

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS – CCSH
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**PRODUÇÃO DE LEITE NO RIO GRANDE DO SUL: A
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E A RELAÇÃO DE
DEPENDÊNCIA ENTRE OS MUNICÍPIOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gabriela Schumacher

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

**PRODUÇÃO DE LEITE NO RIO GRANDE DO SUL: A
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E A RELAÇÃO DE
DEPENDÊNCIA ENTRE OS MUNICÍPIOS**

por

Gabriela Schumacher

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Administração, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Administração.**

Orientador: Prof. Dr. Pascoal José Marion Filho

**Santa Maria, RS, Brasil
2013**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Sociais e Humanas – CCSH
Programa de Pós-Graduação em Administração**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**PRODUÇÃO DE LEITE NO RIO GRANDE DO SUL: A DISTRIBUIÇÃO
ESPACIAL E A RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA ENTRE OS
MUNICÍPIOS**

elaborada por
Gabriela Schumacher

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Administração

COMISSÃO EXAMINADORA

Pascoal José Marion Filho, Dr.
(Presidente/Orientador)

Luis Felipe Dias Lopes, Dr. (UFSM)

Solange Regina Marin, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2013

Agradecimentos

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço especialmente:

Aos meus pais, Pedro e Elaine, pela educação proporcionada, pelos valores transmitidos e por sempre estarem presentes na minha vida me dando força e me incentivando.

Ao meu noivo Fabrício, pelo seu apoio incondicional em todos os momentos que marcaram a trajetória deste curso; por ouvir pacientemente os meus desabafos e por me dar o suporte emocional necessário à realização deste trabalho.

Aos meus irmãos, Ricardo e Fernanda, que compartilharam e apoiaram na trajetória deste trabalho, incentivando a cada dia que passou.

Ao Professor Doutor Pascoal José Marion Filho, por suas valiosas orientações, toda disposição, dedicação, paciência, consciência de educador e, principalmente, pelos incentivos recebidos durante o desenvolvimento do trabalho, sem os quais não seria possível o desenvolvimento da dissertação.

Aos membros da Banca Examinadora, Professores Doutores Luis Felipe Dias Lopes e Solange Regina Marin, pelas observações, críticas e elogios, que proporcionaram uma maior qualidade e a melhoria de vários aspectos deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, com os quais, na convivência diária, foram compartilhadas experiências, sofrimentos e alegrias.

Muito obrigada!!!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Administração
Universidade Federal de Santa Maria

PRODUÇÃO DE LEITE NO RIO GRANDE DO SUL: A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E A RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA ENTRE OS MUNICÍPIOS

AUTORA: GABRIELA SCHUMACHER

ORIENTADOR: PASCOAL JOSÉ MARION FILHO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de fevereiro de 2013.

O estudo analisa a distribuição espacial da produção de leite nos municípios e a relação de dependência entre eles no Rio Grande do Sul no ano de 2010. A pesquisa se caracteriza como quantitativa e *ex post facto*, e utilizada o método estatístico na análise. A coleta de dados foi feita a partir da consulta a dados secundários dos 496 municípios do Estado do Rio Grande do Sul para o ano de 2010. Inicialmente, calculou-se o Quociente Locacional para identificar os municípios especializados e após utilizou-se técnicas de econometria espacial para identificar se há transbordamento entre eles. Os resultados mostram que em 2010 o Rio Grande do Sul possuía 140 municípios especializados na produção de leite, sendo que eles localizam-se nas mesorregiões Noroeste, Nordeste e Centro-oriental. O mesmo resultado foi encontrado mediante a análise exploratória de dados espaciais (AEDE), que destacou esses como os importantes polos de produção de leite. A estatística I de Moran indicou que existe uma autocorrelação espacial positiva para o valor bruto da produção de leite, sugerindo a existência de dependência espacial. Os testes econométricos confirmaram a partir do modelo de defasagem espacial que existe transbordamento entre os municípios. Esse efeito foi melhor explicado pelas variáveis capital, trabalho, área de pastagem, energia elétrica, educação, precipitação média, rodovias pavimentadas e rodovias não pavimentadas.

Palavras-chave: Especialização. Leite. Rio Grande do Sul. Transbordamento.

ABSTRACT

Master Dissertation
Postgraduate Program in Business Administration
Federal University of Santa Maria

MILK PRODUCTION IN RIO GRANDE DO SUL: A SPATIAL DISTRIBUTION AND DEPENDENCY RATIO BETWEEN MUNICIPALITIES

AUTHOR: GABRIELA SCHUMACHER

ADVISOR: PASCOAL JOSÉ MARION FILHO

Date and Place of the Defense: Santa Maria, 25 February 2012.

The study analyzes the spatial distribution of milk production in the municipalities and the relation of dependence between them in Rio Grande do Sul in 2010. The research is characterized as quantitative and ex post facto, and the statistical method used in the analysis. The data collection was made from the data query side of 496 municipalities of the State of Rio Grande do Sul for the year 2010. Initially, we calculated the location quotient to identify the municipalities and specialized after we used spatial econometric techniques to identify whether there are spillover between them. The results show that in 2010 the Rio Grande do Sul 128 municipalities had specialized in the production of milk, the top ten are located in the regions of the Northwest, Northeast and Mid-East. The same result was found by exploratory spatial data analysis (ESDA), which highlighted how important these poles milk production. The Moran's I statistic indicated that there is a positive spatial autocorrelation for the gross value of milk production, suggesting the existence of spatial dependence. The econometric tests have confirmed from the spatial lag model that overflow exists between municipalities. This effect was best explained by variable capital, labor, pasture area, electricity, education, average rainfall, paved and unpaved roads.

Keywords: Specialization. Milk. Rio Grande do Sul. Overflow.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Von Thünen	18
Figura 2 – Estado Isolado de Von Thünen	19
Figura 3 – Forças que atuam na concentração da atividade	23
Figura 4 – Tipos de contiguidade nas unidades espaciais	33
Figura 5 – Representação dos pesos espaciais gerais	36
Figura 6 – Defasagem espacial com grades regulares	37
Figura 7 – Diagrama de dispersão de Moran.....	41
Figura 8 – <i>Ranking</i> dos dez maiores estados produtores de leite	59
Figura 9 – Produção e produtividade do leite.....	60
Figura 10 – Preço real do leite pago ao produtor e pelo consumidor no Rio Grande do Sul.....	61
Figura 11 – Mapa da evolução da produção de leite das mesorregiões do Rio Grande do Sul	64
Figura 12 – Distribuição do valor bruto da produção de leite dos municípios do Rio Grande do Sul em 2010 (VBP/Km ²)	68
Figura 13 – Valor da produção leiteira considerando os municípios <i>outliers</i>	69
Figura 14 – Cartograma para o valor bruto da produção de leite do Rio Grande do Sul para o ano de 2010.....	71
Figura 15 – Diagrama de dispersão de Moran para o Rio Grande do Sul.....	74
Figura 16 – Mapa de <i>clusters</i> do valor bruto da produção de leite dos municípios do Rio Grande do Sul	78

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Variáveis socioeconômicas, de infraestrutura e climáticas	49
Tabela 1 – Dez maiores produtores de leite no mundo (2008 - 2010)	53
Tabela 2 – Comparativo dos dez maiores produtores de leite (2010)	54
Tabela 3 – Os dez maiores exportadores e importadores de leite e Brasil (2010)	55
Tabela 4 – Crescimento da atividade leiteira no Brasil	57
Tabela 5 – Maiores empresas de laticínios do Brasil	58
Tabela 6 – Importações e exportações de lácteos do Rio Grande do Sul.....	62
Tabela 7 – Vacas ordenhadas, produção e produtividade das Mesorregiões do RS (2010).....	63
Tabela 8 – Dez municípios com maior produção de leite no Rio Grande do Sul (2010).....	65
Tabela 9 – Dez municípios mais especializados na produção de leite do Rio Grande do Sul (2009)	66
Tabela 10 – Coeficiente I de Moran para o valor bruto da produção de leite do Rio Grande do Sul no ano de 2010.....	73
Tabela 11 – Municípios influentes segundo a distância de Cook (Variável de referência: VBP)	75
Tabela 12 – Coeficiente I de Moran Bivariado do valor bruto da produção de leite do Rio Grande do Sul e as demais variáveis.....	76
Tabela 13 – Diagnósticos para autocorrelação espacial para regressões.....	83
Tabela 14 – Resultado da estimação pelo modelo de defasagem espacial.....	84

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AA (Alto-Alto)
AB (Alto-Baixo)
AEDE (Análise exploratória de dados espaciais)
AIC (Critérios de Akaike)
BA (Baixo-Alto)
BACEN (Banco Central do Brasil)
BB (Baixo-Baixo)
DAER (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem)
DPA (*Dairy Partners Americas*)
FAO (*Food and Agriculture Organization* – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação)
FEE (Fundação de Economia e Estatística)
GPS (Sistemas de Posicionamento Global)
IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)
INMET (Instituto Nacional de Meteorologia)
LBR (Lácteos Brasil)
LISA (*Local Indicators of Spatial Association* - Indicador local de associação espacial)
MEC (Ministério da Educação)
ML (Multiplicador de Lagrange)
MQO (Mínimos Quadrados Ordinários)
NEG (Nova Geografia Econômica)
OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico)
PAM (Pesquisa Agrícola Municipal)
PIB (Produto Interno Bruto)
PPC (Paridade do Poder de Compra)
PSE (*Producer Support Estimate* - Subsídios gastos com a agricultura)
QL (Quociente Locacional)
RAIS (Relação Anual de Informações Sociais)
SC (Critério de Schwartz)
SIG (Sistemas de Informação Geográfica)
UHT (Leite Fluido)
VBP (Valor Bruto da Produção)
W (Matriz de Pesos Espaciais)

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Municípios especializados na produção de leite do Rio Grande do Sul.....	99
Apêndice B – Diagrama de Dispersão de Moran Bivariado para o valor bruto da produção da pecuária leiteira do Rio Grande do Sul e as demais variáveis explicativas.....	100
Apêndice C – Clusters Bivariados entre valor bruto da produção agropecuária e as demais variáveis explicativas	101
Apêndice D – Estimções por MQO para a variável dependente valor bruto da produção de leite.....	102
Apêndice E – Correlação entre as variáveis do modelo	103

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Problema de pesquisa.....	12
1.2 Objetivos do estudo	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Justificativa	15
1.4 Estrutura do trabalho	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Teoria clássica de localização agrícola: Von Thünen.....	17
2.2 Teorias de Transbordamento	20
2.3 Nova Geografia Econômica	22
2.4 Medida de Especialização: o Quociente Locacional.....	24
2.5 Econometria Espacial.....	26
2.5.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)	28
2.5.1.1 Autocorrelação espacial.....	29
2.5.1.2 Heterogeneidade espacial	30
2.5.1.3 Matriz de pesos espaciais	31
2.5.1.3.1 Matriz binária	32
2.5.1.3.2 Matriz de Distância Inversa.....	34
2.5.1.3.3 Matriz de Pesos Espaciais Geral.....	35
2.5.1.4 Operador de defasagem espacial	37
2.5.1.5 Autocorrelação Espacial Global	39
2.5.1.6 Autocorrelação Espacial Local.....	42
2.5.2 Modelos de Econometria Espacial	43
2.5.2.1 Modelo de Defasagem Espacial	43
2.5.2.2 Modelo de Erro Espacial	45
2.5.2.3 Etapas da Estimação do Modelo Espacial	46
2.6 Função da Produção	46
3 METODOLOGIA	48
3.1 Caracterização da pesquisa	48
3.2 Descrição das variáveis e fontes de dados	48
3.3 Medida de especialização e especificação do modelo	50
4 A PRODUÇÃO E O COMÉRCIO MUNDIAL E BRASILEIRO DE LEITE	52
4.1 O contexto internacional da atividade leiteira	52
4.2 Evolução da produção leiteira brasileira	56
4.3 A produção de leite no Rio Grande do Sul.....	60
5 A ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUÇÃO DE LEITE NO RIO GRANDE DO SUL	67
5.1 Análise exploratória de dados espaciais (AEDE).....	67
5.2 Índice de Moran Global	72
5.3 Índice de Moran Local	77
5.4 Econometria Espacial.....	81
6 CONCLUSÃO	87
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICES	98

1 INTRODUÇÃO

Com o início da abertura comercial, em 1989, a economia brasileira passou por um processo de liberalização, reduzindo as barreiras tarifárias e não-tarifárias, e integrando-se à economia mundial. O resultado desse processo foi, entre outras coisas, um aumento da participação das exportações e importações no Produto Interno Bruto e a exposição do setor de alimentos a uma competição desigual e predatória com as grandes empresas internacionais, gerando um processo de concentração e de desnacionalização (PIQUET, 2004).

De acordo com Clemente e Hespanhol (2009), as cadeias produtivas agropecuárias sofreram grandes transformações, sendo o setor lácteo um dos que mais sentiu. Durante anos o governo interveio no mercado do leite no Brasil para conter a inflação, desestimulando de certa forma a criação de produtos e reduzindo o desempenho do setor.

Com a desregulamentação, novos produtores foram incentivados a entrar no setor e atuar com maior liberdade devido ao fim do tabelamento de preços do leite e de seus derivados. Dessa forma, com a liberalização dos preços, a matéria-prima começou a receber preços diferenciados, sendo observadas as características do produto pelas agroindústrias (CARVALHO, 2002).

A formação do Mercosul trouxe a livre concorrência entre os produtos através da extinção de tarifas distintas para os países. A criação do Plano Real em 1994 gerou uma forte valorização da moeda brasileira e manteve baixa a taxa de inflação, aumentando o poder aquisitivo da população e ampliando o consumo. Assim, o país começou a importar leite, principalmente dos países vizinhos, Argentina e Uruguai. Em 1999, o produto gerado internamente voltou a ser competitivo devido a eclosão de uma forte desvalorização da moeda brasileira. Diante deste contexto, Carvalho (2002) afirma que o produtor de matéria-prima teve que realizar investimentos para aumentar a produtividade e/ou a produção em face das exigências da indústria, sob pena de ser excluído da cadeia produtiva.

Inserido nesse processo de mudança econômica, intensificado na década de 1990, a estrutura da pecuária leiteira do Rio Grande do Sul ocupa posição privilegiada, sendo o Estado com maior produção na Região Sul e o segundo maior em termos de volume produzido nacionalmente, ficando atrás apenas de Minas Gerais (EMBRAPA, 2012; MARION FILHO; FAGUNDES; SCHUMACHER, 2011).

A produção de leite cresceu a uma taxa média de 4,43% ao ano nos últimos vinte anos, passando de 1.451.803 mil litros em 1990 para 3.633.834 mil litros em 2010 (IBGE, 2012). Pelo tamanho de sua população e renda per capita, o Estado consome 40% do que produz e tem produtividade anual de 2.336 litros/vaca, considerada uma média significativa quando comparada a nacional, que é de 1.363 litros/vaca/ano (SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E AGRONEGÓCIO, 2011).

O segmento produtivo gaúcho apresenta uma dinâmica espacial contrastante. Por um lado, possui uma estrutura familiar caracterizada por pequenas propriedades, com área aproximada de 20 hectares, produzindo leite como complemento de outras atividades. Por outro lado, possui propriedades especializadas e tecnologicamente modernas, tendo a exploração da atividade leiteira como principal fonte de renda.

Os fatores naturais do Estado, combinadas com as condições edafoclimáticas, culturais e ambientais favorecem a bovinocultura de leite (VILELA et al., 2002), além de desempenhar um importante papel no desenvolvimento econômico, exercendo fortes efeitos de encadeamento no restante da economia.

1.1 Problema de pesquisa

Após a abertura do comércio, na década de 1990, muitas transformações foram impostas ao setor leiteiro, fazendo com que um novo perfil se desenhasse. A falta de uma política coordenada gerou uma série de impactos sobre o produtor, que enfrentou uma significativa queda nos preços recebidos e aumento da produção, viabilizada pela redução do custo médio por litro de leite. Neste sentido, houve uma queda dos preços de importantes fatores de produção, tais como terra, mão-de-obra, fertilizantes e concentrados (SIQUEIRA; GOMES, 2003).

Essas mudanças, de acordo com Rocha e Parré (2009), trouxeram alterações na estrutura produtiva e na pauta de produção do Rio Grande do Sul. Intensificou-se um processo de seleção e captação da produção, surgindo a coleta a granel do produto resfriado em tanques isotérmicos, que conservam a qualidade da matéria-prima.

Segundo Silva Neto e Basso (2005), outra tendência é a concentração dos produtores. Estes, em geral, operam sob condições de concorrência perfeita, ou seja, baixas barreiras de

entrada e saída da atividade, produzindo com pouca ou nenhuma diferenciação do produto final e sem possibilidade de afetar o preço recebido.

De acordo com o Censo Agropecuário realizado no ano de 2006, a produção de leite do Rio Grande do Sul chega a mais de 3,3 bilhões de litros anuais, representando 12% da produção nacional. Seu parque industrial tem capacidade para 16 milhões de litros/dia, porém é abastecido, diariamente, com apenas 9,5 milhões de litros. A produtividade chega a 2.336 litros/vaca ordenhada por ano, sendo uma das melhores do país. O Estado ainda conta com 441 mil propriedades rurais e 134 mil produtores de leite, sendo que 70% deles comercializam menos de 100 litros/dia (IBGE, 2006).

Em 2009, o Rio Grande do Sul possuía a segunda maior produtividade brasileira, atrás apenas do estado de Santa Catarina. No entanto, continua distante de países como Arábia Saudita (11,7 mil litros/vaca/ano), Israel (10,2 mil litros/vacas/ano) e Estados Unidos (9,3 mil litros/vaca/ano) (MAINARDI, 2011). Na mesma publicação e no mesmo ano, o Brasil aparece com uma produtividade de 1,3 mil litros/vaca e a Argentina com 4,5 mil litros. Dentre as microrregiões do Estado com maior produção e produtividade em 2009, conforme Marion Filho, Fagundes e Schumacher (2011), a de Passo Fundo se destaca, com uma produtividade de mais de três mil litros de leite por vaca ordenhada. Na sequência vêm as microrregiões de Não-Me-Toque, Guaporé e Cruz Alta.

Em termos de volume produzido, seguindo a microrregião de Passo Fundo, os autores destacam as microrregiões de Três Passos, Lajeado-Estrela, Santa Rosa, Guaporé, Erechim, Frederico Westphalen, Ijuí, Carazinho e Cruz Alta. Estas regiões produziram juntas 63,93% do leite gerado no Rio Grande do Sul e fazem parte das mesorregiões Noroeste e Nordeste, exceto a microrregião de Lajeado – Estrela, que faz parte da Centro Oriental.

Marion Filho, Fagundes e Schumacher (2011) enfatizam ainda que o crescimento da produção vem ocorrendo de forma desigual, mudando o mapa regional na geração do produto, ou seja, a concentração espacial vem se retraindo em algumas regiões (sul do Estado e mesorregiões Metropolitana de Porto Alegre e Centro) e se expandindo em outras. Essa expansão tem ocorrido devido ao surgimento de novas regiões especializadas próximas às já existentes, especialmente nas Mesorregiões Noroeste, Centro-Oriental e Nordeste, consideradas as mais especializadas e principais produtoras do Estado.

