade. Isto sugere uma inelasticidade da demanda do bem, em

²⁸ O mapa com os municípios pertencentes a cada região está apresentado no Anexo.

que a variação percentual na quantidade é menor que a variação percentual no preço. Desta forma, se a quantidade de emprego aumentou, e o preço caiu mais que proporcionalmente, o dispêndio do consumidor e a receita do produtor caíram.

Fazendo uma análise geral de todas as estimações utilizando o método dos erros espaciais, percebe-se que o parâmetro λ ficou na casa de 4, excetuando nas estimações do modelo 2 estágios e não se apresenta a sua significância, pois esse se comporta como um parâmetro de perturbação. A partir do valor dos parâmetros e do grau de ajustamento do modelo, percebe-se que o modelo com erro espacial é realmente o que melhor descreve o comportamento da produção agropecuária do Estado do Paraná. Este resultado indica que os efeitos não-modelados apresentam autocorrelação espacial positiva, ou seja, altos valores dos efeitos estudados são também vizinhos de altos valores, e baixos valores são vizinhos de baixos valores.

Até o presente momento, o primeiro efeito considerado na econometria espacial, autocorrelação espacial, foi encontrado e estudado. A partir de agora, o objetivo é incorporar ao estudo o efeito de heterogeneidade espacial que está presente nas diferenças existentes nas variáveis estudadas nas diversas regiões. Para conseguir captar este efeito serão introduzidos regimes espaciais nos modelos de regressão.

A importância dos regimes espaciais, segundo Anselin (1992), se deve ao fato de que a suposição da existência de uma relação fixa entre as variáveis explicativas e a variável dependente que se encontra na série de dados não é sustentável. Ao contrário disso, a heterogeneidade pode estar presente, em diferentes interceptos e/ou inclinação nas equações de regressões para os subconjuntos dos dados. Esses diferentes interceptos e/ou inclinação podem ser obtidos incluindo variáveis *dummys* na especificação das regressões.

A utilização desta abordagem estima as variáveis relacionadas no modelo para cada grupo determinado. Para o caso da função de produção agropecuária do Paraná o grupo será o

mesmo utilizado anteriormente, sendo que a regressão será feita para o modelo de erros espaciais que foi o que se ajustou melhor.

A tabela 16 apresenta os resultados dos coeficientes para cada um dos grupos considerados. Para a região Noroeste a variável de maior importância em termos de significância estatística é a área na regressão (18) e o capital na regressão (19). A explicação para a variável capital ser a mais importante em apenas uma das regressões pode ser a correlação entre a área e o capital, isto é, quando ambas estão presentes, o capital acaba não apresentando significância estatística. Na regressão (18) uma variação de 10% na área colhida da região aumenta o valor bruto em 3,2% e na regressão (19) uma variação de 10% na quantidade de capital empregada na agropecuária aumenta em 2,1% o valor bruto.

A variável energia apresentou significância estatística, uma variação de 10% na quantidade de energia aumenta em 3% o valor bruto. Isto demonstra, mais uma vez, que o uso da tecnologia está presente na agropecuária paranaense.

Dentro dessa grande região Noroeste encontram-se os municípios pertencentes à Mesorregião Noroeste Paranaense. Segundo Rezende (2003) boa parte das áreas de cultivo dessa Mesorregião foram substituídas por pastagens, além do fato de boa parte do solo ser de solo erudível (arenito caiuá) que tem provocado o esgotamento das expansões das atividades agrícolas. A atividade cafeeira é a mais expressiva do Estado, mas é a pecuária extensiva que sustenta o dinamismo da região, pois concentra o maior rebanho de gado de corte e leite do Estado. Apesar dessas transformações na estrutura agrícola como a produção de mandioca, cana e laranja que estão ligadas à agroindústria não há o mesmo impulso agroindustrial das outras regiões.

Também compreendem esse grupo Noroeste os municípios pertencentes às microrregiões de Maringá, Floraí e Astorga, que fazem parte da Mesorregião Norte Central. Segundo Rezende (2003) o setor agropecuário tem importância nessa região, pois serve de

complemento ao segmento agroindustrial e por gerar empregos aos municípios menos urbanizados. Considerando especificamente Maringá, as cooperativas agroindustriais têm nos segmentos soja, milho, trigo e algodão suas bases para o crescimento.

Os municípios que fecham a composição desse grupo Noroeste são os pertencentes à microrregião de Campo Mourão. A característica principal, segundo Rezende (2003), é a expressiva participação na produção de grãos (soja e trigo) café e algodão, e mesmo com uma área relativamente pequena, tem umas das mais importantes participações relativas no setor agrícola do Estado.

O grupo Norte apresenta a área e a energia como os principais fatores explicativos para a composição da formação do valor bruto da produção agropecuária. Na regressão (20) uma variação de 10% na área colhida aumenta o valor produção agropecuária em 4,5% e, conforme, a regressão (21) um aumento em 10% no consumo de energia aumenta o valor em 2,6%, evidenciando o grau de modernização dessa região que é uma grande produtora de soja, milho, cana-de-açúcar e fruticultura.

Pertencem a esse grupo Norte os municípios pertencentes ao Norte Pioneiro. Segundo Rezende (2003) o setor primário tem como principais produtos a cana e o café, além da fruticultura, destacando-se a laranja. Além desses, fazem parte desse grupo os outros municípios pertencentes à Mesorregião Norte Central que não estavam presentes no grupo anterior (microrregiões de Apucarana, Faxinal, Ivaiporã, Londrina e Porecatu). Segundo Ipardes (2004) esses municípios apresentam uma moderna produção agropecuária e um profundo processo de agroindustrialização.