Resultado semelhante foi encontrado por Trennepohl, Paiva e Wildner (2010). Os autores afirmam que a atividade leiteira contribui para o desenvolvimento da região noroeste do Rio Grande do Sul, caracterizada pela especialização, pela concentração do valor bruto da produção por unidade de área, pela capacidade para impulsionar novos movimentos de

expansão econômica e pela capacidade de gerar efeitos multiplicadores em atividades subsidiárias e complementares da economia regional.

Outro estudo foi realizado por Rocha e Parré (2009) que analisaram a produção agropecuária gaúcha no ano de 2004. Os autores verificaram que existem regiões atípicas e agrupamentos entre os municípios, principalmente os situados nas Regiões Noroeste e Nordeste. Através dos mapas de *clusters*, identificaram a presença de dois *clusters* do tipo baixo-baixo, situados ao Sul e Nordeste do Estado, e também três *clusters* do tipo alto-alto nas Regiões Noroeste e Nordeste, onde há o predomínio de pequenas propriedades, cultivo de uva e elevado valor bruto da produção.

Segundo Almeida (2005), o setor pecuário possui efeitos espaciais fáceis de constatar, uma vez que os produtores rurais conseguem perceber com facilidade o que seus vizinhos estão produzindo, havendo interação entre eles. Além disso, a produção acontece na forma de agrupamentos (*clusters*) que estão dispersos pelo espaço econômico, sendo reforçado pela dependência de recursos naturais concentrados no espaço geográfico.

Portanto, dada a importância da produção de leite no Rio Grande do Sul, coloca-se como problema de pesquisa a seguinte questão: Como está a distribuição espacial da produção de leite, mais especificamente a especialização, e o seu transbordamento nos municípios do Rio Grande do Sul no ano de 2010?

Diante do exposto, tem-se como hipóteses: hipótese 1 – os municípios localizados nas mesorregiões noroeste e nordeste do Rio Grande do Sul são os mais especializados na produção de leite; hipótese 2 - há presença de *clusters* e *outliers* e, conseqüentemente, transbordamento entre os municípios gaúchos com maior produção de leite.

1.2 Objetivos do estudo

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a distribuição espacial da produção de leite nos municípios e a relação de dependência entre eles no Rio Grande do Sul no ano de 2010.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os municípios especializados na produção de leite;
- b) Detectar os padrões de dependência entre os municípios produtores de leite, verificando a formação de *outliers* e *clusters* espaciais; e,
- c) Determinar as variáveis importantes para explicar os efeitos de transbordamento.

1.3 Justificativa

O sistema agroindustrial do leite é um dos mais importantes no agronegócio brasileiro. A atividade é praticada em todo o território nacional e é reconhecidamente uma das mais significativas no que se refere à geração de emprego e renda, contribuindo fortemente para a interiorização do desenvolvimento. Além de desempenhar um papel relevante na oferta de alimentos, possuindo alto valor nutritivo e participando da cesta básica brasileira (NASCIF, 2008).

A restrição do estudo ao Rio Grande do Sul deve-se por ser um importante produtor de leite brasileiro (2º maior produtor) e pela intensa heterogeneidade da estrutura produtiva, adaptada às diversas condições encontradas entre as regiões. A grande dicotomia (com regiões e propriedades altamente competitivas, similares às mais avançadas do mundo, até sistemas rudimentares, em pequena escala, mas que viabilizam a subsistência de milhares de famílias), está condicionada pelo comportamento dos agentes tanto do ponto de vista atomístico (fatores exógenos independentes do espaço que interferem em sua tomada de decisões) quanto da sua interação com outros agentes entre as regiões.

Considerando a importância da pecuária leiteira para o Estado gaúcho, percebe-se a relevância deste estudo, pois a interação socioeconômica entre vizinhos de uma localidade pode apresentar interdependência entre eles. Ao ser identificada tal situação, o estudo da função de produção ajuda a tomada de decisão e a alocação dos recursos escassos, tornando a produção agropecuária do Rio Grande do Sul mais eficiente.

Além disso, com a análise através da econometria espacial é possível identificar as principais regiões produtoras de leite, assim como as regiões que menos contribuem para este segmento e quais são os fatores que influenciam na formação destes agrupamentos, podendo

com estes resultados adotar políticas mais eficazes para cada região, melhorando o desenvolvimento dos municípios e do Estado como um todo.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em seis capítulos, sendo o primeiro a presente introdução. O segundo capítulo apresenta a teoria da localização de Von Thünen, as teorias de transbordamento e a nova geografia econômica, bem como a medida de especialização e a econometria espacial.

O terceiro capítulo introduz os procedimentos metodológicos da pesquisa. É apresentado o método adotado, as hipóteses do estudo, a caracterização da população, a especificação do modelo de regressão, as formas de coleta de dados, as metodologias de tratamento e análise dos dados.

No quarto capítulo, descreve-se a produção e o comércio de leite mundial, do Brasil e do Rio Grande do Sul, além da identificação dos municípios especializados do Estado. No quinto capítulo analisa-se a interação espacial dos municípios do Rio Grande do Sul, utilizando-se para isso a análise exploratória de dados espaciais (AEDE) e a econometria espacial. E por fim, são apresentadas as conclusões do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para estudar os fatores espaciais da produção leiteira dos municípios do Rio Grande do Sul, optou-se por utilizar o quociente locacional e a econometria espacial. Entretanto, inicia-se a exposição pela teoria clássica de localização de Von Thünen, as teorias de transbordamento e a nova geografia econômica, que foram as precursoras.

2.1 Teoria clássica de localização agrícola: Von Thünen

Desde o século XIX, economistas têm considerado os fatores que influenciam a distribuição espacial da atividade econômica entre as regiões, visando entender o potencial de desenvolvimento das localidades em uma nação. Com isso, segundo Santos (2007), ao considerar os aspectos espaciais da demanda e da oferta na análise econômica, surgiu a corrente chamada teoria da localização.

O trabalho dessa corrente, voltado para o setor primário, foi desenvolvido por Johann Heinrich Von Thünen em 1826, no livro intitulado *Der Isoliert Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*, e ficou conhecido como O Estado Isolado. Sua preocupação principal era o que determinava o preço e como se dispunha, no espaço, a produção agrícola (RIOS, 2010). Em sua pesquisa, Von Thünen (1966) construiu um modelo baseado nos preços da terra, na sua quantidade e nos custos de transporte, conforme figura 1.

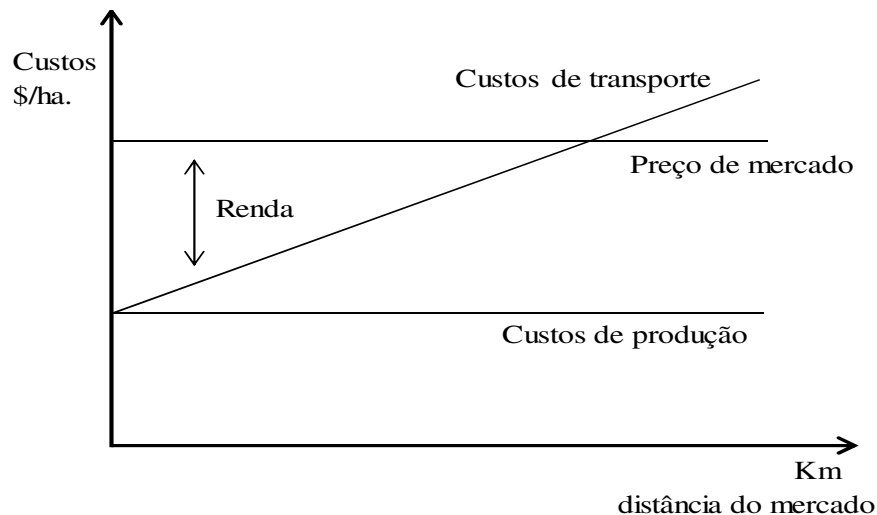


Figura 1 – Modelo de Von Thünen
 Fonte: Ríos (2010).

Conforme a figura 1, Von Thünen (1966) sustenta que em uma cidade cercada por atividades agrícolas, a terra é operada por agricultores que pagam ao proprietário o direito de utilizar o solo ou "aluguel". Desse modo, as áreas próximas ao centro possuem baixos custos de transporte, porém alto custo do solo. À medida que essas áreas cultivadas vão se distanciando do mercado, a situação se inverte, aumentando os custos de transporte e diminuindo o do solo.

Além disso, segundo Cabral (2011), o modelo de Von Thünen é baseado em várias suposições:

- a) o solo é de qualidade uniforme (fertilidade do solo é constante);
- b) a produção retorna ao fator de escala constante, o que implica que a produção por unidade de área (x) é fixa, e o custo por unidade de área (c) é fixo, independente da localização;
- c) o preço do produto (p) é determinado pelo mercado na localização central, independentemente de onde é a produção;
- d) o custo do transporte é proporcional à distância percorrida e a quantidade de produtos transportados. No entanto, apenas os custos de transporte do produto são levados em conta, não sendo considerados os custos de transporte dos insumos;
- e) o solo é atribuído ao usuário que é capaz de pagar o aluguel mais alto.

Neste contexto, o modelo parte de zonas concêntricas e distribui a produção agropecuária a partir do mercado (cidade), como pode ser visto na figura 2.

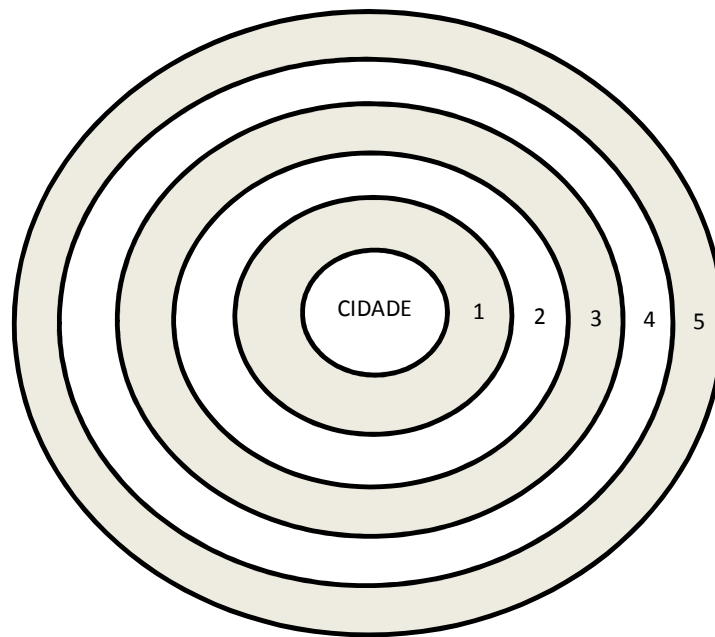


Figura 2 – Estado isolado de Von Thünen
Fonte: Adaptada de O’Kelly e Bryan (1996).

Conforme a figura 2, Von Thünen (1966) usou a noção de distância como o principal tipo de discriminação de culturas cultivadas. No centro está a cidade, ou seja, o mercado. Após, representado pelo número 1, estão os vegetais e a produção de leite, isto é, culturas perecíveis; o número 2 representa a lenha florestal, seguido pelas culturas intensivas, de rotação (número 3) e culturas extensivas, de pastagem (número 4), e, finalmente, no número 5 a criação de gado.

Dessa forma, o solo caro próximo (distante) da cidade está reservado para cultivos com baixos (altos) custos de transporte ou com um alto (baixo) rendimento por hectare. Por tanto, considerando a distância entre o lugar da produção e o mercado, Von Thünen (1966) explicou porque solos com as mesmas características se dedicam a diferentes usos.

O autor também reconheceu que as pessoas tentam resolver suas necessidades econômicas no ambiente imediato, reduzindo seus movimentos ao mínimo. Ele apontou para a distância como a variável explicativa chave (VON THÜNEN, 1966). No entanto, na prática, este modelo não descrevia com precisão as economias reais. Esta limitação advém da condição de que a cidade em questão tenha necessariamente uma pequena população, pois, caso contrário, regiões mais distantes do centro começam a ser habitadas a ponto de justificar

a localização de atividades produtivas na periferia, conforme a literatura mais recente vem demonstrando (SOUZA, 2002), e ainda, que a qualidade do solo seja igual entre as regiões.

2.2 Teorias de transbordamento

No século XIX, o primeiro autor a desenvolver a ideia dos benefícios da aglomeração por meio das externalidades foi Marshall (1882), em seu livro *Princípios de Economia*. Destaca que as aglomerações favorecem o surgimento de uma força de trabalho especializada e a expansão de conhecimento, que ao difundir-se ajuda na criação de novas tecnologias (MELIKHOVA, 2010). Todos estes elementos configuram o denominado distrito industrial, ou seja, um conjunto de empresas que realizam atividades mais ou menos complementares e estão localizadas em regiões próximas.

Economistas como Myrdal (1960) e Hirschman (1977) desenvolveram as contribuições de distrito industrial de Marshall (1882), através do reconhecimento da importância do desenvolvimento desigual inter-regional. Os autores argumentam que certas vantagens locacionais propiciam uma desigualdade inicial entre territórios e no processo de desenvolvimento subsequente, gera concentração em uma área determinada em vez de difundir-se espacialmente. Desse modo, o mercado tende a favorecer as regiões com melhores posições de partida em detrimento das áreas atrasadas.

Myrdal (1960) destaca que a acumulação de capital pode fazer surgir efeitos de transbordamento (*spillovers*), que expandirão o capital para as áreas próximas. Desse modo, regiões desenvolvidas incorporam áreas periféricas e, ao mesmo tempo, localidades que não participavam da economia de mercado são incorporadas como novas áreas periféricas através do processo de acumulação do capital.

Hirschman (1977), na mesma linha de Myrdal, considera que a capacidade de crescimento da região pode provocar um efeito transbordamento que irá incluindo mais regiões, e com isso, diminuindo a desigualdade. O autor destaca a importância de investimentos públicos, sendo que “a tarefa essencial do governo é criar nas regiões atrasadas atividades econômicas, com dinâmicas próprias que tenham efeito multiplicador e/ou de transbordamento sobre as demais” (Ibid., p. 46).

Entre os anos 1970 e 1980 surgem alguns desenvolvimentos teóricos inspirados na externalidade tecnológica marshalliana, como a concentração de empresas facilita o

surgimento de transbordamentos de conhecimento, já que ele flui mais facilmente em nível local do que a longas distâncias, especialmente quando se trata de conhecimento tácito, incorporado nas pessoas.

Os economistas italianos (BAGNASCO, 1977; BECATTINI, 1979; GAROFOLI, 1981; BRUSCO, 1982; FUÀ E ZACHIA, 1983), foram os primeiros a pesquisar este tipo de transbordamento através dos distritos industriais italianos. O estudo surgiu quando houve um notável declínio das grandes empresas, que operavam em setores de alta intensidade de capital e/ou de alta tecnologia, e um florescimento de pequenas empresas manufatureiras, impulsionando o crescimento da renda, do emprego e das exportações (BECATTINI, 2002). Além disso, os economistas perceberam que as pequenas empresas aglomeradas eram tecnicamente prontas para o trabalho que faziam, com um nível técnico semelhante às concorrentes de grande porte.

A aglomeração de empresas ou *cluster*, identifica a existência de relações específicas e interações entre empresas. Porter (1998) usou o termo *cluster* para designar concentrações geográficas de empresas especializadas, cuja dinâmica de interação explica o aumento da produtividade e a eficiência, a redução de custos de transação, a aceleração da aprendizagem e a difusão do conhecimento.

De acordo com Becattini (2002), o *cluster* é um sistema local em que a fortíssima competitividade mistura-se com fenômenos de cooperação, boa informação e integração entre os agentes. Dessa forma, há um equilíbrio entre cooperação e competição: enquanto que a concorrência ocorre entre empresas que trabalham com o mesmo produto ou desenvolvem a mesma atividade, a cooperação, pelo contrário, ocorre entre empresas em diferentes etapas da cadeia de produção.

De acordo com Jimenéz e Junquera (2010), pela falta de *clusters* altamente desenvolvidos, os países pobres competem no mercado internacional oferecendo apenas sua mão de obra barata e seus recursos naturais. No caso de economias desenvolvidas, uma geografia econômica caracterizada pela especialização e dispersão é mais produtiva do que aquela baseada em uma ou duas cidades grandes e diversificadas. Desse modo, analisando a competitividade nacional de diversos países industrializados, Porter (1988) reconhece que a vantagem competitiva dos países está estreitamente ligada à geografia e, em particular, as instituições e aos transbordamentos de conhecimento identificados por Marshall (1982).

Outra corrente intimamente relacionada a inovação é a teoria das *learning regions* (regiões que aprendem), na qual o conhecimento é considerado o recurso mais importante e a aprendizagem o processo (JIMENÉZ; JUNQUERA, 2010). O ponto de partida da literatura

sobre as *learning regions* é que o conhecimento tácito é a base para a inovação, e dado que este não é facilmente transmitido a longas distâncias, surge a necessidade do contato pessoal entre os indivíduos com certas características em comum (mesmo idioma, códigos de conduta e regras de comportamento comum, etc.).

Assim, a dotação institucional específica de cada região que permite a incorporação e a criação de conhecimento, a qual - através da interação com os recursos físicos e humanos - determina suas habilidades e acentua ou diminui a competitividade das empresas da região.

2.3 Nova geografia econômica

As teorias clássicas, principalmente as desenvolvidas por Von Thünen e pelos estudiosos da teoria do transbordamento, com o passar do tempo, tem sido a chave para a criação de novas teorias que levam em conta não somente os aspectos geográficos, mas também econômicos, como a nova geografia econômica (NGE).

A NGE oferece um marco teórico para o estudo dos mecanismos de aglomeração das atividades econômicas e o impacto das disparidades geográficas sobre as disparidades econômicas. Embora sua figura principal seja Paul Krugman, através de seu livro *Geography and Trade* publicado em 1991, a NGE tem resgatado elementos provenientes de diversos autores e escolas teóricas, recuperando a importância de velhas ideias clássicas e neoclássicas.

Seus fundamentos permanecem intimamente ligados aos conceitos apresentados por Smith (1996) e Marshall (1982) há mais de dois séculos. Do primeiro, a NEG retoma conceitos como a expansão do mercado e a divisão do trabalho para promover o crescimento econômico; de Marshall, recupera e utiliza o conceito de economias externas, considerando três fatores no processo de localização: concentração do mercado de trabalho, insumos intermediários e externalidades tecnológicas.

Da teoria do desenvolvimento inclui o princípio da causação circular cumulativa desenvolvido por Myrdal (1960) e Hirschman (1977). Esses autores deram maior ênfase aos fatores dinâmicos da aglomeração, na medida em que incorporaram como fator de localização a “complementaridade” entre firmas e setores, assim como a noção de economia de escala mínima da firma. Pode ser visto, ainda, uma certa preocupação com as “economias externas”, embora essa se dê com caráter mais técnico.

Por outro lado, em seu desenvolvimento teórico, reconsidera os modelos espaciais provenientes da tradicional teoria da localização, principalmente aquelas desenvolvidas por Von Thünen, Alfred Weber, Walter Christaller e August Lösch¹. No entanto, diferentemente dessas abordagens, decorrentes de um cenário de concorrência perfeita e retornos constantes, a NEG objetiva superar as limitações técnicas anteriormente existentes incorporando ao modelo a relação entre concorrência imperfeita, externalidades e retornos crescentes, resultado da existência de economias de escala e aglomeração (CHIARINI, 2007).

Por geografia econômica, entende-se *“the localization of production in space; that is, that branch of economics that worries about where things happen in relation to one another”* (KRUGMAN, 1992, p.1). Desse modo, ao considerar a localização econômica no espaço, sua análise parte da confrontação gerada entre duas forças (Figura 3).

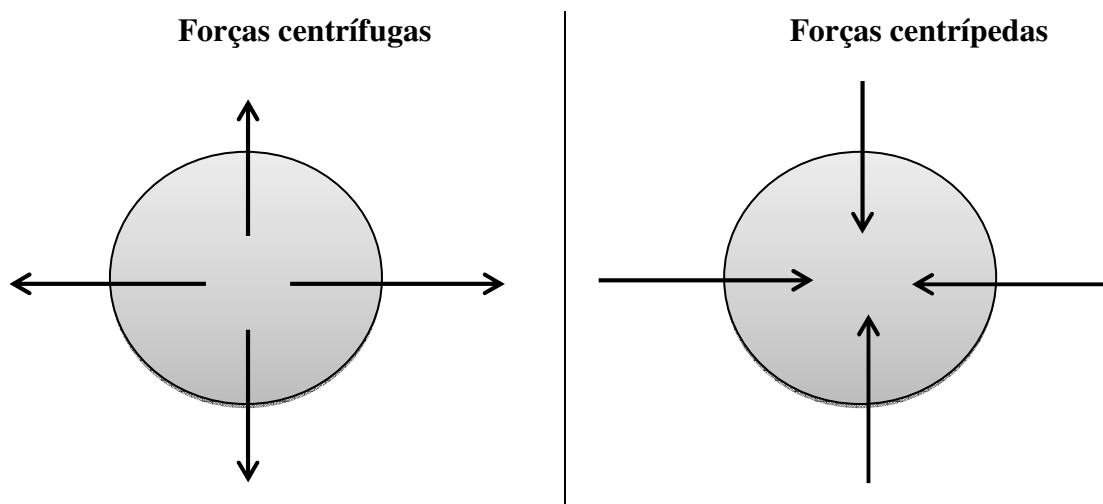


Figura 3 – Forças que atuam na concentração da atividade
Fonte: Chiarini (2007) baseado em Krugman (1998).

Conforme a figura 3, as forças centrífugas levam a uma dispersão das atividades econômicas e as forças centrípetas são responsáveis pela aglomeração espacial de atividades. O grau de aglomeração da atividade econômica resultante dependerá do equilíbrio que se alcance entre ambas forças.

¹ Von Thünen (1966) definiu os fundamentos da teoria da localização agrícola e Alfred Weber (1957) fez o mesmo para a localização industrial. Em seguida surgiu a análise urbana com Walter Christaller (1966), no âmbito dos serviços e comércio, e August Lösch (1954) com uma análise das áreas de mercado.

De acordo com Chiarini (2007), as primeiras compreendem os fatores imóveis como a terra, os custos de transporte e as deseconomias externas (poluição e congestionamentos). Nesses casos, as empresas buscam regiões com custos menores e menos concorrência.

Por outro lado, as forças centrípedas são representadas pela densidade do mercado de trabalho (empresas instalam-se em locais que podem contratar facilmente trabalhadores com habilidades específicas e estes, por sua vez, também querem estar localizados próximos a essas organizações), pelo tamanho e acesso aos mercados (empresas procuram instalar-se próximas ao consumidor ou onde seja possível atendê-los) e pelas externalidades tecnológicas (como os transbordamentos ou difusão do conhecimento) (CHIARINI, 2007).

A ideia fundamental deste enfoque, segundo Arroyo e Bustamante (2009), é que as regiões se organizam espacialmente mediante o estabelecimento de determinadas regras de subordinação econômica. Desta forma, certas localidades se articulam a outras em relações assimétricas, a partir do qual se gera uma especialização em determinadas atividades produtivas refletidas no fluxo de troca de bens.

Lira (2003) corrobora com essa ideia afirmando que o desenvolvimento de cada região ou localidade depende fundamentalmente das tendências de crescimento e desenvolvimento que ocorrem em outras regiões ou localidades, já que, como subsistemas abertos, devem ser analisados levando em conta tanto o sistema em sua totalidade como as partes que o compõe, pois as regiões e localidades são multiescalares.

Neste sentido, conforme Arroyo e Bustamante (2009), para entender as decisões de localização deve-se considerar que não somente os fatores de natureza econômica influenciam esse processo, mas também os de natureza político-institucional, cultural-histórico e de ordem geográfica. Assim, a geografia econômica não pode ser definida como um domínio estruturado, mas sim como um conjunto de ideias reunidas em torno da linha de pesquisa que estamos interessados.

2.4 Medida de especialização: o quociente locacional

O quociente locacional (QL) é uma técnica que tem sido amplamente utilizada por pesquisadores no campo da geografia econômica e da economia regional desde a década de 40 (MILLER; GIBSON; WRIGHT, 1991). O pioneirismo deve-se aos estudos desenvolvidos

por Alfred Weber (1957), pesquisador da teoria da localização que introduziu as bases da teoria da localização industrial.

Mais tarde, os estudos de Walter Isard (1960) vieram para dar suporte teórico ao fator localização nas decisões dos agentes econômicos. Sua análise parte da perspectiva clássica para tratar de aspectos cada vez mais complexos de economia espacial, contribuindo muito para estudos posteriores.

De acordo com Marion Filho, Fagundes e Schumacher (2011), o quociente locacional é uma medida de especialização regional relativa, um instrumento que tem por finalidade comparar determinadas atividades particulares a partir de um agregado básico. Segundo Isard (1960), o pesquisador pode utilizar qualquer base que acredite ser apropriada para a pesquisa em questão.

A especialização pode ser definida como o nível de importância que tem um determinado setor produtivo em uma localidade. Ou seja, uma sub-região é considerada mais especializada em um determinado setor se a participação dele em relação aos demais setores da sub-região é mais importante do que a participação do mesmo setor em relação a região (CUNHA, 2008). Sua fórmula é expressa por:

$$QL_j = \left(\frac{VP_{ij}/VA_j}{VP_i/VA} \right) \quad (1)$$

em que:

QL_j = quociente locacional da sub-região j;

VP_{ij} = valor da produção do setor i na sub-região (município, microrregião, estado) j;

VA_j = valor adicionado dos setores na sub-região j;

VP_i = valor da produção do setor i na região (área de abrangência da sub-região j); e

VA = valor adicionado dos setores na região.

A especialização ocorre quando o QL_j é maior do que 1, ou seja, quando o tamanho relativo do setor i na sub-região j é maior do que o tamanho relativo do mesmo setor na região tomada como referência.

Embora muito utilizada para a identificação da especialização produtiva de uma dada região, esta técnica apresenta limitações que devem ser considerados. De acordo com Crocco et al. (2006), primeiro, a interpretação do QL deve considerar as características das localidades. Segundo, em economias com elevado grau de disparidade regional pode ocorrer um QL elevado, sem que isso represente uma especialização produtiva, mas apenas uma

diferenciação produtiva derivada das diferentes características das regiões. Terceiro, em pequenas regiões, com número diminuto de ocupados e estrutura produtiva pouco diversificada, o QL tende a sobrevalorizar o peso de um ou de alguns setores. Em regiões muito grandes, com alto número de empregados e estrutura produtiva muito diversificada, ao contrário, o QL tende a subvalorizar o peso de alguns setores, mesmo que sejam relevantes para a economia como um todo.

2.5 Econometria Espacial

O desenvolvimento de métodos de econometria espacial não ocorreu conjuntamente com as teorias clássicas sobre distribuição e dependência espacial. No entanto, com o surgimento da NGE e o crescente interesse por modelos espaciais em economia, ocorreu uma aproximação da teoria e dos métodos estatísticos.

A econometria tradicional difere-se da econometria espacial. Esta segunda é um subcampo da primeira, lidando com as complicações causadas pela estrutura espacial (heterogeneidade espacial) e pela interação espacial (autocorrelação espacial) em modelos de regressão, na forma de dados em painel e *cross-section* (ANSELIN, 2001).

De acordo com Almeida (2004), as pesquisas estatísticas com a influência do espaço em diversos fenômenos são de longa data. Segundo o autor, relatos indicam que, em 1914, Student já se preocupava com a questão da influência dos efeitos espaciais na estimação de modelos.

A história da análise do problema de autocorrelação espacial voltou nos trabalhos estatísticos no final dos anos 1940 e início dos 50. Em 1948, Moran trabalhou com a estatística e introduziu o primeiro estimador formal da dependência espacial, o chamado teste I. Em 1954, Geary enfatizou que os resíduos mapeados a partir de análise de regressão (mínimos quadrados ordinários) deviam exibir a característica de independência, criando o teste C. No mesmo ano, Whittle publicou um artigo discutindo a particularidade de processo estocástico no espaço, enfocando a bidirecionalidade da interação, e propôs o modelo econométrico do erro autorregressivo espacial (ALMEIDA, 2004).

Segundo Getis (2008), o desenvolvimento da literatura foi lento até Cliff e Ord, em 1973, publicarem um livro sobre autocorrelação espacial, reeditado em 1981. Eles

pesquisaram o que ficou conhecido como o problema de má especificação de análise espacial, isto é, modelos de estatísticas tradicionais que não levavam em conta a autocorrelação espacial. Outra contribuição importante foi a explicação e generalização do trabalho de Moran, desenvolvido por uma amostragem totalmente diferente, além de ampliar a aplicação das técnicas para vários campos do conhecimento.

Os estudos avançaram significativamente com os esforços do economista belgo-holandês Jean Paelinck, que cunhou o termo econometria espacial no início de 1970, sendo conhecido como o pai da Econometria Espacial. Juntamente com Klaassen lançaram um livro intitulado “Spatial Econometrics” em 1979, ressaltando a necessidade de modelar explicitamente as relações espaciais, como a assimetria nas interrelações espaciais e o papel da interdependência espacial.

Segundo Florax e Van de List (2003), a partir daí a econometria avançou, principalmente, por economistas e geógrafos holandeses e britânicos, como Bartels, Brandsma, Hordjik, Ketellapper e Nijkamp, da Holanda, e Fingleton, Haining, Ord e Upton, do Reino Unido.

Mais tarde, a atenção voltou-se para os Estados Unidos, com nomes como Anselin, Keilejian, Prucha e Cressie. No entanto, a perspectiva mais abrangente foi tratada no livro de Luc Anselin de 1988, em que discutiu sobre os métodos e modelos de econometria espacial. Segundo Anselin (1988, p. 7), econometria espacial é "o conjunto de técnicas que lidam com as peculiaridades causadas pelo espaço na análise estatística dos modelos de ciência regional".

Conforme Florax e Van de List (2003), o grande desenvolvimento ocorreu mesmo nos anos noventa, com a influência de fatores que impulsionaram a econometria espacial. Em primeiro lugar, os economistas clássicos e neoclássicos têm se preocupado com a característica temporal em vez da dimensão espacial. Este foi o motivo que levou Walter Isard a eliminar toda a resistência espacial da teoria econômica, fazendo surgir um debate sobre o espaço, se ele é apenas um facilitador geográfico ou se tem uma função intrínseca explicativa.

Segundo, a disponibilidade de dados e informações aumentou consideravelmente ao longo das últimas duas décadas. A internet, obviamente, contribui para o fácil acesso e, assim, estimula o uso de dados espaciais concomitantemente com tecnologias especializadas, tais como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sistemas de Posicionamento Global (GPS) (BOLFE et al., 2009). Porém, se os dados são limitados podem ocorrer problemas graves, sendo necessários modelos de processos espaciais que os evite.

A modelagem econométrica de relações espaciais entre as unidades geográficas ou econômicas é muito utilizada. Conforme Almeida; Perobelli e Ferreira (2008), na

implementação de modelos econométricos para macrorregiões de um país ou estados, não se deve ignorar os efeitos de dependência espacial dessas regiões, ou seja, autocorrelação espacial e heterogeneidade espacial, na estimativa e fases de inferência, uma vez que existe a possibilidade de surgir problemas. Os autores destacam como principal implicação o fato da amostra com dependência espacial conter menos informação que as partes não dependentes.

Dada a natureza especial destes efeitos, os problemas envolvendo relações espaciais podem ser resolvidas usando a metodologia desenvolvida no campo da econometria (ANSELIN, 1988). No entanto, em contraste com o problema de séries temporais, onde a noção de uma variável defasada pode ser tratada de uma forma direta, no contexto espacial, há muitas direções possíveis de interação, o que complica a análise de uma forma significativa.

2.5.1 Análise exploratória de dados espaciais (AEDE)

A presença de qualquer tipo de dependência espacial pode invalidar os resultados da regressão, tornando as estimativas dos parâmetros ineficientes, tendenciosas e inconsistentes (ANSELIN, 1988). O trabalho do pesquisador, então, é determinar qual o modelo que melhor se ajusta aos dados, sendo necessária uma análise exploratória de dados espaciais (AEDE).

De acordo com Anselin (1999), a AEDE é definida como o conjunto de técnicas que descrevem e visualizam as distribuições espaciais, identificam localizações espaciais atípicas (*spatial outliers*), descobrem padrões de associação espacial, agrupamentos (*clusters*) ou pontos quentes (*hot spots*) e sugerem estruturas espaciais ou outras formas de heterogeneidade espacial.

Essas técnicas empregadas na análise dos diversos fenômenos existentes entre as localidades são apresentadas sobre duas perspectivas, que Wise, Haining e Signoretta (1999) definiram como alisamento ou “*smooth*” (perspectiva global) e áspero ou “*rough*” (perspectiva local). No primeiro, como o próprio nome sugere, analisa uma área geográfica inteira. O último difere-se do primeiro, pois se concentra em um só lugar do espaço, identificando valores muito distintos dos encontrados na vizinhança (atípicos espaciais).

De acordo com Cressie (1993), o AEDE, do ponto de vista da análise econométrica espacial, analisa localizações geográficas de pontos ou polígonos (departamentos, municípios, etc), sendo denominado de grade ou rede, e é utilizada no estudo dos fenômenos socioeconômicos. Além disso, este instrumento é o mais apropriado no caso de pesquisas com

variáveis intensivas ou densas, ou seja, variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade, como no caso de variáveis divididas pela quantidade de trabalho ou de capital, por área ou per capita (ALMEIDA, 2004).

Para a implementação da AEDE, conforme Barreto (2007), a autocorrelação espacial e a heterogeneidade espacial devem ser consideradas. Estes efeitos espaciais são o ponto inicial para a análise espacial.

2.5.1.1 Autocorrelação espacial

A noção de autocorrelação espacial (ou dependência espacial) foi introduzida por Cliff e Ord (1973). Os pesquisadores comentaram que a autocorrelação é muitas vezes necessária para ver se a distribuição de alguma qualidade ou quantidade nos municípios ou estados de um país interfere nos municípios vizinhos.

No entanto, é possível encontrar algumas definições diferentes de autocorrelação espacial na literatura, como a de Anselin e Bera (1998) que a definem como sendo a coincidência de valores semelhantes em locais semelhantes. Já Goodchild (2007) está preocupada com o grau em que as atividades em algum lugar são semelhantes a outras atividades localizados nas proximidades. Tais conceitos refletem a primeira lei de Tobler da geografia, que ‘todas as coisas estão relacionadas com tudo ao seu redor, mas as coisas próximas estão mais relacionadas do que as coisas distantes’ (ALMEIDA, 2004).

De acordo com Bigman e Deichmann (2000), é possível destacar processos capazes de gerar a dependência espacial, relacionadas a uma variedade de processos de interação social. Se regiões vizinhas apresentam valores semelhantes para determinadas variáveis, isso pode ser o resultado de um padrão de difusão dirigido por comunicação pessoal ou imitação.

Haining (1990) apresenta outras três fontes dos processos espaciais: a dispersão espacial ou espraiamento de um atributo, em que a própria população, ao invés de um atributo, torna-se dispersa; o intercâmbio e transferência, em que bens ou serviços são trocados gerando uma convergência de renda ou de outras características; e a interação espacial, no qual eventos em um local influenciam e são influenciados por eventos em outros locais, como a transmissão de preços inter-regional.

Existem duas razões principais para medir a dependência espacial, conforme Tavares (2009). Primeiro, ela indexa a natureza e o grau em que um pressuposto fundamental

estatístico é violado e, por sua vez, indica até que ponto inferências estatísticas estão comprometidas. Segundo, a medida de autocorrelação espacial descreve o padrão geral através de uma paisagem geográfica, apoiando previsões espaciais e permitindo a detecção de desvios marcantes.

Desse modo, a dependência espacial pode ser positiva quando locais próximos uns dos outros apresentam valores semelhantes para a variável aleatória, e negativa quando valores dissimilares são agrupadas no espaço. Portanto, um elemento fundamental na medição e entendimento da autocorrelação espacial é uma descrição da relação entre o grau de semelhança entre as observações e a distância que as separa.

2.5.1.2 Heterogeneidade espacial

Outro efeito espacial, a heterogeneidade espacial, refere-se a diferentes relações econômicas ou distúrbios sobre o espaço, isto é, relações entre variáveis socioeconômicas podem não ser estáveis ao longo do espaço. Ela surge pela omissão de variáveis e outros tipos de erros de mensuração, levando a instabilidade estrutural.

Conforme Magalhães, Hewings e Azzoni (2000), a ocorrência de heterogeneidade espacial deve ser cuidadosamente tratada, devido a falta de homogeneidade das unidades espaciais. Diferentes regiões, como estados e cidades, possuem formas e tamanhos desiguais, o que pode gerar erros de medição e heteroscedasticidade. Assim, deve-se abandonar o tratamento igualitário dos parâmetros para não ocorrer má especificação do modelo.

No entanto, Anselin (1999) argumenta que há três razões importantes para estudar a heterogeneidade espacial. Primeiramente, como a instabilidade ocorre no espaço (meio geográfico), deve-se considerar a localização das observações para determinar a forma de instabilidade. Em segundo lugar, a heterogeneidade ocorre em conjunto com a autocorrelação, devido a característica espacial da estrutura. Assim, as técnicas econométricas padrões não são adequadas, podendo gerar resultados enganosos. Em terceiro lugar, em uma única seção transversal, autocorrelação espacial e heterogeneidade espacial podem ser observacionalmente equivalentes.

Este último argumento ressalta um problema que deve ser cuidadosamente observado para que se possa identificar cada parâmetro do modelo, nunca sendo considerados isoladamente um do outro. Corroborando com esta ideia, Almeida (2004) afirma que existe

uma ligação entre os dois efeitos espaciais, visto que a heterogeneidade espacial causa a dependência espacial e, por sua vez, a dependência espacial pode gerar heterogeneidade.

A inserção de ambos os efeitos espaciais, autocorrelação espacial e heterogeneidade espacial, são fundamentais para os estudos na área de econometria espacial. Segundo Kandel e Brown (2006), deve haver dados suficientes para distinguir entre os dois processos espaciais, tornando as questões em torno das análises espaciais complicadas. Entretanto, é preciso primeiro entender a estrutura da vizinhança, ou seja, as relações existentes entre as regiões, ou seja, uma medida de distância deve ser determinada. Estas distâncias são apresentadas na matriz de pesos espaciais, que define as relações entre os locais onde foram feitas medições.

2.5.1.3 Matriz de pesos espaciais

A matriz de pesos espaciais ou matriz W tem como base a contiguidade e pode ser construída de acordo com a vizinhança, a distância geográfica ou socioeconômica, ou a combinação das duas (ALMEIDA, 2004). A escolha da matriz de pesos é importante, visto que os resultados são sensíveis e variam conforme a matriz considerada.