Tabela 16 – Estimação do Modelo de Erro Espacial com Regimes Espaciais

	Noroeste		Norte		Sul		Oeste	
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
Const	3,6672 (0,0000)	4,02164 (0,0000)	3,8974 (0,0000)	3,9961 (0,0000)	4,4622 (0,0000)	4,6265 (0,0000)	3,9156 (0,0000)	3,9158 (0,0000)
Cap	0,0795 (0,1107)	0,2144 (0,0000)	0,0168 (0,7509)	0,2020 (0,0000)	-0,0263 (0,1988)	0,0003 (0,9899)	0,0261 (0,6722)	0,1697 (0,0049)
Trab	0,0368 (0,4049)	-0,0352 (0,4660)	0,0084 (0,8394)	-0,0818 (0,0692)	0,0995 (0,0007)	0,0686 (0,0368)	0,0462 (0,2651)	-0,0041 (0,9281)
Area	0,3204 (0,0000)		0,4494 (0,0000)		0,2428 (0,0000)		0,4520 (0,0000)	
Ene	0,2108 (0,0003)	0,2579 (0,0001)	0,2034 (0,0000)	0,2699 (0,0000)	0,2707 (0,0000)	0,4126 (0,0000)	0,3281 (0,0000)	0,3539 (0,0000)
Rodp	0,0152 (0,2130)	0,0240 (0,0812)	0,0002 (0,9853)	0,0094 (0,5194)	0,0040 (0,7492)	0,0026 (0,8570)	-0,0123 (0,5853)	-0,0025 (0,9230)
Rodnp	0,1664 (0,0544)	0,1443 (0,1491)	0,1282 (0,1805)	0,2480 (0,0213)	0,3218 (0,0000)	0,3497 (0,0000)	0,0721 (0,4159)	0,2088 (0,0307)
Chu	-0,0569 (0,4048)	0,0526 (0,4903)	-0,0762 (0,3031)	-0,0741 (0,3896)	-0,0295 (0,7261)	-0,0833 (0,3919)	0,2122 (0,1733)	0,2548 (0,1561)
Temp	0,4835 (0,5806)	-0,1416 (0,8855)	0,3679 (0,0308)	0,1365 (0,4859)	0,3970 (0,0308)	0,4081 (0,0534)	-0,0250 (0,8837)	0,1960 (0,3010)
W_rodnp	-0,9567 (0,8433)	0,0002 (0,0013)	7,0769 (0,1851)	6,0172 (0,3384)	0,0002 (0,0003)	0,0002 (0,0000)	0,0001 (0,2893)	0,6785 (0,9624)
W_rodnp	-7,7914 (0,3485)	-0,0003 (0,0036)	3,2387 (0,6207)	-4,6084 (0,5431)	-0,0002 (0,0000)	-0,0003 (0,0000)	-0,0002 (0,1818)	-8,8488 (0,5553)

Fonte: elaboração da autora.

O terceiro grupo, Sul, conforme a tabela 16, apresenta as rodovias não-pavimentadas como principal insumo para a composição do valor bruto da produção agropecuária. Na regressão (22), uma variação de 10% na densidade rodoviária, aumenta o valor bruto em 3,2% e na (23) uma variação na mesma magnitude aumenta o vbp em 3,5%. Para a compreensão da importância das rodovias não-pavimentadas nesse grupo é importante saber que ele é composto por municípios pertencentes às Mesorregiões Centro Sul (exceto a microrregião de Palmas) Centro Oriental, Metropolitana de Curitiba e Sudeste Paranaense.

A Mesorregião Centro Sul, segundo Ipardes (2004), tem significativa produção familiar com baixos rendimentos quando comparados com outras regiões do Estado. Possui uma baixa densidade de malha rodoviária, com as ligações intermunicipais feitas através de precárias rodovias secundárias (rodovias não-pavimentadas). A Mesorregião Centro Oriental, segundo Ipardes (2004), apresenta restrições naturais de fertilidade, profundidade do solo, relevo ondulado, que dificultam a expansão das lavouras e favorecem a utilização das terras

com matas e florestas, destacando a região com imensas áreas de reflorestamento de pinus. A malha rodoviária e a proximidade com o porto de Paranaguá estiveram na base da conformação do parque agroindustrial, assentado na indústria de papel e celulose, na produção de leite e derivados e moagem da soja.

A Mesorregião Sudeste Paranaense, segundo Ipardes (2004), tem apresentado aumento de produtividade dos produtos regionais, tais como batata e feijão e ampliação dos espaços de produtos como soja, milho, erva-mate e fumo. A sua malha rodoviária tem um importante eixo de ligação com Curitiba e Paranaguá e a rodovias que interliga diversos municípios da região apresenta estado de conservação ruim, prejudicando a função de via de ligação intra-regional. Por fim, a Mesorregião Metropolitana de Curitiba, segundo Rezende (2003) apresenta importância no escoamento da produção para o mercado exterior, principalmente os grãos provenientes de outras regiões do Estado. Mesmo o setor agropecuário tendo pouca relevância econômica na região apresenta destaque no cultivo da batata, laranja, fumo, na produção pecuária e na avicultura.

O último grupo, Oeste, com base na tabela 16, apresenta as variáveis área, regressão (24) e energia elétrica, regressão (25) como as principais variáveis explicativas para a formação do valor bruto da produção. Na regressão (24) uma variação de 10% na área colhida aumenta o valor bruto em 4,5% e na regressão (25) um aumento na mesma magnitude na energia aumenta o valor da produção em 3,5%. A diferença entre os resultados das duas regressões se deve ao fato de não ter se considerado a área na estimativa da segunda regressão, considerando que ela é autocorrelacionada com a variável capital. Este grupo é composto pelos municípios que fazem parte das Mesorregiões Sudoeste, Oeste e da microrregião de Palmas pertence à Mesorregião Centro Sul.

A Mesorregião Sudoeste, segundo Rezende (2003), desenvolve suas atividades agropecuárias em pequenas e médias propriedades e utiliza muito a mão-de-obra familiar. As

principais atividades são a criação de aves, suínos, leite, beneficiamento do mate e moagem do trigo, além de uma vasta produção de milho.

A Mesorregião Oeste, segundo Rezende (2003), tem a maior participação no valor adicionado do setor primário, proporcionando destaque para a região na produção agrícola e pecuária. A produção apresenta um novo padrão tecnológico utilizando grandes áreas mecanizadas, destacando o cultivo de grãos (soja, trigo e milho) e a produção de aves, suínos e de leite.

A tabela 17 apresenta os diagnósticos e o teste de instabilidade estrutural referente às regressões estimadas na Tabela 16. O valor do λ evidencia que, realmente, o modelo de erro espacial é o que melhor se encaixa para este estudo, significando que os efeitos não modelados apresentam dependência espacial positiva, ou seja, altos valores desses efeitos são vizinhos de altos valores e baixos valores são vizinhos de baixos valores.

O teste Chow, segundo Almeida, Haddad e Hewings (2005), detecta a estabilidade na estrutura da regressão. A hipótese nula é que existe estabilidade estrutural conjunta dos coeficientes estimados.