A seleção de uma matriz de peso espacial tem sido descrita por Bucholtz (2004) como *ad hoc* e/ou *a priori* (como um adjetivo, o termo *ad hoc* é definido como preocupada com um determinado fim ou propósito). Na maioria dos casos, não é a intenção do modelo prever que tipo de matriz de pesos espaciais (ou os valores dos parâmetros usados para construir a matriz de pesos espaciais) está correto. O propósito de incluir uma matriz de pesos espaciais é corrigir problemas potenciais devido a efeitos espaciais, tais como estimativas dos parâmetros ineficientes. O termo *a priori* é definido como pressuposto pela experiência, sem exame ou análise; formado ou concebido de antemão.

Na maioria dos casos, a escolha da matriz de pesos é feita antes de executar o modelo. Em outras palavras, a matriz de pesos espaciais não é estimada como parte do modelo. No entanto, o tipo de matriz de peso espacial escolhido e os valores dos parâmetros escolhidos podem ser baseados em experiências anteriores ou intuição. A matriz de pesos espaciais W tem a seguinte forma:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & 0 & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

onde, w_{ij} reflete a intensidade da interdependência entre cada par de observações i e j . A matriz é quadrada, simétrica, não estocástica e deve ter todos seus elementos finitos e não negativos.

Espera-se que regiões próximas exercem maior impacto sobre um local que regiões mais distantes. A concepção desses 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. Desse modo, a escolha de qual o peso da matriz W para aplicar em um estudo torna-se crucial porque diferentes efeitos espaciais muitas vezes correspondem a diferentes padrões espaciais.

No entanto, existem diferentes tipos de matrizes de pesos espaciais e a escolha da mais apropriada deve ser baseada no valor da função de máxima verossimilhança e seguir, conforme Almeida (2004), quatro etapas simples:

- 1ª etapa - a especificação do modelo usada deve ser a mesma;
- 2ª etapa - utilizar um conjunto de matrizes de pesos espaciais;
- 3ª etapa - estimar regressões;
- 4ª etapa - escolher a matriz de pesos espaciais que obtiver o valor mais alto na função de máxima verossimilhança da regressão.

Desse modo, descreve-se a seguir os tipos de matrizes que podem ser utilizadas.

2.5.1.3.1 Matriz binária

A dimensão de uma matriz de peso espacial W é dada pelo número de observações. Uma matriz com um peso w_{ij} reflete a relação espacial entre a observação i e j . No caso de uma estrutura binária, w_{ij} representa relações de contiguidade. De acordo com Anselin (2003), uma matriz de contiguidade é simétrica e tem por objetivo identificar as regiões vizinhas a cada observação i do conjunto de n observações da amostra.

Em uma matriz binária, atribui-se o valor “1” quando as observações i e j são consideradas vizinhas, e “0” para todas as outras observações, ou seja, nenhuma região i pode

ser vizinha dela mesma. Neste caso, os elementos da diagonal da matriz de pesos, w_{ij} , são fixados em zero. A especificação típica da relação de contiguidade na matriz de pesos espaciais (W) é dada na equação:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ são contíguos} \\ 0 & \text{se } i \text{ e } j \text{ não são contíguos} \end{cases} \quad (3)$$

Mais especificamente, a matriz binária pode ser expressa por:

$$w_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & 0 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Para cada ponto de dados, a vizinhança é definida como os locais que interagem com essa unidade e influenciam seu valor. Porém, a determinação do conjunto de vizinhos não é sem nenhum grau de arbitrariedade, a adjacência entre unidades espaciais podem ser limitadas de diversas maneiras, variando conforme as alocações efetuadas entre os pontos vizinhos. De acordo com Almeida (2004), esse problema pode acontecer devido a algumas regiões ter uma ampla área e muitos vizinhos, e algumas regiões possuem áreas pequenas com poucos vizinhos. Para superar esse aspecto, o autor sugere que seja adotada uma matriz dos k vizinhos mais próximos, convencionalmente a base é a distância geográfica.

Neste sentido, as relações de vizinhança podem ser definidas através de três tipos de grades distintas (Figura 4).

	b	
b	a	b
	b	

Torre

c		c
	a	
c		c

Bispo

c	b	c
b	a	b
c	b	c

Rainha

Figura 4 – Tipos de contiguidade nas unidades espaciais
Fonte: Anselin (1988).

Conforme a figura 4, as relações de vizinhança podem ser definidas em torre, bispo ou rainha. Estes fazem uma alusão ao jogo de xadrez, representando a movimentação que as determinadas peças podem fazer no tabuleiro.

A célula a pode ser considerada em diferentes direções. No caso da torre, ela pode ser contígua das células denominadas b , ou então no bispo a contiguidade de a pode estar associada às células denominadas c , ou simplesmente, a rainha, pode ser uma combinação dos dois limites (PINHEIRO, 2007).

Segundo Martori, Hoberg e Madariaga (2008), esta matriz, embora seja uma representação sintética da configuração espacial das unidades, apresenta dois inconvenientes. Por um lado, ela é simétrica, o que implica que não pode incorporar influências não recíprocas. Por outro lado, contém apenas contatos físicos, não pode considerar influências entre duas observações muito distantes geograficamente, ou regiões que possuem proximidade não física, como as que mantêm fortes relações comerciais. Para superar esses problemas tem sido desenvolvido matrizes de pesos espaciais com elementos genéricos diferentes da simples contiguidade entre unidades.

2.5.1.3.2 Matriz de distância inversa

Outra matriz de pesos espaciais é a matriz de distância inversa. Ela também é, originalmente, simétrica e tem formato $n \times n$ dos dados. Mais uma vez os elementos da diagonal principal são iguais a zero. Por definição, a distância entre um objeto e ele mesmo é sempre zero.

Segundo Almeida (2004), as observações que estão geograficamente mais distantes possuem um grau de interação menor. Desse modo,

$$W_{ij} = f(d_{ij}) \quad (5)$$

em que os pesos estão em função da distância entre as localidade i e j .

No entanto, uma prática comum para definir uma matriz de distância inversa é o uso de uma função de decaimento de distância, sendo expressa de diversas formas. Conforme Gumprecht, Müller e Rodríguez-Díaz (2007), pode-se assumir que o grau de ponderação é

controlado por um parâmetro de localidade φ . A decadência de distância pode ser modelada por uma função exponencial negativa,

$$w_{ij} = \exp(-\varphi d_{ij}) \quad (6)$$

com d_{ij} que denota as distâncias geográficas entre a região i e j .

De acordo com Almeida (2004), surge um problema com esse tipo de equação, pois o parâmetro φ é estimado arbitrariamente muitas vezes. Por conseguinte, a medida que a variável d_{ij} tende a zero, o valor de w_{ij} começa a aumentar significativamente, aproximando-se do infinito.

O autor, então, aconselha a estimação do parâmetro junto ao modelo. No entanto, ressalta que com isso surgirá um novo problema, o da identificação, pois a medida que os parâmetros multiplicam os pesos, os mesmos não conseguirão ser identificados separadamente.

Na análise espacial, as matrizes de distância inversa e as matrizes binárias são muito utilizadas. Porém, nenhuma das duas está restrita ao espaço geográfico, sendo necessário usar algum outro tipo de característica para formular uma distância adequada ou medição de conectividade.

2.5.1.3.3 Matriz de pesos espaciais geral

O simples conceito de contiguidade binária foi estendido por Cliff e Ord (1981) para incluir uma medida mais geral do potencial de interação entre duas unidades espaciais, a matriz de pesos espaciais gerais. Os autores sugeriram uma matriz assimétrica construída com informações da distância entre pontos e extensão da fronteira comum.

De acordo com Hernández (2011), o uso desta matriz proporciona mais flexibilidade ao investigador, dando-lhe liberdade para escolher o conjunto de ponderações que considera mais apropriada para cada evento, como a estrutura de interdependências de um sistema regional, as barreiras naturais ou o tamanho das regiões.

Esta matriz pode ser expressa pela função,

$$w_{ij} = d_{ij}^{-\alpha} \beta_{ij}^b \quad (7)$$

onde:

d_{ij} = significa a distância que separa as localidades i e j ;

β_{ij} = representa a dimensão, com relação a i , da fronteira comum entre i e j ;

α e b = são parâmetros com valores positivos a estimar. Anselin (1988) sugere que esses parâmetros sejam dados *a priori* e não sejam estimados conjuntamente, com o intuito de evitar problemas; e

w_{ij} = expressa um peso ou ponderação.

Deve-se destacar que β_{ij} difere de β_{ji} , conforme a figura 5:

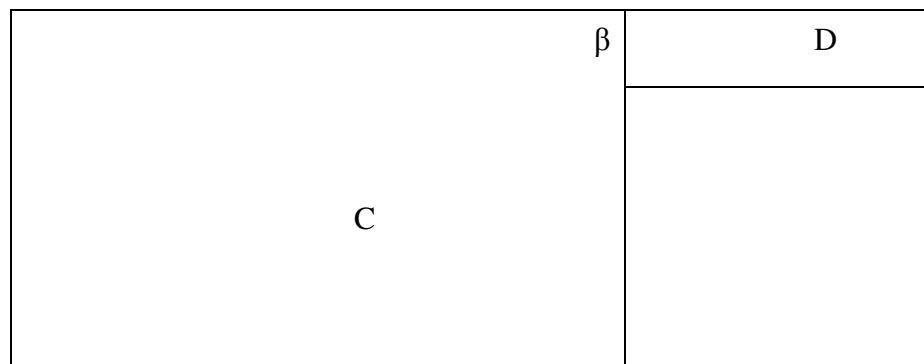


Figura 5 - Representação dos Pesos Espaciais Gerais
Fonte: Almeida (2004).

Conforme a figura 5, a fronteira entre C e D não é igual. É possível perceber que a dimensão da fronteira de C em relação a D tem valor menor do que a fronteira de D em relação a C, ou seja, $\beta_{CD} < \beta_{DC}$. Com isso, tem-se como efeito a assimetria da matriz de pesos W de Cliff-Ord (PINHEIRO, 2007).

Segundo Yrigoyen (2003), a especificação adequada dos elementos desta matriz, w_{ij} , é um dos pontos metodológicos mais difíceis e controversos na econometria espacial. Portanto, é necessário ter cuidado na hora de estimar os pesos espaciais para evitar possíveis correlações espúrias. Os fatores mais importantes a considerar na determinação dos ponderadores dependerão de cada estudo em particular.

2.5.1.4 Operador de defasagem espacial

A partir da matriz de pesos espaciais torna-se possível a ligação entre uma variável de um ponto no espaço geográfico e as observações dessa mesma variável em outros pontos do sistema. No contexto de séries temporais, isso seria possível mediante um operador que defasaria a variável em um ou mais períodos de tempo (PINHEIRO, 2007). No entanto, a defasagem espacial não é tão simples, visto que se devem considerar os diferentes bairros de uma região.

Conforme Almeida, Perobelli e Ferreira (2008), o conceito de mudança espacial envolve a análise de observações que estão distantes de uma ou mais localidades, em que a variável Y observada na região (i, j) pode ser medida em diversas direções (Figura 6).

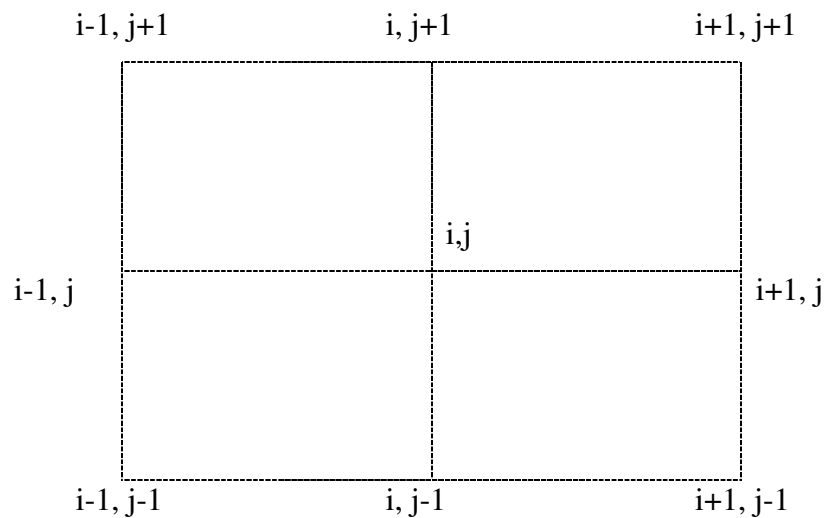


Figura 6 - Defasagem espacial com grades regulares

Fonte: Anselin (1988).

Para estruturas regulares, o número de vizinhos depende do critério de contiguidade utilizada. Utilizando o critério de contiguidade da torre, os deslocamentos seriam $y_{i-1,j}$, $y_{i,j-1}$, $y_{i+1,j}$ e $y_{i,j+1}$; no caso da matriz de contiguidade baseado no bispo seguem as seguintes coordenadas $y_{i-1,j-1}$, $y_{i+1,j-1}$, $y_{i+1,j+1}$ e $y_{i-1,j+1}$; já no critério da rainha, o número de localizações possíveis aumenta para 8.

Além disso, conforme Anselin (1988), quando a estrutura é irregular, você pode encontrar um número grande de possíveis direções. Portanto, o número de parâmetros

associados com os diferentes bairros pode levar a uma análise significativamente difícil, ou seja, se há uma grande quantidade de dados e uma estrutura regular, pode ser que os graus de liberdade restantes não sejam suficientes para permitir uma estimativa eficiente destes parâmetros.

De acordo com o autor, este problema pode ser resolvido utilizando a soma ponderada de todos os valores pertencentes a uma classe de contiguidade dada, em vez de tomar cada um individualmente, através do conceito de defasagem espacial. Este operador pode ser definido como a média ponderada de variáveis aleatórias em locais vizinhos, com pesos fixos e exógenos, obtido da seguinte forma:

$$B^s y_i = \sum_j w_{ij} y_j \quad ; \quad \text{com } j = 1, \dots, N \quad (8)$$

onde:

B^s = é o operador de defasagem associado com o critério de contiguidade s ;

$\sum_j w_{ij} y_j$ = somatório das multiplicações entre as observações nas proximidades (i) pelo seu peso correspondente da matriz de peso w ;

j = é o índice das observações que pertencem a classe de contiguidade s no que diz respeito a localização i ;

w_{ij} = ponderações da matriz de pesos espaciais; e,

y_j = variável aleatória no ponto j da vizinhança.

Para todas as observações do sistema como parte do vetor B , para a classe de contiguidade s , tem-se a expressão anterior em termos matriciais:

$$B^s y = W_\delta y \quad (9)$$

onde W_δ é a matriz de ponderação espacial para a contiguidade de ordem δ .

Segundo Anselin (1988), a matriz W utilizada na defasagem espacial é frequentemente padronizada por linhas que somam 1, ou seja, $\sum_j w_{ij} = 1$. Apesar de não seguir nenhuma regra imposta pela estatística e a matemática, tal característica pode ajudar os pesquisadores na interpretação e na comparação de seus coeficientes com outros estudos.

Conforme Pinheiro (2007), após selecionar a matriz mais adequada, utilizando a AEDE, é necessária a investigação da influência dos efeitos espaciais através das medidas de autocorrelação espacial global e local.

2.5.1.5 Autocorrelação espacial global

O estudo da AEDE determina o comportamento das variáveis e reflete a característica espacial das unidades utilizando a autocorrelação espacial. Essa ferramenta permite descobrir se é cumprida a hipótese de que uma variável tem uma distribuição aleatória ou se, pelo contrário, existe uma associação significativa de valores semelhantes ou diferentes entre zonas vizinhas.

De acordo com Garcia, Soares Filho e Moro (2006), existem vários testes desenvolvidos para detectar dependência espacial. No entanto, o procedimento mais famoso na literatura é baseado no Índice de Moran ou I de Moran (MORAN, 1948). Trata-se de uma medida para a intensidade da autocorrelação espacial em um processo estocástico espacial (HERNÁNDEZ, 2011). Ele foi originalmente desenvolvido para matrizes de contiguidade binária (matrizes de vizinhança), mas não é restrito a esse caso.

O teste I de Moran pode ser expresso como:

$$I = \left(\frac{n}{S_0} \right) \left(\frac{\sum_i \sum_j (y_i - \bar{y}) w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \right) \quad (10)$$

onde:

w_{ij} = elemento da matriz de pesos espaciais correspondente ao par (i, j), medindo o grau de interação entre eles;

$S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij} = \sum_{(2)} w_{ij}$, ou seja, a soma dos pesos espaciais;

\bar{y} = valor médio ou esperado da variável y;

n = número de observações ou tamanho amostral;

y_i = taxa observada de crescimento da localidade i (variável de interesse);

i e j = localidades ou regiões.

Quando se utiliza uma matriz de interações espaciais padronizada por linhas, que é a situação ótima de aplicações deste teste, o termo S_0 é igual a n , uma vez que a soma dos valores de cada linha é igual a unidade. Desse modo, a expressão toma a seguinte forma:

$$I = \frac{\sum_{(2)} w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \quad (11)$$

Neste caso, quando os valores de I são menores (ou maiores) do que o valor esperado $E(I) = -1/(n-1)$ significa que há autocorrelação negativa (ou positiva). Embora a estatística varie de -1 a $+1$, quando são encontrados similaridade nos valores de uma variável aleatória há presença de aglomeração no espaço (autocorrelação espacial positiva), ou, no caso contrário, estão em locais cercados por unidades vizinhas com valores diferentes (autocorrelação espacial negativa).

No entanto, pode ocorrer uma situação em que o valor de I aproxima-se de zero devido ao aumento do tamanho da amostra. Neste caso, seu valor torna-se próximo do esperado, $E(I)$, indicando ausência de correlação espacial, o que pode-se tomar como evidência de uma distribuição aleatória dos valores do atributo sobre o espaço (MARTORI; HOBERG; MADARIAGA, 2008).

Um instrumento de AEDE que é muito útil para a análise de autocorrelação espacial é o diagrama de dispersão de Moran (Moran *scatterplot*), proposto por Anselin (1996). Além de tornar possível a interpretação do coeficiente I de Moran, ele também reflete a estrutura espacial considerando na análise escalas de vizinhança e de tendência.

De acordo com Almeida et al. (2006), na construção do gráfico de dispersão as coordenadas da abscissa são representadas por uma variável com valor previamente padronizado para cada unidade e o eixo das ordenadas contém as médias ponderadas dos valores observados para os vizinhos dessas unidades, ou seja, a defasagem espacial da variável padronizada. Outra característica é a inclinação da linha de regressão expressa pelo valor do teste I de Moran, indicando que quanto maior o ângulo que ela forma com o eixo horizontal, mais forte o grau de autocorrelação espacial, e vice-versa. Além disso, os pontos no gráfico de dispersão mostram as tendências locais.