Conforme os dados obtidos na tabela 17, a hipótese nula é rejeitada com 1% de significância, evidenciando que há instabilidade estrutural nos parâmetros estimados. O teste também é aplicado para cada parâmetro individual e demonstra que existe significativa diferença entre as variáveis estimadas na regressão que considera a variável área e nas que não considera.

No primeiro tipo de regressão ocorre variação estrutural nas variáveis área, efeito transbordamento das rodovias pavimentadas e das rodovias não-pavimentadas. Isto significa que estas variáveis não seguem o mesmo comportamento em todas as regiões do Estado do Paraná. Para o segundo grupo, as variáveis que não seguem o mesmo padrão de

comportamento nas diversas regiões do Paraná são o capital, o trabalho e o efeito transbordamento das rodovias não-pavimentadas.

O capital apresenta-se como principal variável na formação do valor bruto da produção e, por isso, devem-se melhorar as condições de financiamentos e crédito. Segundo Buainain e Souza Filho (2001)²⁹ apud Melo e Parré (2006), a agropecuária tem especificidade que requerem instrumentos de crédito apropriados, ou seja, uma maior variação da renda agrícola aumenta a dependência dos produtores em relação ao crédito, considerando que a alternância de anos bons e anos ruins reduzem o autofinanciamento dos produtores. Assim, a disponibilidade dos recursos financeiros se faz importante para que os produtores iniciem e mantenham um processo produtivo rentável.

Outro fator importante para explicar as variações no valor bruto da produção agropecuária é a variável energia que é *proxy* de tecnologia e modernização. Segundo Corrêa e Figueiredo (2006), os principais fatores que aumentam a produtividade da agropecuária são: a tecnologia (variedades e formas de cultivos), a mecanização, o crédito e a melhoria na organização. Assim, incentivos para a utilização de novas e modernas tecnologias aumentam a produção agropecuária.

As rodovias não-pavimentadas são importantes para o escoamento da produção, porque em grande parte são compostas pelas rodovias vicinais que ligam as propriedades rurais as rodovias principais. É necessário que essas rodovias tenham um bom estado de conservação, pois são de grande importância para o escoamento da produção.

²⁹ BUAINAIN, A. M. e SOUZA FILHO, H.M. **Elementos para análise e desenho de políticas de crédito para agricultura familiar**. NEA,IE/UNICAMP. São Carlos, 2001.

Tabela 17 – Diagnóstico das regressões estimadas com mudança estrutural

Diagnósticos		
λ	3,3563	3,8726
Pseudo-R ²	0,7742	0,6761
Teste de Instabilidade Estrutural		
Chow-Wald	93,3781 (0,0000)	100,632 (0,0000)
Const.	5,3254 (0,1495)	5,5611 (0,1350)
Cap	4,3807 (0,2232)	26,9161 (0,0000)
Trab	3,7337 (0,2917)	8,1843 (0,0424)
Area	8,4072 (0,0383)	
Ene	2,9030 (0,4068)	5,3565 (0,1475)
Rodp	1,4290 (0,6987)	1,5249 (0,6765)
Rodnp	5,2655 (0,1534)	2,5780 (0,4614)
Chu	2,9301 (0,4025)	3,9529 (0,2666)
Temp	3,7817 (0,2860)	1,1131 (0,7739)
W_Rodp	8,0000 (0,0460)	5,4037 (0,1445)
W_Rodnp	8,8284 (0,0317)	8,1051 (0,0439)

Fonte: elaborado pela autora.

Desta forma, o resultado desse teste evidencia a presença de heterogeneidade para a função de produção do Estado, demonstrando que ao realizar políticas de incentivos, para o desenvolvimento desse setor nos municípios, deve-se levar em consideração a especificidade de cada um deles, ou seja, como cada componente influencia a formação do valor bruto da produção. Muitas vezes as políticas adotadas para o Paraná como um todo, podem não obter o mesmo resultado se fossem empregadas de maneira distinta para cada região do Estado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a agricultura proporcionou o desenvolvimento das cidades e regiões do Estado e que a localização, bem como os fenômenos edafoclimáticos, interferem no sistema de produção, este trabalho objetivou estudar a função de produção agropecuária do Estado do Paraná para o ano de 2002, considerando os efeitos espaciais, autocorrelação espacial e heterogeneidade espacial, que poderiam estar presentes nessa função. As unidades de observação espaciais foram os municípios do Estado e as variáveis utilizadas foram: o valor bruto da produção agropecuária, o capital, o trabalho, a área colhida, o consumo de energia elétrica na zona rural, as rodovias pavimentadas, as rodovias não-pavimentadas, a chuva e a temperatura.

Os primeiros resultados descritos, mediante a análise exploratória de dados espaciais (AEDE) demonstraram que a região Norte e Oeste do estado apresentaram-se como os maiores produtores agropecuários. As culturas do algodão, milho, trigo, soja e a fruticultura na região Norte são os principais produtos dessas regiões. A Região Metropolitana de Curitiba é a região menos propensa a esse setor, devido ao grande grau de urbanização e participação do setor secundário e terciário.

As estimativas do I de Moran global evidenciaram haver autocorrelação espacial positiva entre os municípios paranaense para o valor bruto da produção. Isto significa que as cidades com alto (baixo) valor bruto da produção agropecuária são rodeadas por cidades com alto (baixo) valor bruto.

Quando se considerou as variáveis exógenas utilizadas no modelo (capital, trabalho, área, energia, rodovia pavimentada, rodovia não-pavimentada, chuva e temperatura) na estimativa do I de Moran global verificou-se que as variáveis: capital, área, energia e rodovias não pavimentadas apresentam autocorrelação espacial positiva.

Para verificar os padrões locais, estimou-se o I de Moran local e verificou-se a presença de dois *clusters* do tipo alto-alto (Oeste/Sudoeste e Norte paranaense) e três do tipo baixo-baixo (Noroeste, Centro e Leste do Estado). As razões da formação desses *clusters* têm motivos distintos. Os dois do tipo alto-alto apresentam tipos de culturas diferentes. A base da cultura da região Oeste/Sudoeste é a lavoura temporária predominando a soja e o milho. A região Norte apresenta grandes hectares com lavoura permanente se destacando na fruticultura.