Segundo Capucho (2010), o gráfico de dispersão contém quatro quadrantes. Os quadrantes apresentam associações espaciais com conjuntos de valores alto - alto, baixo - baixo, baixo - alto e alto - baixo (Figura 7):

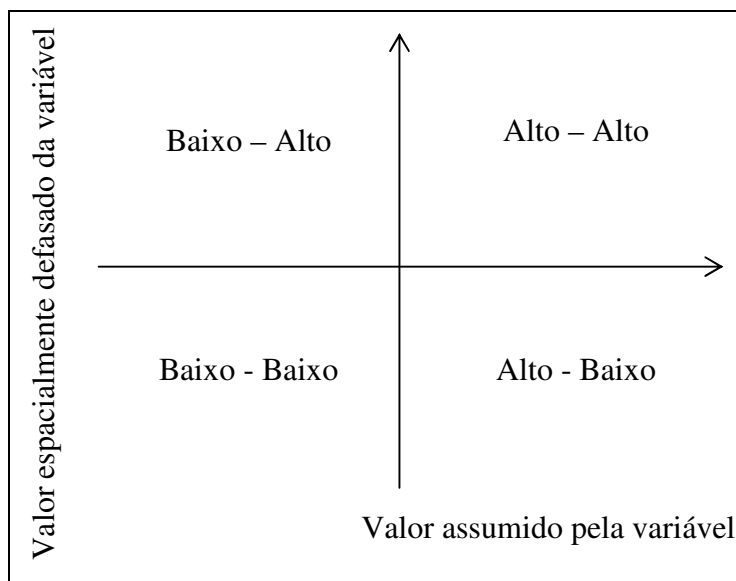


Figura 7 – Diagrama de dispersão de Moran
 Fonte: Pimentel e Haddad (2004).

Na figura 7, o primeiro quadrante (canto superior direito) apresenta as localidades com valores acima da média de uma determinada variável, próximas de regiões que também possuem valores altos para a mesma variável. Este quadrante representa associação classificada como alto-alto (AA).

Os pontos no segundo quadrante (canto inferior direito) estão associados com valores altos da variável de interesse em determinada localidade rodeado por valores baixos na vizinhança. Este quadrante é classificado como alto-baixo (AB).

No terceiro quadrante (canto inferior esquerdo) estão expressas as regiões com valores abaixo da média, que estão cercadas por localidades em que a variável analisada também possui valores baixos. Este quadrante forma associação do tipo baixo-baixo (BB).

No quarto quadrante (canto superior esquerdo) são os territórios que têm um valor abaixo da média, mas são cercados por regiões com valores mais elevados. Este quadrante é classificado como baixo-alto (BA).

De acordo com Pinheiro (2007), o diagrama de dispersão possui dois quadrantes com autocorrelação espacial positiva (primeiro e terceiro), em que as regiões apresentam valores acima ou abaixo da média, e dois com autocorrelação espacial negativa (valores altos cercados por valores baixos e vice-versa). Se o gráfico, entretanto, possui pontos espalhados nos quatro quadrantes, é um indicativo da ausência de correlação espacial.

Podem ocorrer situações em que a dependência espacial global está em conformidade com o padrão local. No entanto, conforme Yrigoyen (2003), o primeiro caso pode ocorrer

quando não se detecta a presença de associação espacial global na distribuição de uma variável, porém existem alguns arranjos locais (*clusters* ou *outliers*). Por outro lado, existe a possibilidade de que, ao identificar dependência em nível global, nem todas as regiões do espaço considerado contribuam com o mesmo peso no indicador global, ou seja, podem existir algumas localidades em que a variável se distribua de forma aleatória junto a outras, contribuindo com a dependência existente. Dessa forma, torna-se necessária a utilização de ferramentas que meçam a autocorrelação espacial local.

2.5.1.6 Autocorrelação espacial local

Medidas globais de associação espacial são boas ferramentas para ajudar a decidir se o agrupamento é uma tendência geral dos dados. No entanto, conforme Yrigoyen (2003), mesmo quando os índices globais não mostram associação espacial, a existência de *clusters* pode ser significativa. Por outro lado, significativas estatísticas globais podem esconder padrões de associações locais.

Para desviar esse problema, Anselin (1995) propôs o I de Moran local. Esse indicador é uma “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” (ALMEIDA, 2004, p. 43).

O Moran I local pode ser expresso pela fórmula:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\frac{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (12)$$

em que:

w_{ij} = elemento da matriz de pesos espaciais correspondente ao par (i, j);

\bar{y} = valor médio ou esperado da variável y;

n = número de observações ou tamanho amostral;

y_i = taxa observadas de crescimento da localidade i.

De acordo com Capucho (2010), o I local pode identificar diferenças de uma variável em uma determinada região e as localidades ao seu redor. Desta forma, o indicador local de

associação espacial (LISA - *Local Indicators of Spatial Association*) demonstra em quais observações específicas a dependência espacial é mais intensa, ou seja, pode ser usado para identificar visualmente aglomerados espaciais (*clusters*).

Segundo Anselin (1995), os indicadores LISA cumprem duas condições. Primeiro, ela fornece uma indicação do grau de associação espacial para cada observação i com outras observações próximas que possuem valores similares. Segundo, a soma dos LISA para todas as observações é proporcional ao indicador global de autocorrelação.

2.5.2 Modelos de econometria espacial

Os modelos de econometria espacial são utilizados para resolver problemas potenciais introduzidos pela presença de efeitos espaciais na análise de regressão. Um desses efeitos, a dependência espacial, aparece como consequência de autocorrelação em variáveis explicativas (Wx), dependentes (Wy) ou no termo de erro (Wu).

De acordo com Pineda (2006), a origem da autocorrelação espacial determina o tipo de especificação do modelo de regressão que deve ser seguido. Conforme o autor, as causas de dependência espacial podem ser de duas formas: residual e substantiva. Na primeira, sua ocorrência é derivada dos erros de medida, em que há baixa correspondência entre o âmbito espacial do fenômeno de estudo e as unidades espaciais de observação. Na segunda, existem vários fenômenos de interação espacial, ou seja, o que ocorre em um ponto no espaço é determinado pelo que acontece em outro (s) ponto (s) devido à interdependência no tempo e no espaço de unidades espaciais.

A existência destes fenômenos deve considerar o tipo de estatística a ser utilizada. Desse modo, torna-se fundamental a descrição dos modelos a serem estimados.

2.5.2.1 Modelo de defasagem espacial

O modelo de defasagem espacial (*spatial lag model*) é um caso de dependência espacial substantiva. Possui como característica a interação espacial entre as unidades, em que os acontecimentos de uma região afetam outros territórios.

A regressão espacial nesse modelo inclui a variável dependente espacialmente defasada, Wy , como uma variável explicativa. Conforme Capucho (2010), como o termo dependente de defasagem espacial está correlacionado com o erro, o estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) não pode ser usado, um vez que torna-se tendencioso e inconsistente.

O modelo de defasagem espacial pode ser expresso pela equação:

$$y = \rho W_y + X\alpha + \mu \quad (13)$$

onde:

y = vetor de observações da variável dependente, de ordem $(N \times 1)$;

Wy = vetor de defasagens espaciais da variável dependente, de ordem $(N \times 1)$;

X = matriz de observações das variáveis explicativas, de ordem $(N \times K)$;

α = vetor de parâmetros correspondentes as variáveis explicativas $(K \times 1)$;

μ = vetor de ordem $(N \times 1)$ de perturbações aleatórias normalmente distribuídas, com média zero e variâncias constantes (homoscedásticas);

ρ = coeficiente espacial autorregressivo que reflete a intensidade das interdependências entre as observações amostrais da variável endógena e cujo sinal indica a natureza da interação entre as observações.

A equação 13 pode ser escrita de forma simplificada, o que facilita sua interpretação. Essa expressão pode ser transformada:

$$Y = (I - \rho W) - 1X\beta + (I - \rho W) - 1\varepsilon \quad (14)$$

Segundo Garcia (2003), quando a autocorrelação espacial é significativa, a multiplicação do termo $(I - \rho W) - 1$ por $X\beta$ possui impacto sobre Y diferente do convencional por MQO. Ou seja, uma mudança marginal em X não é somente igual a β em uma região, mas é transmitida a todas as unidades geográficas do estudo através do efeito multiplicador global. Esta mesma interpretação também é válida para o termo de erro, no caso de omitir de forma errônea alguma defasagem espacial da variável endógena, as variáveis excluídas passariam a ser espacialmente correlacionados.

2.5.2.2 Modelo de erro espacial

Quando a dependência espacial está incorporada na estrutura de erro deve-se estimar o modelo de erro espacial (*spatial error model*). Ao medir a intensidade da dependência espacial através dos resíduos, este modelo captura o efeito de difusão, no qual um choque externo em uma região específica i não somente afeta a região em si, mas também afeta o valor da variável dependente em outros lugares. Além disso, este efeito diminui com a distância (GÁMEZ, 2009).

Segundo Pinheiro (2007), a defasagem espacial no erro é um importante instrumento utilizado para detectar erros de especificação no modelo, como distúrbio nas especificações, heterocedasticidade ou variáveis não observadas.

O modelo de erro espacial pode ser expresso como:

$$\begin{aligned} Y &= X\beta + u \\ u &= \lambda Wu + \varepsilon \end{aligned} \tag{15}$$

em que:

Y = vetor de observações da variável dependente ($N \times 1$);

X = matriz de observações das variáveis explicativas ($N \times K$);

β = vetor de coeficientes da regressão ($K \times 1$);

u = vetor nos termos de erro ($N \times 1$);

λ = coeficientes autorregressivos;

Wu = defasagem espacial dos erros;

ε : termo de erro bem comportado, com média zero e matriz de variâncias constante.

De acordo com Capucho (2010), as consequências de ignorar a dependência espacial do erro não são tão severas como as de ignorar a dependência no modelo de defasagem espacial. O principal problema consiste que os estimadores de MQO são não-tendenciosos e consistentes, porém ineficientes.

O procedimento de estimação utilizado nesse caso é o de máxima verossimilhança. Os estimadores gerados são consistentes e não-viesados, baseando-se na distribuição normal dos erros.

2.5.2.3 Etapas da estimação do modelo espacial

Para escolher o modelo espacial mais apropriado, Florax, Folmer e Rey (2003) descreveram alguns passos a serem seguidos:

- 1º) Estimar o modelo $y = X\beta + \varepsilon$ pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários;
- 2º) Mediante o teste de Multiplicador de Lagrange, testa-se a hipótese de ausência de autocorrelação espacial para o erro espacial ($ML\lambda$) e/ou para a defasagem espacial ($ML\rho$).
- 3º) Verificar a significância, podendo ocorrer uma das seguintes situações:
 - a) Se os dois multiplicadores não forem estatisticamente significativos, indicando ausência de dependência espacial, segue-se a estimação por MQO;
 - b) Se ambos os testes apresentarem significância, no caso de $ML\rho < ML\lambda$, estima-se o modelo utilizando o componente de erro espacial, ou no caso de $ML\rho > ML\lambda$, estima-se o modelo econométrico espacial utilizando a defasagem;
 - c) Se $ML\lambda$ for significativo, mas $ML\rho$ não, estima-se a estatística de erro espacial, caso contrário, utiliza-se o modelo de defasagem.

2.6 Função da produção

A análise da produção tem por base a estrutura teórica da função de produção Cobb-Douglas. Essa equação surgiu das pesquisas realizadas por Charles Cobb e Paul Douglas, publicadas no livro *A Theory of Production* de 1928. Nela estão relacionadas quantidades de fatores de produção utilizados (*inputs*) com os níveis de produção alcançados (*outputs*) e um determinado estado da tecnologia.

De acordo com Castro (2002), a função de produção é a mais utilizada devido a facilidade de interpretação e a qualidade das estatísticas geradas. A mesma pode ser expressa como:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (16)$$

onde:

Y = produção;

K = estoque de capital;

L = mão-de-obra empregada em uma economia;

A = parâmetro que representa o nível de tecnologia;

α e β = coeficientes que representam as elasticidades relacionados à mão-de-obra e ao capital, sendo $0 < \alpha$ e $\beta < 1$.

De acordo com Soukiazis e Cerqueira (2008), a função Cobb-Douglas mostra que a relação entre a produção e os insumos é não linear. Porém, para a estimação do modelo de regressão deve-se partir de uma função linear nos parâmetros. Assim, a transformação mais comum é adotar sua forma logarítmica (log-log) e acrescentar o termo de erro. Aplicando logaritmos a equação, tem-se:

$$\text{Log}Y_t = \beta_1 + \beta_2 \text{log}L_t + \beta_3 \text{log}K_t + \varepsilon \quad (17)$$

cujo t representa as regiões do estudo.

A partir da regressão linear múltipla, transformada da função de produção, deve-se realizar a análise do modelo, testando o grau de ajustamento, a significância estatística geral e dos coeficientes estimados.

3 METODOLOGIA

Faz-se necessário, inicialmente, descrever o tipo de pesquisa utilizado e os procedimentos metodológicos adotados. Em seguida, descrevem-se o quociente locacional e a função de produção que será estimada com base na econometria espacial e as informações sobre as variáveis e fonte de dados.

3.1 Caracterização da Pesquisa

O trabalho analisa a influência que a dimensão espacial tem sobre a produção leiteira dos municípios do Rio Grande do Sul no ano de 2010. Conforme Gil (1995), esta pesquisa caracteriza-se como quantitativa e *ex post facto*, uma vez que são utilizadas variáveis numéricas após terem interferido sobre o objeto de pesquisa, sem a interferência do pesquisador. O método utilizado é o estatístico, visto que são utilizadas técnicas de análise de modelos multivariados.

A coleta de dados foi feita a partir da consulta a dados secundários. Especificamente, utilizam-se dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação de Economia e Estatística (FEE), Ministério da Educação (MEC), Banco Central (Bacen), Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) do Rio Grande do Sul e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A população foi constituída por dados dos 496 municípios do Estado do Rio Grande do Sul para o ano de 2010.

3.2 Descrição das variáveis e fontes de dados

Para a especificação da função da produção de leite do Rio Grande do Sul, utilizam-se as mesmas variáveis do trabalho de Capucho (2010), Rocha e Parré (2009) e Pinheiro (2007),

ou seja, variáveis climáticas, de infraestrutura e socioeconômicas, com o intuito de obter maior precisão na especificação do modelo.

Sigla	Descrição	Fonte
VBP	Valor bruto da produção de leite (variável dependente)	FEE
K	Variável capital, especificada pelo valor total do crédito rural (financiamentos) em reais obtido pelos produtores de leite	Bacen
L	Variável trabalho, ou seja, número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agropecuários	RAIS
A	Área de pastagem nos estabelecimentos rurais	PAM/IBGE
Rp	Rodovias pavimentadas, medida em quilômetros	DAER/RS
Rnp	Rodovias não pavimentadas, medida em quilômetros	DAER/RS
E	Média de consumo de energia elétrica rural (megawatt)	FEE
T	Temperatura média anual, em graus centígrados. Foi classificada em nove valores: valor 1 para a faixa de temperatura entre 8 e 10 graus centígrados; valor 2 para 10 a 12 graus centígrados; valor 3 entre 12 a 14 graus centígrados; valor 4 para o intervalo de 14 a 16 graus; valor 5 entre a faixa 16 a 18 graus centígrados; valor 6 denota a faixa 18 e 20 graus; valor 7 entre a faixa de 20 e 22 graus; valor 8 para 22 a 24 graus; e valor 9 para 24 graus centígrados ou mais.	INMET
C	Precipitação total anual, em mm. Admiti onze valores: valor 1 para a faixa de temperatura entre 1200 a 1300 mm; valor 2 para 1300 a 1400 mm; valor 3 entre 1400 a 1500 mm; valor 4 para o intervalo de 1500 a 1600 mm; valor 5 entre a faixa 1600 a 1700 mm; valor 6 denota a faixa 1700 e 1800 mm; valor 7 entre a faixa de 1800 e 1900 mm; valor 8 para 1900 a 2000 mm; valor 9 entre 2000 e 2100 mm; valor 10 para 2100 a 2200; e valor 11 para a faixa entre 2200 a 2300 mm.	INMET
Q	Quantidade produzida de leite no ano de 2010, em litros	SIDRA/IBGE
EST	Número de estabelecimentos que produziram leite nos municípios	SIDRA/IBGE
P	Produtividade leiteira, expressa em litros/vaca	SIDRA/IBGE
ED	Número de alunos matriculados na Zona Rural	IDE/MEC

Quadro 1 - Variáveis socioeconômicas, de infraestrutura e climáticas

Fonte: Elaborada pela autora.

Para a análise das variáveis VBP, L, K, A, E, Rp e Rnp é necessário dividi-las pela área territorial dos municípios, que é medida em Km². Dessa forma, são obtidas variáveis intensificadas que, de acordo com Almeida et al. (2006), não geram enganos na interpretação

dos resultados, uma vez que deixam de estar relacionadas à área das regiões ou ao tamanho da população em estudo.

3.3 Medida de especialização e especificação do modelo

Inicialmente, calcula-se o Quociente Locacional para os 496 municípios do Rio Grande do Sul para o ano de 2010, a fim de comparar a especialização deles com relação ao restante do Estado. A fórmula do QL adotado na pesquisa é a seguinte:

$$QL_{ij} = \left(\frac{VPL_j/VAA_j}{VPLRS/VAARS} \right) \quad (18)$$

em que:

VPL_j = valor da produção de leite no município j;

VAA_j = valor adicionado na agropecuária do município j;

VPLRS = valor da produção de leite no RS; e

VAARS = valor adicionado na agropecuária do RS.

Para a análise, utiliza-se a mesma variável de controle do trabalho de Marion Filho, Fagundes e Schumacher (2011), ou seja, $QL \geq 2$. Portanto, serão destacados os quocientes dos municípios que atingiram uma especialização igual ou superior a duas vezes a calculada para o Estado no ano de 2010.

Para a análise espacial, o modelo econométrico proposto consiste na análise de dados do tipo seção cruzada (*cross-section*) para a função de produção logaritmizada dos municípios do Rio Grande do Sul. O mesmo é expresso pela equação:

$$\begin{aligned} \text{LogVBP}_t = & \beta_0 + \beta_1 \log K_t + \beta_2 \log L_t + \beta_3 \log A_t + \beta_4 \log E_t + \beta_5 \log Rp_t + \beta_6 \log Rnp_t + \\ & \beta_7 \log T_t + \beta_8 \log C_t + \beta_{10} \log EST_t + \beta_{10} \log Q_t + \beta_{10} \log P_t + \beta_{10} \log ED_t + \varepsilon_t \quad (19) \end{aligned}$$

em que $t = 1, 2, 3 \dots 496$ municípios gaúchos.

Especificamente, examina-se a importância e a participação que cada variável possui na função de produção da pecuária leiteira do Rio Grande do Sul, verifica-se os demais

elementos que compõem essa função e determina-se a existência de dependência espacial entre as localidades.

Para tanto, são utilizados os procedimentos da Análise Exploratória de Dados espaciais (AEDE) e dos modelos de regressão econométrica, elaborados com base nas técnicas da econometria espacial e da análise *cross-section*.

A utilização da AEDE se justifica por ser um método que objetiva descrever as interações espaciais (dependência espacial) e as estruturas espaciais (heterogeneidade espacial). Compreende um conjunto de ferramentas de visualização através de mapas e gráficos adquiridos pelo Índice de Moran Global e Local.

Neste trabalho, a AEDE é importante para mostrar o grau de desigualdade espacial da produção de leite dos municípios, verificar a distribuição espacial da produção e da produtividade de leite ao longo do tempo; analisar os padrões de associação espacial (*clusters* espaciais); e, identificar localizações atípicas (*outliers* espaciais).

Em seguida, a equação da produção de leite é estimada por MQO, realizando os testes e correções das variáveis. A partir da equação corrigida verifica-se a presença de um componente espacial no modelo, visando sua estimação pela econometria espacial.