A formação do cluster baixo-baixo na região Noroeste se deve principalmente aos baixos indicadores de produtividade e grandes extensões de terras ocupadas por bovinos. O *cluster* localizado na região Central situa-se na região mais pobre do estado com produtividade baixa e pouca utilização de recursos tecnológicos. O último *cluster* baixo-baixo se situa na Região Metropolitana de Curitiba e na região de Paranaguá que não apresentam destaque no setor agropecuário, pois tem na base econômica o setor de serviços e industrial. Entretanto, não se deve deixar de destacar, que é por meio dessa região que se faz o escoamento da produção agropecuária para os mercados importadores.

As estimativas das regressões pelo método dos mínimos quadrados demonstraram que o modelo de erro espacial é o que melhor se ajusta ao comportamento, demonstrando que efeitos não modelos interferem na agropecuária do Paraná. As variáveis: capital, área, energia elétrica e rodovias não pavimentadas possuem relevância para a formação do valor bruto da produção do Estado.

A energia elétrica é utilizada como uma *proxy* para a questão do desenvolvimento e modernização, pois reflete a intensidade de exploração da terra, demonstrando, assim a modernização da agropecuária dos municípios paranaenses. Esta variável pode atender as necessidades domésticas e as produtivas que são derivadas de operações agropecuárias e agroindustriais, incluindo o bombeamento de água para fins de irrigação, processamento de

produtos, entre outras. Desta forma, o uso intensivo de energia elétrica demonstra a modernização e o uso intensivo de tecnologia na agropecuária do Paraná.

A área que é uma variável de relevância para a formação do valor bruto, pois capta o quanto é produzido na agricultura não foi considerada em todas as estimativas, devido à multicolinearidade. Desta forma, quando não considerada a variável mais importante é o capital que, para este estudo, é o valor dos financiamentos e contratos na agropecuária. Este resultado evidencia que a facilitação para os financiamentos na agropecuária, pode trazer bons resultados para a produção do Estado. A questão do crédito é um dos principais instrumentos de política agrícola no Brasil, pois, de certa forma, molda a intensidade do processo de modernização.

Outra variável de relevância é a rodovia não-pavimentada e se refere em grande parte a rodovias municipais, ou vicinais, justamente a que são de grande uso e utilidade no escoamento da produção na zona rural. Os resultados encontrados enfatizam a importância dessas para a composição do valor bruto da agropecuária.

Estes resultados demonstram que a agropecuária do Paraná é moderna, mecanizada e diversificada, evidenciando o processo de modernização pelo qual a agropecuária paranaense vem passando ao longo dos últimos 40 anos.

Com a confirmação da presença da autocorrelação espacial na agropecuária do Paraná, passou-se a estudar o segundo fenômeno espacial considerado, a heterogeneidade espacial. Considerando a divisão dos municípios do estado em quatro grandes grupos (Noroeste, Norte, Sul e Oeste) tomando como base a divisão da Emater, verificou-se que as variáveis área, capital, trabalho e transbordamento das rodovias não-pavimentadas não apresentam o mesmo comportamento para todas as regiões do Estado. Isto significa que estas variáveis afetam a produção da agropecuária de maneira distinta, não adiantando investir em cada uma delas de uma maneira geral, pois os resultados em muitos lugares podem não ser satisfatórios.

O modo como a terra é utilizada é diferente em cada região. O Norte do Estado tem grandes áreas ocupadas com lavouras permanentes, como a cultura do café e a fruticultura e as lavouras temporárias têm destaque na cana-de-açúcar. O Oeste já tem na sua base produtiva áreas ocupadas com lavouras temporárias como a soja e o milho. A região Noroeste se destaca com a criação de bovinos de maneira extensiva e o Sul tem a característica de possuir terras de agricultura familiar, além de se situar na região Metropolitana de Curitiba, que não se destaca muito no segmento agropecuário.

Assim, deve-se levar estes fatores em consideração no momento de adotar políticas para aumentar a produção e, como consequência, a produtividade das lavouras do Estado. Afinal, as tecnologias necessárias são distintas considerando os fatores máquinas, equipamentos e emprego de mão-de-obra.

O comportamento do trabalhador se diferencia entre as regiões devido, principalmente, ao fenômeno da mecanização. Áreas em que a mecanização e uso mais intensivo de máquinas utilizam menos trabalho e áreas com menor grau de mecanização utilizam a mão-de-obra de maneira mais intensiva.

As rodovias não-pavimentadas demonstraram a sua importância para o escoamento da produção, pois se referem às rodovias vicinais que são de grande uso e utilidade no escoamento da produção na zona rural. Se as rodovias não estiverem em bom estado de conservação, vão ocorrer problemas de logística e, com isso, aumentarão os custos de escoamento. A perda do produto durante o traslado até o porto de Paranaguá, o mal estado de conservação das rodovias, podendo causar quebra nos caminhões e, com isso, o atraso na entrega, prejudicando a receita do produto e também as exportações paranaenses.

É significativo saber que existe diversidade, pois demonstra que cada município tem a sua particularidade e que muitas vezes políticas de âmbito estadual não atingem o mesmo objetivo e da mesma maneira em todos os lugares. Antes de tentar gerar desenvolvimento em

uma nação como um todo se deve estudar as especificidades e necessidades de cada pequena região. Políticas que geram desenvolvimento em pequenas regiões, geram desenvolvimento nas regiões vizinhas.