O modelo de regressão é utilizado para verificar que variáveis são importantes para explicar as diferenças de produção de leite e mostrar se há influência de determinado município sobre o seu vizinho via efeito transbordamento.

As análises estatísticas são efetuadas no software *Geodata Analysis* (GeoDa), versão 1.0.1 (Beta).

4 A PRODUÇÃO E O COMÉRCIO MUNDIAL E BRASILEIRO DE LEITE

A produção de leite possui algumas características econômicas, técnicas e sociais que são peculiares. Sua exploração garante renda mensal às propriedades, que utilizam mão de obra familiar e/ou geram empregos nas comunidades rurais, além de possuir uma cadeia produtiva garantida no mercado nacional e internacional, fazendo parte dos produtos essenciais para a alimentação humana. Por outro lado, é uma atividade que absorve ganhos tecnológicos de produção com rapidez e pode ser realizada visando a preservação ambiental. Dessa forma, o objetivo deste capítulo é fornecer informações sobre os principais produtores, a produtividade, a importação e a exportação de leite no mundo, com destaque para o Brasil e Estado do Rio Grande do Sul.

4.1 O contexto internacional da atividade leiteira

A produção mundial de leite é concentrada, com a participação de poucos países. A quantidade total produzida no mundo, em 2010, foi de aproximadamente 599 milhões de toneladas, segundo dados elaborados pela FAO (2012). Os dez países que mais produzem leite foram responsáveis por 55,68% dessa produção mundial e apresentam crescimento entre os anos de 2008 e 2010 (Tabela 1).

Tabela 1 – Dez maiores produtores de leite no mundo (2008 - 2010)

	Produção (mil toneladas)			Média
	2008	2009	2010	
Estados Unidos	86.177	85.881	87.461	86.506
Índia	47.006	47.825	50.300	48.377
China	35.874	35.510	36.036	35.807
Rússia	32.111	32.326	31.895	32.111
Brasil	28.441	30.008	31.668	30.039
Alemanha	28.656	29.199	29.629	29.161
França	23.565	22.653	23.301	23.173
Nova Zelândia	15.217	15.667	17.011	15.965
Reino Unido	13.719	13.237	13.960	13.639
Turquia	11.255	11.583	12.480	11.773
Total dos países selecionados	322.021	323.889	333.741	326.550
Total da produção mundial	583.250	586.471	599.438	589.720
Países selec./prod. Mundial (%)	55,21	55,23	55,68	55,37

Fonte: Elaborada pela autora com base na FAO (2012).

Os Estados Unidos são o maior produtor de leite de vaca do mundo, com aproximadamente 26% da produção dos dez maiores países produtores, respondendo por 14% da produção mundial. Entre 2008 e 2010 a sua produção aumentou, mantendo uma média de 86.506 mil toneladas/ano, mas a participação relativa do País no total mundial tem se mantido praticamente constante.

A Índia, que está em segundo lugar, fica distante dos valores observados para os Estados Unidos. Ela produz, em média, 48.377 mil toneladas/ano, detendo 14% da produção dos dez maiores e 8% da produção mundial. No entanto, ela vem ampliando sua participação na produção mundial.

No ano 2010 o Brasil produziu, segundo dados da FAO (2012), 31,6 bilhões de litros de leite, representando 5,3% da produção mundial, fato que o coloca como o quinto maior produtor do mundo. A produção brasileira vem crescendo a uma taxa superior à da produção mundial, o que explica o aumento de sua participação. Enquanto a produção brasileira cresceu 5,62% entre 2008 e 2010, a mundial aumentou 1,11% no mesmo período.

No entanto, apesar de possuir uma posição de destaque na produção mundial, apresenta baixa produtividade. Em 2010, a produtividade do País foi de 1.382 kg de leite/vaca/ano, sendo considerada uma das mais baixas médias mundiais. A posição do País entre os principais produtores mundiais de 2010 pode ser visualizada na tabela 2.

Tabela 2 – Comparativo dos dez maiores produtores de leite no ano de 2010

	Vacas ordenhadas (cabeças)	Produtividade (kg/vaca/ano)
Estados Unidos	9.117.000	9.593
Índia	43.600.000	1.154
China	12.503.190	2.882
Rússia	9.022.000	3.535
Brasil	22.924.900	1.381
Alemanha	4.183.100	7.083
França	3.732.710	6.242
Nova Zelândia	4.680.100	3.635
Reino Unido	1.864.000	7.489
Turquia	4.384.130	2.847

Fonte: Elaborada pela autora com base na FAO (2012).

Nota-se que a Índia, segundo maior produtor mundial, possui a pior produtividade, pouco abaixo da registrada no Brasil, mas possui o dobro das vacas ordenhadas. Por outro lado, a melhor produtividade mundial entre os grandes produtores é dos Estados Unidos (9.593 kg de leite/vaca/ano), também maior produtor. Na América do Sul, a Argentina possui a maior produtividade (4.496 kg de leite/vaca/ano), em função dos baixos custos de produção, do investimento em tecnologia e do ganho de competitividade do setor no tempo (PEREIRA, 2008).

O Brasil está muito aquém destes valores, devido, segundo Nogueira et al. (2006), ao maior número de produtores que trabalham com escala inferior aos concorrentes internacionais. Baixas escalas de produção podem ser associadas à informalidade e à baixa rentabilidade econômica da atividade, principalmente se inserida no contexto internacional.

Além disso, os autores destacam que o País possui grandes desafios, como melhorar utilização da terra e das pastagens, especialização dos rebanhos, capacitação na gestão das fazendas, aumento da cooperação entre produtores, investimentos em infraestrutura, redução de entraves burocráticos à produção agropecuária, industrialização e ações de marketing. Entre outros desafios, superar estes é imprescindível para a conquista de desenvolvimento de vantagem competitiva sustentável no mercado interno e externo, que se torna cada vez mais exigente em qualidade e preços.

Em 2010, as exportações mundiais foram de 97.798.401 toneladas de leite e US\$ 52.865.519.000. Por outro lado, as importações foram de 91.436.144 toneladas e US\$ 52.156.299.000, segundo dados elaborados pela FAO (2012). A tabela 3 apresenta os valores

e as quantidades das exportações e importações dos dez países com maior participação mundial, além de demonstrar a posição do Brasil no *ranking* em 2010.

Tabela 3 – Os dez maiores exportadores e importadores de leite e Brasil no ano de 2010

Exportações				Importações			
		Toneladas	1000 US\$			Toneladas	1000 US\$
1°	Nova Zelândia	14.576.275	5.393.892	1°	Alemanha	7.765.635	5.486.937
2°	Alemanha	13.674.799	7.586.058	2°	Holanda	7.411.085	2.546.907
3°	França	9.230.747	6.333.048	3°	Itália	6.096.407	3.877.784
4°	Holanda	8.392.203	5.487.400	4°	China	5.041.646	1.304.163
5°	Estados Unidos	5.515.343	1.615.979	5°	Bélgica	4.736.960	2.897.484
6°	Bélgica	4.739.996	2.854.611	6°	França	4.575.553	3.014.631
7°	Austrália	4.205.736	1.684.040	7°	Reino Unido	4.003.639	3.180.365
8°	Irlanda	3.067.433	1.748.381	8°	Espanha	2.857.469	2.103.020
9°	Dinamarca	2.989.441	2.230.536	9°	México	2.791.346	1.092.205
10°	Polônia	2.984.608	1.248.600	10°	Argélia	2.399.792	865.978
42°	Brasil	225.349	147.793	24°	Brasil	837.832	265.454

Fonte: elaborado pela autora com base na FAO (2012).

A partir dos dados da tabela 3, nota-se que há uma concentração nas exportações, pois os cinco primeiros são responsáveis por 52,5% do total. Os dez países juntamente respondem por, aproximadamente, 71% das exportações mundiais e são membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Alguns países de destaque no mercado mundial de lácteos como Bélgica (36° maior produtor), Irlanda (29° maior produtor) e Dinamarca (31° maior produtor) não chegam a ultrapassar os 0,9% de participação na quantidade produzida no mundo em 2010. A Nova Zelândia, maior exportador, é o 8° maior produtor mundial e participa com 2,8% do total.

Em relação às importações o grau de concentração é menor. Os dez maiores importadores adquirem 52% do total das importações mundiais. Entre esses países, alguns ocupam posição de destaque no mercado internacional como exportadores, caracterizando o elevado grau de transações intra-indústria, especialmente na Europa, como é o caso da Alemanha, Holanda, Bélgica e França.

Destaca-se que as participações nos valores e nas quantidades não são iguais. Isto reflete diferenças na composição das exportações e importações. Por exemplo, a Alemanha

detêm 14,3% do valor das exportações e 13,9% das quantidades em 2010. Isto revela que os produtos exportados por aquele país tem preço mais elevado do que os da Nova Zelândia, que detêm 10% do valor e 15% das quantidades das exportações.

O Brasil não está entre os principais países vendedores e compradores de leite no mercado mundial. As importações em 2010 foram na ordem de 837.832 toneladas, colocando o País como o 24º, e as exportações foram menores, deixando-o em 42º lugar. O maior obstáculo à competitividade do leite brasileiro são os pesados subsídios aplicados à pecuária leiteira por países desenvolvidos. Essas medidas mesmo não sendo exclusivas para o setor leiteiro, o leite é o produto mais subsidiado no mundo. O montante de subsídios gastos com a agricultura (PSE)² pelos 34 países membros da OCDE em 2009 foi de US\$ 252 bilhões. Os europeus (US\$120 bilhões), o Japão (US\$46 bilhões) e os Estados Unidos (US\$30 bilhões) são os países que mais subsidiam a agricultura (OCDE, 2012).

De acordo Pereira (2008), o protecionismo, seja na forma de subsídios às exportações ou na forma de barreiras ao acesso aos mercados, deprime os preços internacionais, desestabiliza o mercado e desloca da atividade eficientes fornecedores que não subsidiam.

4.2 Evolução da produção leiteira brasileira

O Brasil é um participante destacado na economia global, com uma população de 194 milhões de habitantes e um Produto Interno Bruto (PIB) de US\$ 2,09 trilhão, medido em termos de Paridade do Poder de Compra (PPC), situando-se entre as dez maiores economias do mundo.

O leite possui importância social e econômica, estando entre os principais produtos da agropecuária brasileira, à frente de produtos tradicionais como café beneficiado e arroz. O leite e seus derivados participam do desenvolvimento econômico do País, sendo responsável no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população (BARBOSA et al., 2012).

A produção brasileira cresceu 5,62% no período 2008/2010. Este crescimento deu-se de forma sistemática ao longo de todo o período e corresponde a um incremento médio de 1.550 milhões de litros/ano (Tabela 4).

² PSE – Subsídio equivalente ao produtor é uma metodologia desenvolvida pela OCDE para determinar o real subsídio pago pelos governos aos produtores agrícolas daqueles países.

Tabela 4 – Crescimento da atividade leiteira no Brasil

	2008	2009	2010	Média
Volume produzido (milhões de litros)	27.585	29.105	30.715	29.135
Vacas Ordenhadas (mil cabeças)	21.599	22.435	22.925	22.320
Produtividade (litros/vaca/ano)	1.277	1.297	1.340	1.305
Leite inspecionado (milhões litros)	19.285	19.602	21.976	20.288
Exportações (mil US\$)	540.793	170.761	155.518	289.024
Importações (mil US\$)	213.163	250.926	330.303	264.797

Fonte: Embrapa Gado de Leite (2012).

A produtividade da pecuária leiteira nacional é baixa em relação aos padrões internacionais. Dados de produtividade média anual por vaca ordenhada no período 2008/2010, bem como o crescimento da produção neste período estão apresentados na Tabela 4. Nota-se que além de ser baixa, a produtividade vem crescendo a uma taxa pouco expressiva. Mantido este ritmo, seriam necessários 25 anos para que a produtividade dobrasse. O crescimento mais elevado da produção vem sendo explicado essencialmente pelo aumento do número de vacas ordenhadas.

A balança comercial indica saldo positivo de US\$ 327 milhões em 2008 e saldo negativo de US\$ 174 milhões em 2010, demonstrando um cenário de queda no saldo das importações e das exportações de lácteos. As exportações, entre os anos de 2008 e 2009 diminuíram 31,58% e após reduziram 91,07%, passando de US\$ 540 milhões em 2008, para US\$ 155 milhões em 2010.

Em relação às importações, o Brasil teve no Mercosul os principais parceiros comerciais no mercado de lácteos. Em 2010, ele foi responsável por 86% das importações brasileiras, oriundas especialmente do Uruguai, Paraguai e Argentina (GODINHO, 2011).

No Brasil, existem dois tipos de mercado de lácteos, ambos com expressão econômica, conhecidos como formal e informal. A diferença básica entre eles é a presença, ou não, da inspeção sanitária e higiênica do governo. O mercado formal, ou seja, que está sob inspeção, representava 69,9% da produção de leite em 2008 e aumentou para 71,1% em 2010. Esse resultado é positivo, mas ainda baixo, visto que sua comercialização é feita por meio de cooperativas ou empresas particulares que, em geral, são fiscalizadas, quanto ao controle de qualidade e ao recolhimento dos impostos.

A melhoria de qualidade do leite é uma exigência indispensável para a competição no mercado e vem sendo implantada pelas empresas por meio da granelização e refrigeração da

matéria-prima, e adoção das boas práticas de fabricação e análise de perigos e pontos críticos de controle no processo de produção e de comercialização.

Em 2010, as 12 maiores empresas de laticínios do Brasil receberam 7.975 milhões litros de leite, segundo dados da tabela 5. Essa quantidade correspondeu a 36,3% do total de leite inspecionado naquele ano, ou seja, 21.976 milhões litros de leite. As três maiores empresas de laticínios receberam 22,9% do leite inspecionado e a maior 9,6%. Tais participações indicam a concentração da indústria laticinista no Brasil, que objetiva ganhos decorrentes da escala e, por consequência, maior poder de competição.

Tabela 5 – Maiores empresas de laticínios do Brasil (mil litros)

Empresas/Marcas	Recepção Anual de Leite mil litros		Nº de produtores	
	2009	2010	2009	2010
DPA(1)	2.050.000	2.120.000	6.500	6.550
LBR - Lácteos Brasil	-	1.795.000	-	20.000
Itambé	1.125.000	1.110.000	9.100	9.400
Italac	668.937	801.600	10.990	12.365
Embaré	398.590	453.067	1.428	1.544
Laticínios Bela Vista	388.027	421.196	3.829	3.039
CentroLeite	322.757	298.848	5.199	5.011
Danone	254.469	293.379	551	624
Jussara	219.245	262.970	1.612	1.814
Confegar	229.539	251.667	4.896	4.017
Vigor	204.721	212.808	858	1.266
Frimesa	201.222	180.401	3.857	3.494
TOTAL	7.927.269	7.975.326	76.620	69.124

(1) Números referentes a compra de leite realizada pela DPA Manufacturing Brasil em nome da Nestlé, da Fonterra, da DPA Brasil, da DPA Nordeste e da Nestlé Waters.

Fonte: Embrapa Gado de Leite (2012).

A *Dairy Partners Americas* (DPA), *joint-venture* entre a Nestlé e Fonterra, obteve a maior captação em 2010, com 2,12 bilhões de litros, 3,4% a mais do que em 2009. No segundo lugar aparece a Lácteos Brasil (LBR), resultado da fusão entre a gaúcha Bom Gosto e a Leitbom em 2010, com captação de 1,795 bilhões de litros de leite. Na terceira posição ficou a Itambé, com captação de 1,11 bilhão de litros, mas queda de 1,3% se comparado a 2009. Essa queda, segundo Rocha (2011), pode ser explicada pelo recuo nas exportações.

Observa-se a redução no número de produtores que fornecem leite. Em 2009, eram 76 mil produtores e em 2010, 69 mil. De acordo com Lins, Vilela e Gomes (2011), essa redução

deve-se a exclusão da lista de fornecedores aqueles que não entregavam mais o produto e a agregação da produção por vários produtores para beneficiar-se do pagamento por volume.

Quanto à participação dos Estados na produção do País, nota-se que ela está presente em todos. No entanto, apresenta heterogeneidade dos sistemas de produção em função das diferentes características climáticas e do nível tecnológico empregado nas diversas regiões brasileiras. A figura 8 mostra o *ranking* dos principais Estados produtores no ano de 2010.

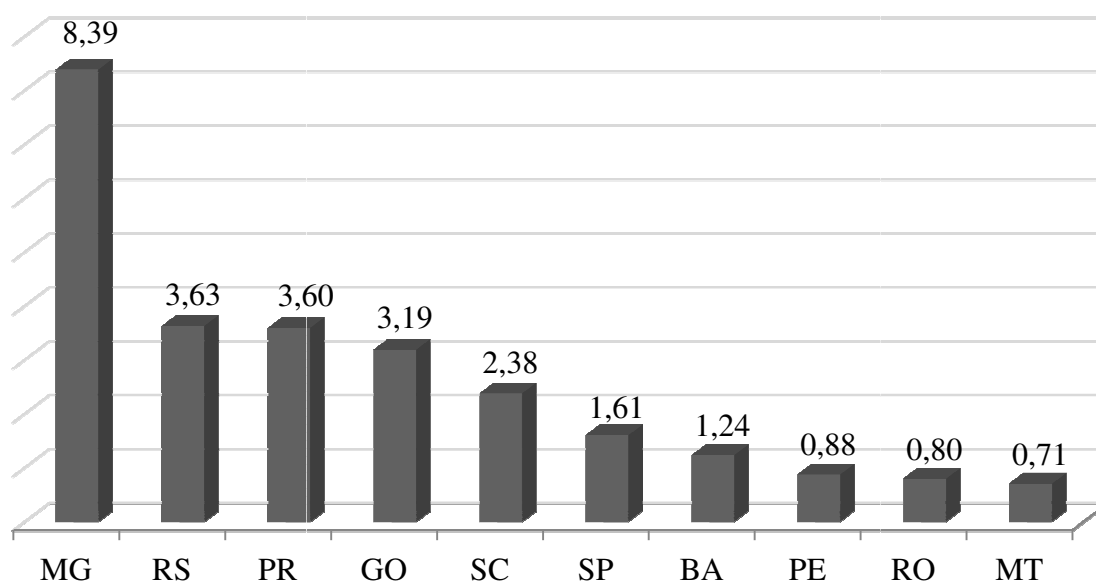


Figura 8 – *Ranking* dos dez maiores estados produtores de leite no ano de 2010
Fonte: Embrapa Gado de Leite (2012).

Em 2010, 86% do volume produzido concentraram-se nos dez maiores Estados produtores, estando Minas Gerais na primeira posição, com produção anual de 8,39 bilhões de litros (27,3% da produção nacional).

Conforme a figura 8, a produção leiteira concentra-se na região Sudeste responsável por 35,6% da produção de leite do País (10.919.687 mil litros), seguido pela Sul e pela Centro-oeste que produzem, respectivamente, 31,5% e 14,5% da produção nacional.

Segundo Zoccal et al. (2007), estas regiões também se destacam por possuírem os rebanhos leiteiros mais produtivos do País. No caso da região sul, principalmente no norte do Rio Grande do Sul, Oeste de Santa Catarina e Sudoeste do Paraná, estão localizadas as bacias leiteiras mais produtivas.