Este trabalho tem seu mérito e sua importância na contribuição dos estudos sobre a Economia paranaense, pois apresentou as regiões que se destacam na agropecuária do Estado 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. Desta forma, podem-se adotar políticas mais eficazes em cada região, procurando melhorar o desenvolvimento dos municípios, das suas microrregiões 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. CD-ROM.
- ALMEIDA, E. S., HADDAD, E. A. MEECA. Um modelo econométrico espacial para projeção consistente de culturas agropecuárias. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, 2004, v. 42, n. 03, p. 507-527.
- ALMEIDA, E. S., HADDAD, E. A., HEWINGS, G., J. D. The spatial pattern of crime in Minas Gerais: an exploratory analysis. **Economia Aplicada**, São Paulo, 2005, v. 9, n. 1.
- ALMEIDA, E. S., PEROBELLI, F. S., FERREIRA, P. G. C. **Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil?** Mimeo., CMEA/FEA/UFJF, Juiz de Fora, 2005.
- ALMEIDA, E. S., PEROBELLI, F. S., FERREIRA, P. G. C., FARIA W., R. **O fator agora é Lula na eleição de 2002**. Mimeo., CMEA/FEA/UFJF, Juiz de Fora, 2006.
- 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. CD-ROM.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Dados hidrográficos – Disponível em: <<http://www.ana.com.br>>. Acesso em: 6 set. 2005.
- ANDRADE, M. C. **Espaço, polarização e desenvolvimento**. São Paulo: Brasiliense, 1973.
- ANSELIN, L. **Spatial Econometrics: methods and models**. Boston: Kluwer Academic, 1988.
- ANSELIN, L. **SpaceStat Tutorial: a workbook for Using SpaceStat in the analysis of spatial data**. Mimeo, University of Illinois, 1992.
- ARAÚJO, P. F. C. Agricultura no processo de desenvolvimento econômico. In: Araújo, P. F. C. e Schuh, G. E. (org) **Desenvolvimento na agricultura**: natureza do processo e modelos dualistas. São Paulo: Livraria Pioneira, 1975, cap. 4, p.83-97.
- CASTRO, N. Custos de transporte e produção agropecuária no Brasil, 1970-1996. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, 2002, v. 49, n. 2, p. 87-109.
- CLEMENTE, A. Espaços econômicos e regiões. In: Clemente, A. e Higachi, H. Y. (org) **Economia e desenvolvimento regional**. São Paulo: Atlas, 2000, cap. 1, p. 13-21.
- COBB, C. W., DOUGLAS, P. H. A Theory of Production. **The American Economic Review**, 1928, v. 18, mar., p. 139-165.

COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <<http://www.copel.com.br>>. Acesso: 28 set. 2005.

COSTA H. S., COSTA, R. A., ECK, M. Análise econômica comparativa da eletrificação rural comercial e fotovoltaica. **Revista Eletricidade Moderna**, 2000, n° 315, jun., p. 1-4.

CRUSCO, N. A., FREITAS, C. C., RENNO, C. D., EPIPHANIO, J. C. N., ANJOS, C. S. Análise de regressão linear múltipla para simulação da banda do SWIR com outras bandas espectrais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBSR, 2005. p. 891-898.

FERREIRA, C. M. C. As teorias da localização e a organização espacial da economia. In Haddad, P. R. (org) **Economia Regional, teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB Etene, 1989a, cap. 2, p.67-206.

FERREIRA, C. M. C. Espaço, regiões e economia regional. In Haddad, P. R. (org) **Economia regional, teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB Etene, 1989b, cap. 1, p.46-66.

FIGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na reprodução e comercialização de hortaliças. Viçosa: Ed. UFV, 2003. 409 p.

FIGUEIREDO, A. M. R. **Resposta da produção agrícola aos preços na região Centro-Oeste: uma análise de econometria espacial para o período 1975/1995-1996**. Viçosa, 2002, 184p. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa.

FLORAX, R. J. G. M., FOLMER, H., REY, S. J. Specification searches in spatial econometrics: The relevance of Hendry's methodology. **Regional Science and Urban Economics**. 2003, v. 33, n. 5, p. 557-579.

GEARY, R. C. The contiguity ratio and statistical mapping. **The Incorporated Statistician**, 1954, v. 05, n. 03, p. 115-145.

GOMES, A. P, BAPTISTA, A. J. M. S. Função de produção de fronteira e tomada de decisão na agropecuária. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 42, 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2004. CD-ROM.

GREENE, W. **Econometrics analysis**. New Jersey, Prentice Hall, 2000, 4. ed, p.1004.

GUIMARÃES, E. N. Economia Regional: elementos conceituais e metodológicos. In: ANPEC - Encontro Nacional de Economia, 25, 1997, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 1997, v. 1. p. 473-492.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. Tradução: Ernesto Yoshida. 3. ed. São Paulo: Pearson, Makron Books, 2000, p. 846.

HOFFMANN, R. A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. 1992, v. 30, n. 04, out/dez, p. 271-290.

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

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Participação dos municípios paranaenses na economia do Estado 1990-93**. Curitiba: 1996, p. 1-51.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Avaliação de impacto sócio econômico das comunidades rurais pobres**: caracterização socioeconômica das comunidades. Curitiba: 2001. 108 p.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Leituras regionais**: mesorregiões geográficas paranaenses. Curitiba: 2004. 32p.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Os vários Paranás**: estudo socioeconômico-institucionais como subsidio ao plano de desenvolvimento regional. Curitiba: 2005. 305p.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **BDE** – Banco de dados estatísticos. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

JOHNSTON, B. F., MELLOR, J. W. The role of agriculture in economic development. **The American Economic Review**. 1961, vol. 51, n. 04, p. 566-593.

JOHNSTON J., DINARDO, J. **Métodos econométricos**. Tradução: Manuela Magalhães Hill, Fátima Ferrão e Rul Menezes. 4. ed. Lisboa: McGraw-Hill, 2000. 572 p.

KONZEN, O. G., ZAPPAROLI, I. D. Estrutura agrária e capitalização da agricultura no Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília: Sober, v. 28, n. 4, p. 155-173.

LEÃO, I. Z. C. C. **O Paraná nos anos setenta**. Curitiba: Iparde, 1989. 98 p.

LOPES, A. S. **Desenvolvimento regional – problemática, teoria, modelos**. Lisboa: Fundação Caboste Gulbenkian, 2001.

MAGALHÃES, A., HEWINGS, G., AZZONI, C. R. **Spatial dependence and regional convergence in Brazil**. Regional Economics Applications Laboratory, 2000. <www.real.uiuc.edu/d-paper/00-t-11.pdf>, Acessado: 10 jan. 2007.

MELO, C. O. **Caracterização do desenvolvimento rural dos municípios paranaenses**: uma análise com base na estatística multivariada. Maringá, 2006. 113p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Maringá.

MELO, C. O., PARRÉ, J. L. Determinantes do desenvolvimento rural dos municípios da região sudoeste paranaense. **Revista Faz Ciência**. Francisco Beltrão, 2006, v.8, n. 01, p. 11-34.

MONASTERIO, L. M., ÁVILA, R. P. Uma análise espacial do crescimento econômico do Rio Grande do Sul (1939-2001). **Economia**. Brasília, 2004, v. 5, n. 02, p. 249-276.

MORAN, P. A. P. The interpretation of Statistical Maps. **Journal of the Royal Statistical Society**, SeriesB, 1948, v. 10, n. 2, p. 243-251.

PADIS, C. P. **Formação de uma economia periférica: o caso do Paraná**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1981. 235 p.