4.3 A produção de leite no Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul ocupa uma posição privilegiada na produção de leite, sendo o Estado com maior produção na Região Sul e o segundo no *ranking* brasileiro de volume de leite produzido, com 3,63 bilhões de litros, seguido por Goiás, com produção de 3,19 bilhões de litros. No entanto, sua estrutura é composta por 205 mil estabelecimentos agropecuários e 95% da produção ocorrem em estabelecimentos de até 100 ha (IBGE, 2006).

Segundo Marion Filho, Fagundes e Schumacher (2011), a produção e a produtividade de leite rio-grandense vêm crescendo continuamente desde a década de 1990. Esse resultado pode ser observado na figura 9, que demonstra a evolução da produção e da produtividade leiteira do Rio Grande do Sul a partir de 2000.

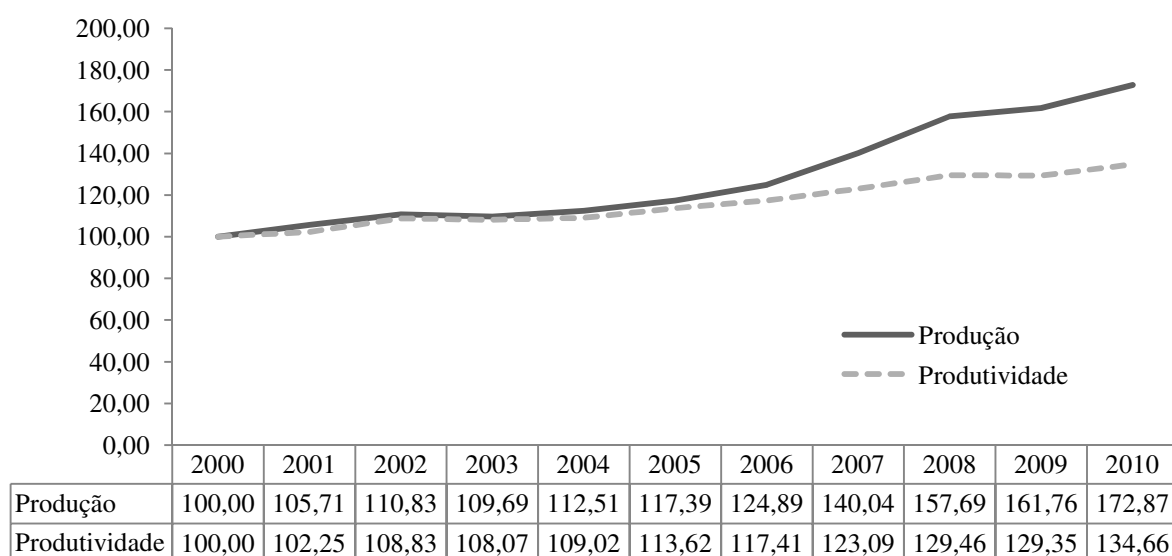


Figura 9 - Produção e produtividade do leite

Fonte: Elaborada pela autora com dados do IBGE (2011).

Nota-se na figura 9 que o Estado aumentou a produção no período em 72,87% (1,531 bilhões de litros), passando de 2,102 bilhões de litros de leite no ano 2000 para 3,633 bilhões de litros em 2010. O Rio Grande do Sul tem o sexto maior rebanho bovino do País, formado por aproximadamente 14,4 milhões de cabeças. Deste total, 10% são destinados a atividade leiteira no Estado, conforme dados divulgados pelo IBGE (2012).

De acordo com Trennepohl, Paiva e Wildner (2010), esse crescimento deve-se ao

melhoramento genético, a nutrição animal, os avanços tecnológicos, a instalação de novas plantas industriais, a abertura de mercados e o lançamento de produtos, foram de grande importância e os responsáveis pelo desenvolvimento da atividade.

No período entre 2000 e 2010, as vacas ordenhadas variaram no Estado de 1.164.912 cabeças para 1.495.518 cabeças (incremento de 34,65%) e elevaram a produtividade média em 34,66% (passou de 1.804 litros/vaca/ano para 2.430 litros/vaca/ano).

Fazendo uma comparação com a Tabela 4, enquanto a produtividade do País passou de 1.277 litros/vaca para 1.340 litros/vaca entre os anos de 2008 e 2010, representando um crescimento de 4,9%, a produtividade gaúcha passou de 2.336 litros/vaca para 2.430 litros/vaca, totalizando um crescimento de 4% nesse mesmo período. Portanto, esse resultado vem contribuindo para aumentar a participação e a importância da cadeia produtiva do leite na economia gaúcha e brasileira.

Cabe ressaltar também que em 2008 a produção gaúcha sofreu com a crise mundial e a redução generalizada na demanda, em função das grandes empresas de secagem de leite para fabricação de leite em pó. Como consequência, houve o aumento da oferta de lácteos no mercado interno, a queda dos preços ao produtor de leite e das exportações. Em 2008, conforme dados do CEPEA/USP (2012), entre o meses de junho (pico de preço) e dezembro, o preço real do leite ao produtor caiu 19% no Rio Grande do Sul (de R\$0,70 para R\$0,57/litro).

A comparação entre os preços pagos pelo consumidor e o recebido pelo produtor pode ser observado na figura 10. Através dela é possível constatar a variação que ocorreu nos últimos dez anos, como consequência da oferta de leite no mercado interno e externo.

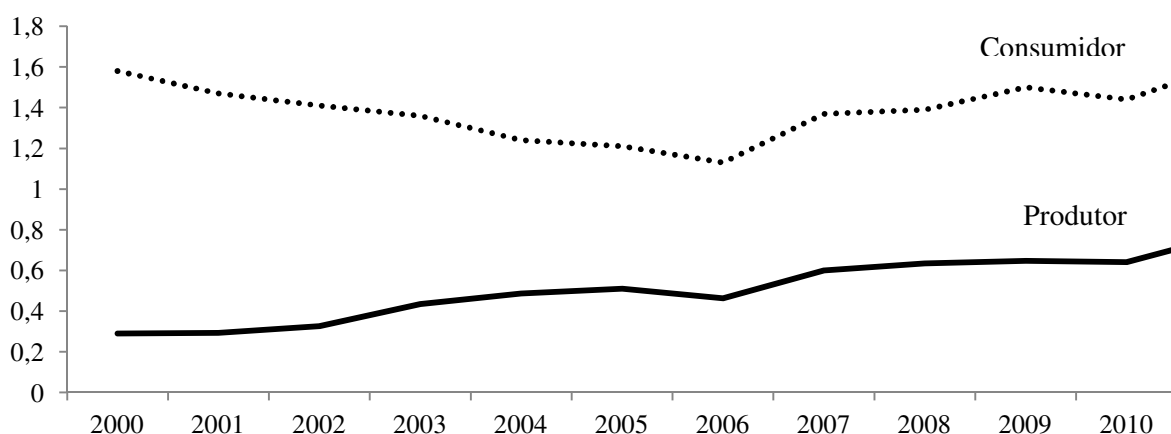


Figura 10 – Preço real do leite pago ao produtor e pelo consumidor no Rio Grande do Sul
Fonte: Elaborada pela autora com dados do CEPEA/USP (2012).

Ao observar a figura 10, evidencia-se a similaridade do comportamento de preços entre as duas séries históricas a partir de 2006. O distanciamento entre as duas séries apresentadas representa a margem de comercialização. Dessa forma, quanto maior essa distância, mais o setor a jusante (atacado, varejo, indústria) está se apropriando dos preços pagos pelos consumidores.

A invasão estrangeira de lácteos influencia fortemente o preço, tanto recebido pelo produtor quanto pago pelo consumidor, e gerou preocupação nos produtores do País. O valor das exportações entre os anos de 2009 e 2010 teve um acréscimo de 10,4%. Por outro lado, o valor das importações subiu 75,7% no mesmo período e o volume importado foi 381% superior às exportações no último ano, conforme a tabela 6.

Tabela 6 – Importações e exportações de lácteos do Rio Grande do Sul

Produtos	Importações				Exportações			
	Toneladas		US\$ mil		Toneladas		US\$ mil	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Leite em pó	2.175	3.875	7.115	14.639	261	1.021	1.050	4.437
Leite fluido	1.766	1.390	1.047	809	0	0	0	0
Manteiga	6	29	27	147	2.569	799	8.635	2.504
Queijos	315	1.764	2.129	10.856	63	0	301	0
Soro de leite	3.066	1.790	2.879	1.693	0	0	0	0
Demais produtos	94	36	257	149	25	26	82	97
Total de lácteos	-	-	13.454	28.294	-	-	10.068	7.037

Fonte: Elaborada pela autora com dados do AgroStat Brasil (2012).

As importações de lácteos comparadas com as exportações apresentaram saldo negativo de US\$ 3,3 milhões em 2009 e de US\$ 21,2 milhões em 2010. Os principais produtos importados são o leite em pó e o queijo, que representaram 90,1% do valor total no último ano. Já no caso das exportações, os principais produtos foram o leite em pó e a manteiga, que participaram com 98,6% do valor total.

Em relação a 2010, o valor das exportações diminuiu 30,1%, o que significa US\$ 3.031 mil. O leite em pó teve aumento de 291,19% no volume e preço praticamente estável, apresentando valor médio de US\$ 4.184 mil. As vendas de manteiga recuaram 69%, totalizando 1.769 toneladas e seu preço médio apresentou queda de 6,8%, sendo negociado a US\$ 3.134 mil.

O Rio Grande do Sul apresenta baixa exportação de leite fluido (UHT) para o exterior, mas é tradicional fornecedor de produtos lácteos para as demais regiões do Brasil. O Estado envia, aproximadamente, 55% de leite para outros Estados (EVANGELISTA et al., 2011). O volume importado desse produto caiu 21,3% entre 2010 e 2011, representando 15,6% do total de lácteos no último ano, principalmente do Uruguai e da Argentina.

Em relação à distribuição geográfica da produção de leite no Estado do Rio Grande do Sul, a atividade leiteira não é uniforme, apresentando características diferenciadas em cada região no ano de 2010, conforme a tabela 7.

Tabela 7 – Vacas ordenhadas, produção e produtividade das Mesorregiões do RS em 2010

Mesorregiões	Vacas ordenhadas (cabeças)	Produção (mil litros)	Produtividade (litros/vaca/ano)
Noroeste Rio-grandense	873.487	2.399.874	2.747
Nordeste Rio-grandense	160.587	396.444	2.469
Centro Oriental Rio-grandense	136.207	309.130	2.270
Metropolitana de Porto Alegre	76.372	148.308	1.942
Sudoeste Rio-grandense	75.076	138.864	1.850
Sudeste Rio-grandense	101.308	152.749	1.508
Centro Ocidental Rio-grandense	72.481	88.466	1.221

Fonte: Elaborada pela autora com dados do IBGE (2012).

Nota-se na tabela 7 que a mesorregião Noroeste tinha, em 2010, 58,4% das vacas ordenhadas no Estado. Em segundo lugar a mesorregião Nordeste, com 10,7%, seguida pela Centro Oriental, com 9,1%.

O Estado tem uma média de 10,3% de vacas ordenhadas em relação ao rebanho geral. A mesorregião Sudoeste tem o menor percentual de vacas ordenhadas (1,6%), já que o seu rebanho é mais destinado a produção de carne. No outro extremo está a região Noroeste, pois tem o maior percentual de vacas ordenhadas (29,8%) em relação ao rebanho total. Dentro dela, das treze microrregiões, quatro tem uma proporção menor: Sananduva (24,0%), Cruz Alta (20,7%), Soledade (15,1%) e Santo Ângelo (10,3%).

As regiões de maior destaque na produção e produtividade leiteira são a Noroeste e a Nordeste, que possuem, aproximadamente, 77% da produção gaúcha e produtividade média de 2.469 e 2.270 litros/vaca/ano, respectivamente. Estas mesorregiões tem nove entre as dez maiores microrregiões produtores do Estado, que são: Passo Fundo, Três Passos, Santa Rosa,

Ijuí, Guaporé, Frederico Westphalen, Erechim, Carazinho e Cruz Alta. A única exceção é a microrregião de Lajeado – Estrela, terceira maior produtora, que faz parte da mesorregião Centro Oriental.

De 2000 para 2010 ocorreram mudanças de escala no volume de leite produzido nas mesorregiões (Figura 11). A partir dos estratos, observa-se que as mudanças ocorreram em quatro das sete mesorregiões, demonstrando uma tendência de maior concentração da produção na área Noroeste. Nesta região, a produção mudou de 1.230 milhões, em 2000, para 2.399 milhões de litros de leite, em 2010.

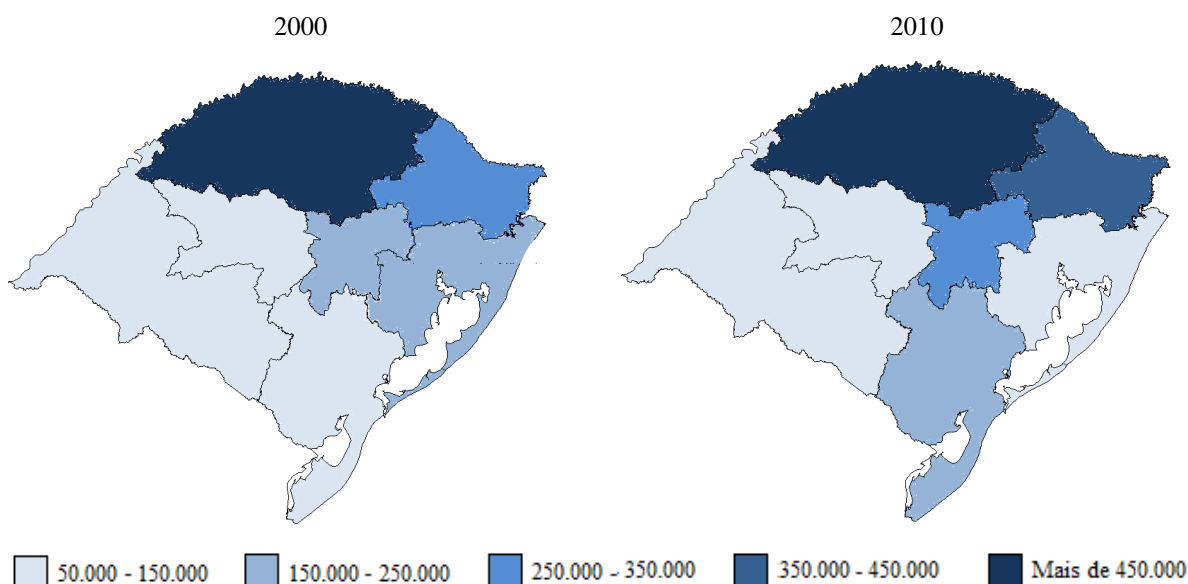


Figura 11 – Mapa das mesorregiões do Rio Grande do Sul por estrato de produção de leite
Fonte: Elaborada pela autora com dados do IBGE (2012).

As mesorregiões Nordeste, Centro-Oriental e Sudeste cresceram, respectivamente, 36% (de 291 para 396 milhões de litros), 51% (de 204 para 309 milhões de litros) e 7% (de 142 para 152 milhões de litros). No entanto, cabe ressaltar que, ao contrário das regiões Centro Ocidental e Sudoeste que se mantiveram na mesmo intervalo de classe, a Metropolitana de Porto Alegre apresentou taxa negativa, diminuindo 10%, de 165 milhões para 148 milhões de litros.

De modo geral, a atividade leiteira ocorre em todos os 496 municípios do Estado. Os dez municípios que mais produzem leite em 2010 são listados na tabela 8, demonstrado através de um *ranking*.

Tabela 8 – Dez municípios com maior produção de leite no Rio Grande do Sul em 2010

	Produção (Mil litros)	Produtividade (litros/vaca/ano)	Vacas ordenhadas (Cabeças)
Casca	58.563	5.100	11.483
Marau	57.293	4.800	11.936
Santo Cristo	51.699	2.985	17.319
Palmeira das Missões	44.231	2.391	18.500
Ibirubá	39.980	4.006	9.980
Três de Maio	36.000	3.658	9.842
Ijuí	35.500	2.886	12.300
São Lourenço do Sul	33.723	1.596	21.130
Augusto Pestana	33.000	3.474	9.500
Vila Maria	32.669	4.800	6.806

Fonte: Elaborada pela autora com dados do IBGE (2012).

Em 2010, os dez municípios com maior produção participaram com 11,6% da obtida no Estado. Destes municípios, nove se localizam na mesorregião Noroeste e apenas São Lourenço do Sul na Sudeste.

Casca destacou-se, em 2010, como o município que mais produz leite do Rio Grande do Sul, com uma produção de 58.563 mil litros, o equivalente a 160,4 mil litros ao dia. O Município teve 11.483 vacas ordenhadas, com produtividade de 5.100 litros de leite por vaca.

De acordo com o IBGE (2012), desde o ano de 2004, o município de Casca está entre os três maiores produtores de leite do Estado. De 2004 a 2009 ocupou o terceiro lugar, ficando atrás de Marau e Santo Cristo. Com o crescimento na produção de 26,62% de 2009 para 2010, Casca passou a ser o maior produtor de leite, seguido por Marau, que produziu 57.293.000 litros e Santo Cristo, que produziu 51.699.000 litros. Do ano de 2004 até 2010 Casca expandiu 234% na produção.

A partir da produção de leite nos municípios do Rio Grande do Sul, torna-se necessário identificar quais as localidades especializadas nessa cultura em 2010. A ferramenta utilizada é o Quociente Locacional (QL), que compara a importância dessa atividade nos municípios com a importância que essa mesma atividade tem no Estado.

Os resultados obtidos apontaram a presença de 128 municípios especializados na produção de leite (Apêndice A), situados na região norte do Estado, com exceção de dois (Morro Redondo e Cerrito). A tabela 9 apresenta os dez municípios mais especializados e seus respectivos valores.

Tabela 9 – Dez municípios mais especializados na produção de leite do Rio Grande do Sul no ano de 2010

Municípios	QL
Casca	4,47
Santo Expedito do Sul	4,09
São Domingos do Sul	3,94
Tiradentes do Sul	3,89
Crissiumal	3,75
São José do Inhacorá	3,74
Augusto Pestana	3,65
Vespasiano Correa	3,59
Forquetinha	3,44
Tio Hugo	3,43

Fonte: elaborada pela autora com dados do IBGE (2012).

O município de Casca é o mais especializado em 2010 e vem acompanhado, em ordem decrescente de importância, pelos municípios de Santo Expedito do Sul, São Domingos do Sul, Tiradentes do Sul, Crissiumal, São José do Inhacorá, Augusto Pestana, Vespasiano Correa, Forquetinha e Tio Hugo. Esses municípios se localizam nas microrregiões Passo Fundo, Sananduva, Três Passos, Santa Rosa, Ijuí, Lajeado-Estrela e Não-Me-Toque. Dessa forma, aceita-se a hipótese 1, pois os municípios mais especializados pertencem a mesorregião Noroeste.

De acordo com Sluszz (2006), a especialização dos municípios deve-se ao fato de utilizarem uma genética da raça européia, que garante maior produtividade. Outro fato que merece destaque é a localização próxima aos demais estados brasileiros e aos países do Mercosul, facilitando o escoamento da produção.

Uma característica notória da produção leiteira no Rio Grande do Sul remete à heterogeneidade entre os produtores. Não é difícil encontrar numa mesma microrregião desde produtores especializados até pequenos produtores sazonais que fazem da atividade leiteira uma atividade complementar à agricultura ou pecuária de corte.