PAIVA, R. M. **A agricultura no desenvolvimento econômico: suas limitações como fator dinâmico**. São Paulo: IPEA, 1979.

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) 2005a. CD-ROM.

PEROBELLI, F. S, ALMEIDA, E. S, SOUZA, M. C., SOUZA, R. M. **Produção de soja na região Sul do Brasil (1991-2003): uma análise espacial**. Mimeo., NUPE/FEA/UFJF, Juiz de Fora, 2005b.

PEROBELLI, F. S., HADDAD, E. A. Brazilian Interregional Trade (1985-1996): An Exploratory Spatial Data Analysis. In: Encontro Nacional de Economia, 31, 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Associação Nacional de Pós-graduação em Economia (ANPEC) 2003. CD-ROM.

PERROUX, F. **A economia do século XX**. Tradução: José Lebre de Freitas. Lisboa: Herder, 1967.

PIMENTEL, E. A., ALMEIDA, L.O., SABBADINI, R. Comportamento recente das exportações agrícolas no Brasil: uma análise espacial no âmbito dos estados. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2005. CD-ROM.

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. CD-ROM.

PROTIL, R.M, BARREIROS, R. F, MOREIRA, V. R. Caracterização do processo decisório em nível estratégico nas cooperativas agropecuárias do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2005. CD-ROM.

RAIS - RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2006.

REZENDE, L. P. F, PARRÉ, J. L. Comparação do grau de desenvolvimento agrícola dos municípios paranaenses. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 41, 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2003. CD-ROM.

REZENDE, L. P. F, PARRÉ, J. L. A regionalização da agricultura paranaense na década de noventa: um estudo utilizando estatística multivariada. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 42, 2004, Cuiabá,. **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2004. CD-ROM.

REZENDE, L. P. F. **Caracterização do grau de desenvolvimento econômico e social dos municípios paranaenses**: um estudo utilizando estatística multivariada. Maringá, 2003. 146p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Maringá.

RICHARDSON H. M. **Elementos de economia regional**. Tradução: C. M. Oiticica. Rio de Janeiro: Zahar, 1973.

RICHARDSON H. M. **Economia Regional: teoria da localização, estrutura urbana e crescimento regional**. Tradução: F. G. Cupertino. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

ROLIM, C. F. C. O Paraná urbano e o Paraná do agrobusiness: as dificuldades para um projeto político. **Revista paranaense de desenvolvimento**. Curitiba: Iparides, n.º 86, set./dez., 1995, p. 49-99.

SCHMIDTKE, C. R. ; BRAUN, M. B. S. A Agricultura Brasileira no Comércio Internacional: O Caso do Paraná. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2005. CD-ROM.

SEAB – SECRETARIA DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

SIMEPAR - SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ. Disponível em: <<http://www.simepar.gov.br>>. Acesso em: 04 out. 2005.

SIMM, E. B, ALVES, A. F. Concentração espacial da agroindústria paranaense durante a década de 1990. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER) 2005. CD-ROM.

ANEXOS

ANEXO 1

Municípios pertencentes a Macrorregião Noroeste:

Altamira do Paraná, Alto Paraíso, Alto Paraná, Alto Piquiri, Altônia, Amaporã, Ângulo, Araruna, Astorga, Atalaia, Barbosa Ferraz, Boa Esperança, Brasilândia do Sul, Cafezal do Sul, Campina da Lagoa, Campo Mourão, Cianorte, Cidade Gaúcha, Colorado, Corumbataí do Sul, Cruzeiro do Oeste, Cruzeiro do Sul, Diamante do Norte, Douradina, Doutor Camargo, Engenheiro Beltrão, Esperança Nova, Farol, Fênix, Floraí, Floresta, Flórida, Francisco Alves, Goioerê, Guairaçá, Guaporema, Icaraíma, Iguaçu, Inajá, Indianópolis, Iporã, Iretama, Itaguajé, Itambé, Itaúna do Sul, Ivaté, Ivatuba, Janiópolis, Japurá, Jardim Olinda, Juranda, Jussara, Loanda, Lobato, Luiziana, Mamborê, Mandaguaçu, Mandaguari, Maria Helena, Marialva, Marilena, Mariluz, Maringá, Mirador, Moreira Sales, Munhos de Melo, Nossa Senhora das Graças, Nova Aliança do Ivaí, Nova Cantu, Nova Esperança, Nova Londrina, Nova Olímpia, Ourizona, Paiçandu, Paraíso do Norte, Paranacity, Paranapoema, Paranaíba, Peabiru, Perobal, Pérola, Planaltina do Paraná, Porto Rico, Presidente Castelo Branco, Quarto Centenário, Querência do Norte, Quinta do Sol, Rancho Alegre D'Oeste, Roncador, Rondon, Santa Cruz de Monte Castelo, Santa Fé, Santa Inês, Santa Isabel do Ivaí, Santa Mônica, Santo Antonio do Caiuá, Santo Inácio, São Carlos do Ivaí, São João do Caiuá, São Jorge do Ivaí, São Jorge do Patrocínio, São Manuel do Paraná, São Pedro do Paraná, São Tomé, Sarandi, Tamboara, Tapejara, Tapira, Terra Boa, Terra Rica, Tuneiras do Oeste, Ubiratã, Umuarama, Uniflor e Xambrê.

Municípios pertencentes a Macrorregião Norte:

Abatia, Alvorada do Sul, Andirá, Apucarana, Arapongas, Arapuã, Ariranha do Ivaí, Assai, Bandeirantes, Barra do Jacaré, Bela Vista do Paraíso, Boa Ventura de São Roque, Bom Sucesso, Borrazópolis, Cafeara, Califórnia, Cambará, Cambe, Cambira, Cândido de Abreu, Carlópolis, Centenário do Sul, Congonhinhas, Conselheiro Mairinck, Cornélio Procópio, Cruzmaltina, Curiúva, Faxinal, Figueira, Florestópolis, Godoy Moreira, Grandes Rios, Guapirama, Guaraci, Ibaiti, Ibiporã, Itambaracá, Ivaiporã, Jaboti, Jacarezinho, Jaguapitã, Jandaia do Sul, Japira, Jardim Alegre, Jataizinho, Joaquim Távora, Jundiá do Sul, Kaloré, Leópolis, Lidianópolis, Londrina, Lunardelli, Lupionópolis, Manoel Ribas, Marilândia do Sul, Marumbi, Mato Rico, Mauá da Serra, Miraselva, Nova América da Colina, Nova Fátima, Nova Santa Bárbara, Nova Tebas, Novo Itacolomi, Pinhalão, Pitanga, Pitangueiras, Porecatu, Prado Ferreira, Primeiro de Maio, Quatiguá, Rancho Alegre, Ribeirão Claro, Ribeirão do Pinhal, Rio Bom, Rio Branco do Ivaí, Sabáudia, Salto do Itararé, Santa Amélia, Santa Cecília do Pavão, Santa Maria do Oeste, Santa Mariana, Santana do Itararé, Santo Antônio da Platina, Santo Antônio do Paraíso, São Jerônimo da Serra, São João do Ivaí, São José da Boa Vista, São Pedro do Ivaí, São Sebastião da Amoreira, Sapopema, Sertaneja, Setanópolis, Siqueira Campos, Tamarana, Tomazina, Uraí e Wenceslau Braz.

Municípios pertencentes a Macrorregião Sul:

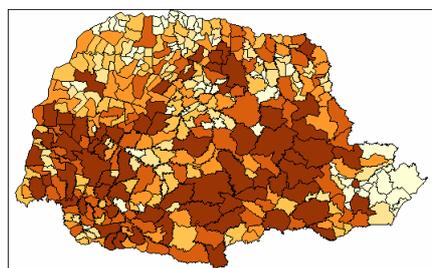
Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Antonina, Antônio Olinto, Arapoti, Araucária, Balsa Nova, Bituruna, Bocaiúva do Sul, Campina do Simão, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Candói, Cantagalo, Carambeí, Castro, Cerro Azul, Colombo, Contenda, Cruz Machado, Curitiba, Doutor Ulysses, Espigão Alto do Iguaçu, Fazenda Rio Grande, Fernandes Pinheiro, Foz do Jordão, General Carneiro, Goioxim, Guamiranga, Guarapuava, Guaraqueçaba, Guaratuba, Imbaú, Imbituva, Inácio Martins,

Ipiranga, Irati, Ipiranga, Irati, Itaperuçu, Ivaí, Jaguariaíva, Lapa, Laranjal, Laranjeiras, Mallet, Mandirituba, Marquinho, Matinhos, Morretes, Nova Laranjeiras, Ortigueira, Palmeira, Palmital, Paranaguá, Paula Freitas, Paulo Frontin, Piên, Pinhais, Pinhão, Piraí do Sul, Piraquara, Ponta Grossa, Pontal do Paraná, Porto Amazonas, Porto Barreiro, Porto Vitória, Prudentópolis, Quatro Barras, Quedas do Iguaçu, Quitandinha, Rebouças, Reserva, Reserva do Iguaçu, Rio Azul, Rio Bonito do Iguaçu, Rio Branco do Sul, Rio Negro, São João do Triunfo, São José dos Pinhais, São Mateus do Sul, Sengés, Teixeira Soares, Telêmaco Borba, Tibagi, Tijucas do Sul, Tunas do Paraná, Turvo, União da Vitória, Ventania e Virmond.

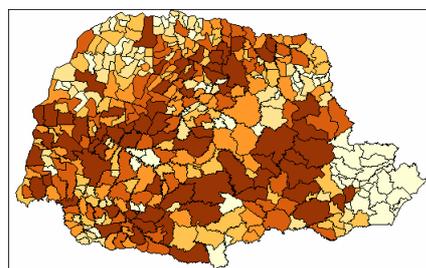
Municípios pertencentes a Macrorregião Oeste:

Ampére, Anahy, Assis Chateaubriand, Barracão, Bela Vista do Caroba, Boa Esperança do Iguaçu, Boa Vista da Caroba, Boa esperança do Iguaçu, Boa Vista da Aparecida, Bom Jesus do Sul, Bom Sucesso do Sul, Braganey, Cafelândia, Campo Bonito, Capanema, Capitão Leônidas Marques, Cascavel, Catanduvás, Céu Azul, Chopinzinho, Clevelândia, Corbélia, Coronel Domingos Soares, Coronel Vivida, Cruzeiro do Iguaçu, Diamante do Sul, Diamante D'Oeste, Dois Vizinhos, Enéas Marques, Entre Rios do Oeste, Flor da Serra do Sul, Formosa do Oeste, Foz do Iguaçu, Francisco Beltrão, Guaíra, Guaraniaçu, Honório Serpa, Ibema, Iguatu, Iracema do Oeste, Itaipulândia, Itapejara d'Oeste, Jesuítas, Lindoeste, Manfrinópolis, Mangueirinha, Marechal Cândido Rondon, Mariópolis, Maripá, Marmeleiro, Matelândia, Medianeira, Mercedes, Missal, Nova Aurora, Nova Esperança do Sudoeste, Nova Prata do Iguaçu, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Palmas, Palotina, Pato Bragado, Pato Branco, Pérola d'Oeste, Pinhal de São Bento, Planalto, Pranchita, Quatro Pontes, Ramilândia, Realeza, Renascença, Salgado Filho, Salto do Lontra, Santa Helena, Santa Isabel do Oeste, Santa Lúcia, Santa Tereza do Oeste, Santa Terezinha do Itaipu, Santo Antônio do Sudoeste, São João, São Jorge d'Oeste, São José das Palmeiras, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, Saudade do Iguaçu, Serranópolis do Iguaçu, Sulina, Terra Roxa, Toledo, Três Barras do Paraná, Tupãssi, Vera Cruz do Oeste, Verê e Vitorino.

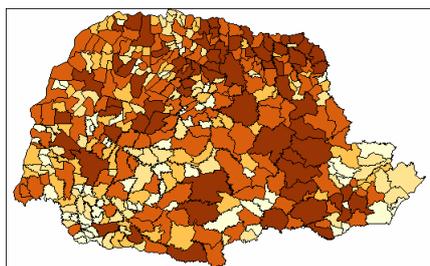
ANEXO 2



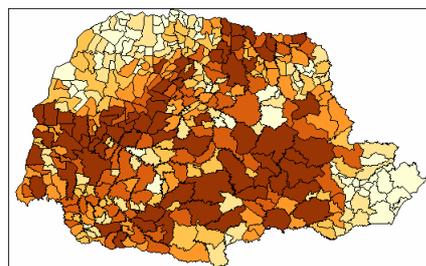
Valor Bruto da Produção (em reais)



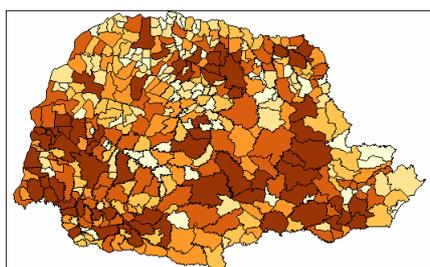
Capital (em reais)



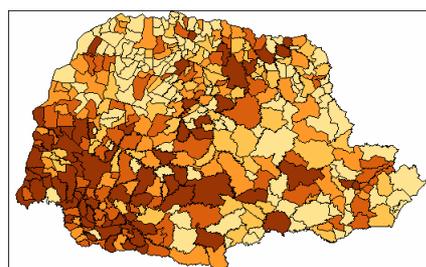
Trabalho (número de pessoas)



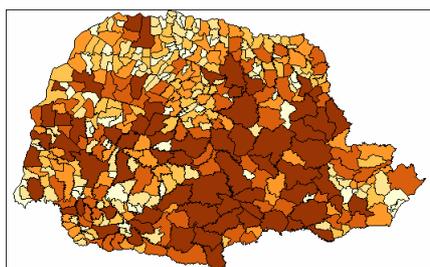
Área (hectares)



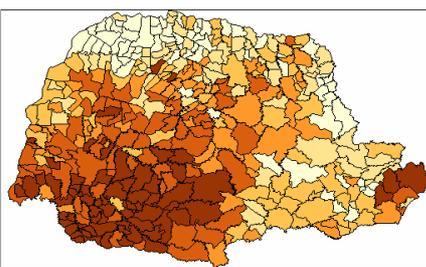
Energia (megawatts)



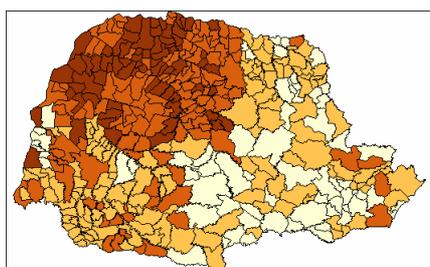
Rodovias Pavimentadas (km)



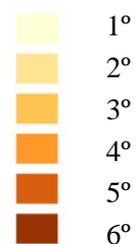
Rodovias Não-Pavimentadas (km)



Chuva (mm)



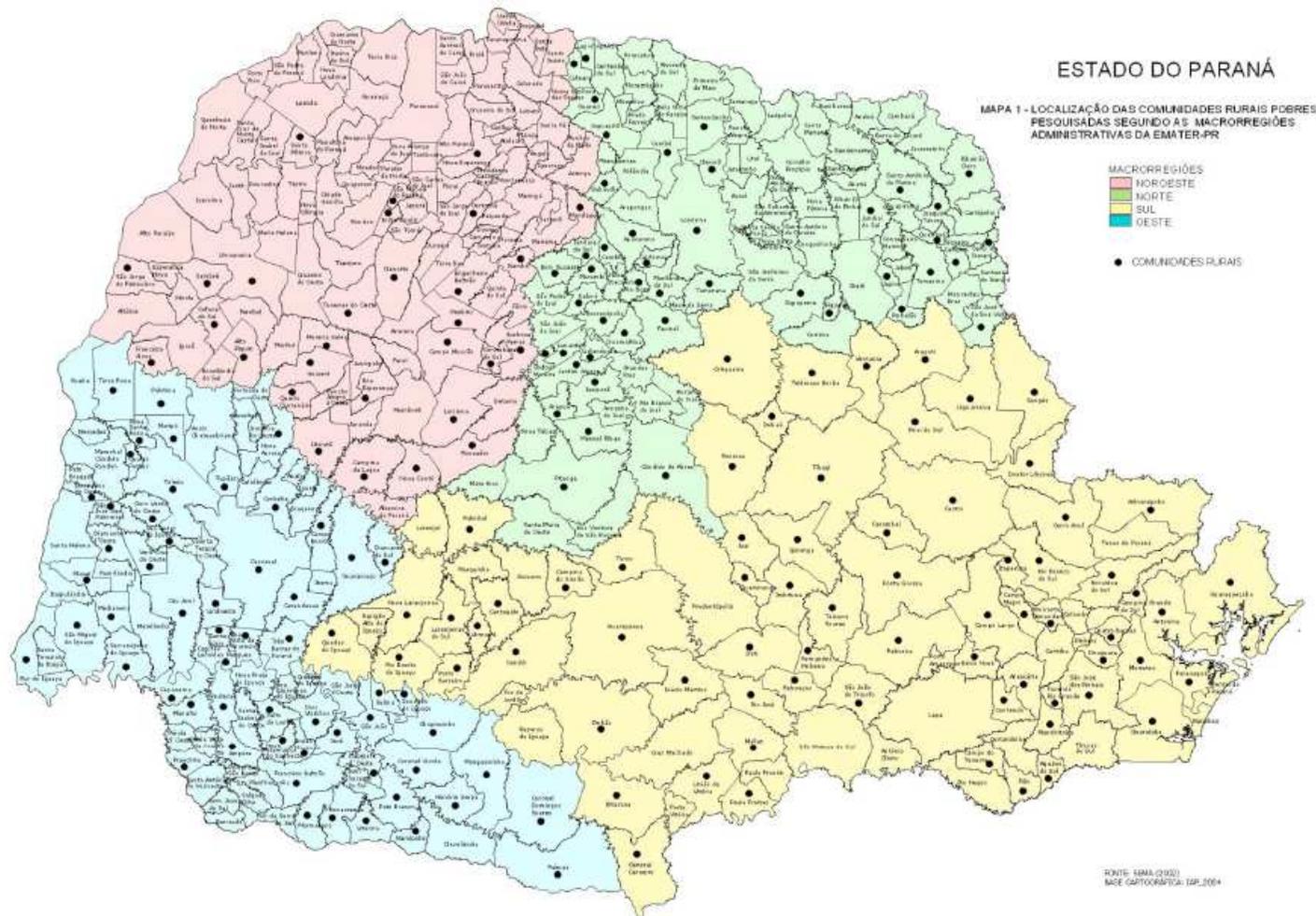
Temperatura (°C)



Fonte: elaborado pela autora

Mapa 5 – Variáveis utilizadas no modelo de regressão em seus valores extensivos

ANEXO 3



Fonte: Ipardes (2001).