5 A ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUÇÃO DE LEITE NO RIO GRANDE DO SUL

Este capítulo apresenta os resultados da análise espacial dos dados para os municípios do Estado do Rio Grande do Sul em 2010. Inicialmente, a distribuição espacial é descrita a partir da AEDE, assim como os padrões de associação espacial (*clusters* espaciais), a existência de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não-estacionariedade) e observações atípicas (*outliers* espaciais). Assim, fazer uma análise exploratória precede a modelagem econométrica espacial, através da qual verifica-se a presença de transbordamento da produção de leite entre os municípios.

5.1 Análise exploratória de dados espaciais (AEDE)

Faz-se neste subitem a caracterização da produção de leite no Estado do Rio Grande do Sul, através da AEDE, demonstrando se regiões de alta (baixa) produção tendem a estar cercadas de regiões com valores similares, o que pode indicar a existência de concentração.

A figura 12 apresenta a distribuição do valor da produção pecuária dos municípios gaúchos para o ano de 2010. A observação da distribuição geográfica sugere a existência de heterogeneidade entre os municípios e possibilidade de dependência espacial.

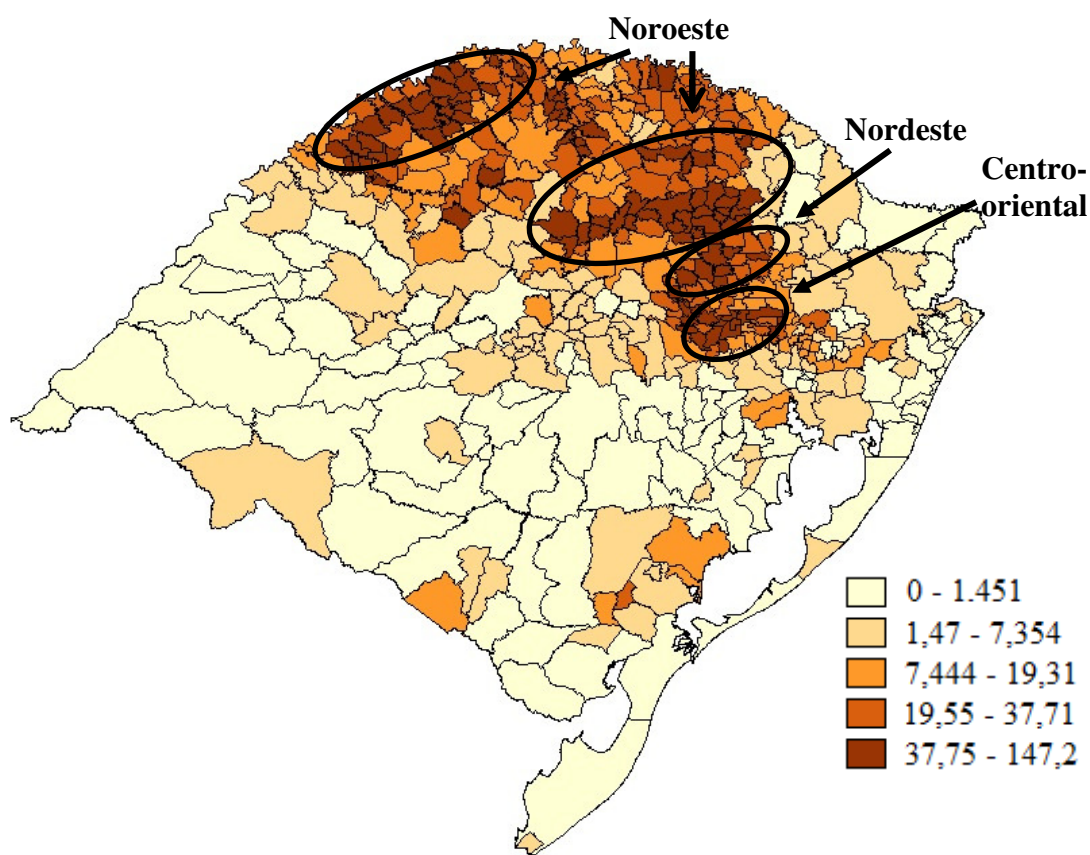


Figura 12 – Distribuição do valor bruto da produção de leite dos municípios do Rio Grande do Sul em 2010 (VBP/Km²).

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Nota-se na figura 12 que a maior produção do Rio Grande do Sul situa-se nas mesorregiões Noroeste, Nordeste e Centro-Oriental, que são as principais bacias leiteiras do Estado, responsáveis por cerca de 85,46% da produção total.

Inicialmente, a região norte gaúcha foi habitada por imigrantes italianos e alemães que desenvolveram uma economia diversificada, a qual cedeu espaço para a agropecuária mecanizada, sobressaindo-se a produção de leite. Porém, na parte ao leste, com mais concentração urbana desenvolveu-se a industrialização - petroquímica, metal mecânica, móveis e madeira, couro e calçados -, o turismo e a degustação de vinhos (SETEC, 2012).

Pode-se perceber, mais especificamente, que as áreas de maior produção, destacadas na figura 12, representam as microrregiões de Passo Fundo, Três Passos, Lajeado-Estrela, Santa Rosa, Guaporé, Erechim, Frederico Westphalen, Ijuí, Carazinho, Cruz Alta, Cerro Largo, Sananduva e Não-Me-Toque.

O mesmo resultado foi encontrado por Marion Filho, Fagundes e Schumacher (2011), que destacaram essas microrregiões como as maiores produtoras de leite no Estado em 2009. Segundo os autores, nestas regiões os produtores possuem um nível maior de especialização na atividade, enquanto nas outras regiões a produção de leite faz parte de uma estratégia de complemento de renda para outras atividades rurais. Dessa forma, o fato de a produção estar localizada espacialmente indica a possibilidade de existência de dependência espacial entre os municípios produtores de leite no Estado do Rio Grande do Sul.

A figura 13 apresenta o valor bruto da produção (VBP) levando-se em conta a presença de municípios considerados *outliers*. O *outlier* é uma área atípica, que não segue o mesmo processo de dependência espacial das demais, há um distanciamento das restantes.

Conforme Almeida (2004), para uma região ser considerada *outlier* global superior (inferior), ela deve estar situada acima (abaixo) da fronteira superior (inferior) no intervalo interquartilico em uma quantidade, no mínimo, superior a 1,5 vezes o valor do intervalo. As regiões vermelhas representam os municípios que são *outliers* altos.

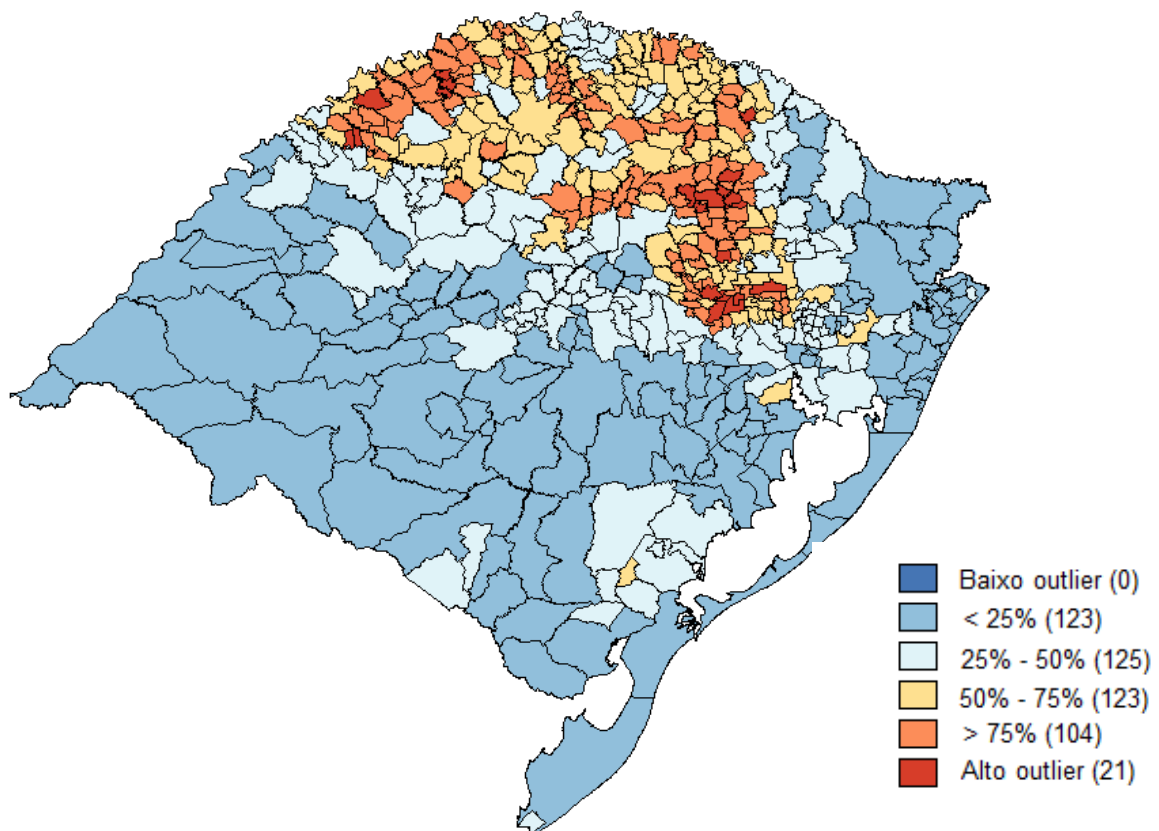


Figura 13 - Valor bruto da produção leiteira considerando os municípios *outliers* em 2010
Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Dentre os 496 municípios gaúchos, 21 encontram-se como *outliers* alto, ou seja, apresentam uma produção mais alta em relação à média do Estado. Esse grupo de municípios é formado por:

- Microrregião Sananduva: Santo Expedito do Sul;
- Microrregião Passo Fundo: Casca, David Canabarro, São Domingos do Sul e Vila Maria;
- Microrregião Guaporé: Montauri, Nova Araçá e Paraí;
- Microrregião Lajeado-Estrela: Arroio do Meio, Colinas, Estrela, Teutônia e Vespasiano Correa e Westfália;
- Microrregião Caxias do Sul: Carlos Barbosa;
- Microrregião Cerro Largo: Salvador das Missões e São Pedro do Butiá;
- Microrregião Santa Rosa: Santo Cristo e São José do Inhacorá;
- Microrregião Três Passos: Boa Vista do Buricá e Nova Candelária.

Pode-se notar que não ocorreram municípios *outliers* baixos, ou seja, nenhum município apresentou, no ano de 2010, uma produção extremamente baixa em relação à média do Estado. Porém, 123 municípios apresentaram valores um pouco abaixo de 25% de produção leiteira e na sua maioria estão localizadas na Metropolitana de Porto Alegre, Sudeste, Sudoeste e Centro-Occidental, regiões onde se encontram grande parte dos municípios situados na Metade Sul.

O sul do Estado possui a ocupação por imigrantes mais antiga e ocorreu, principalmente, devido à preocupação do governo em relação às fronteiras do País. Por esta razão, a presença militar nesta parte do Estado sempre foi muito forte. A economia é tradicionalmente baseada em pecuária extensiva e seus segmentos complementares, charqueadas e, posteriormente, frigoríficos, bem como arroz e beneficiamento. Até o final do século XIX, era a região mais próspera do Estado, mas atualmente, apresenta estagnação econômica, entre outros, devido à pouca diversificação de sua economia, o que a deixou mais vulnerável às crises (SETEC, 2012).

Outra ferramenta utilizada na detecção de *outliers* de nível superior e inferior é o cartograma, em que as unidades espaciais são representadas por círculos cujos diâmetros são proporcionais ao valor da variável de interesse (valor bruto da produção). Os círculos podem ser de cor verde, vermelha ou azul. Os círculos de cor verde demonstram os municípios que

possuem o mesmo padrão do valor da produção, os vermelhos são os que possuem valores acima e os azuis são valores baixos, sendo muito discrepantes segundo o critério $1,5 \text{ hidge}^3$.

A figura 14 traz o cartograma representando os municípios do Rio Grande do Sul. Os círculos maiores identificam *outliers* globais superiores e os lugares vazios são regiões que não apresentam indícios de criação de patentes.

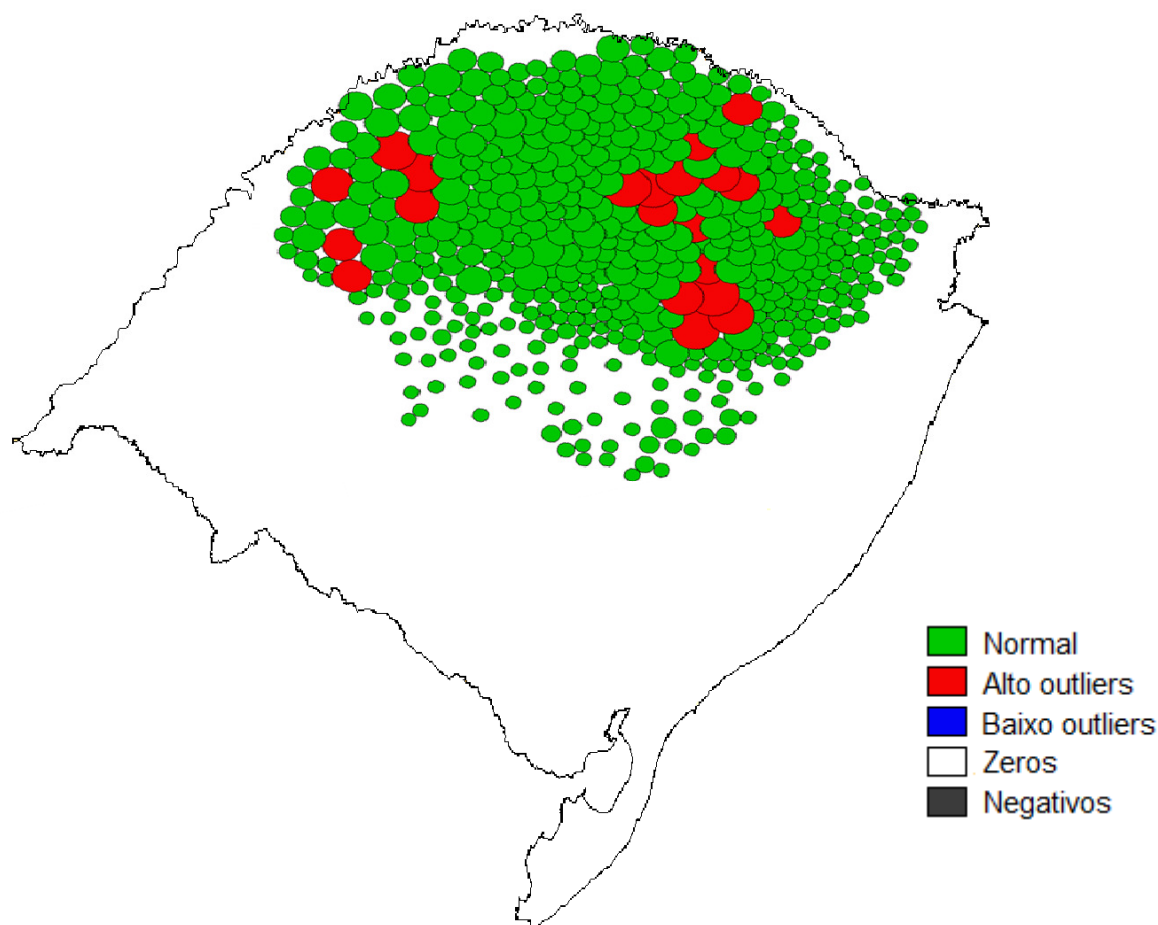


Figura 14 - Cartograma para o valor bruto da produção de leite do Rio Grande do Sul em 2010

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

A partir da figura 14 tem-se a confirmação de que os 21 municípios situados no norte do Estado, apesar da pequena extensão territorial, apresentam altos valores na produção leiteira. Assim, seus valores são superiores e sobem acima de $1,5 \text{ hidge}$.

³ Segundo Almeida (2004), $1,5 \text{ hidge}$ significa que a observação aparece fora da fronteira do intervalo interquartilico em um montante que é, no mínimo, 1,5 vezes o valor do intervalo interquartilico.

A análise de mapas é de extrema importância para a visualização do comportamento da variável estudada em determinada região. No entanto, apenas a conferência visual pode induzir ao erro, sendo necessária a realização de testes de aleatoriedade, ou seja, verificar a tendência geral dos agrupamentos de dados para a confirmação dos resultados.

5.2 Índice de Moran Global

Para testar a hipótese de que os dados espaciais são distribuídos aleatoriamente, ou seja, que os valores de um atributo numa região não dependem dos valores desse atributo nas regiões vizinhas, utiliza-se o teste I de Moran.

De acordo com Le Gallo e Erthur (2003), a hipótese nula deste teste é a não autocorrelação espacial entre a região *i* e a região vizinha *j*. A rejeição da hipótese nula significa que é positiva (negativa) a autocorrelação espacial da região *i* com seus vizinhos. Se o valor da estatística I de Moran for maior que seu valor esperado, indica autocorrelação espacial positiva. Caso contrário, indica autocorrelação negativa.

Considerando a variável endógena ao modelo, o valor bruto da produção pecuária, na ocorrência de autocorrelação positiva, significa que os municípios que possuem alto (baixo) valor da produção são circundados por municípios que também possuem valores altos (baixos) para esta variável. Logo, quando o teste I de Moran detecta autocorrelação negativa, denota que os municípios com alto (baixo) valor bruto da produção são circundados por municípios com baixo (alto) valor para esta variável.

O I de Moran esperado, $E(I) = -1/(n-1)$, isto é, o valor que seria obtido caso não houvesse padrão espacial nos dados, é -0,0020. Dessa forma, analisando quatro diferentes tipos de matrizes de pesos espaciais – 5 vizinhos, 6 vizinhos, torre e rainha – são apresentados os valores de I de Moran para a variável valor bruto da produção de leite (Tabela 10). A escolha dessas matrizes deve-se ao fato de apresentarem os maiores valores dentre as testadas.

Tabela 10 – Coeficiente I de Moran para o valor bruto da produção de leite do Rio Grande do Sul no ano de 2010

Convenção	I	Probabilidade
Rainha	0,6605	0,001
Torre	0,6630	0,001
5 vizinhos	0,6753	0,001
6 vizinhos	0,6603	0,001

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Considerando os municípios gaúchos, os valores obtidos para o teste I de Moran são estatisticamente significantes ao nível de 1%, com 999 permutações aleatórias⁴, rejeitando a hipótese nula. Os resultados indicam que existe uma autocorrelação espacial positiva, sugerindo a existência de dependência espacial. Dessa forma, municípios com altos ou baixos valores das variáveis em estudo estão localizados próximos a vizinhos na mesma condição.

A seleção entre as convenções (torre, rainha, 5 e 6 vizinhos) recaiu sobre matriz de peso espacial na convenção 5 vizinhos mais próximos por apresentar maior valor. Para Almeida (2004), a escolha da matriz de peso espacial define o grau de proximidade, de modo a associar a distância entre as regiões ou aos limites geográficos (fronteiras) existentes. Portanto, torna-se um passo importante para a subsequente análise dos dados espaciais.

O diagrama de dispersão de Moran permite interpretar a estatística I de Moran. Conforme Barreto (2007), a defasagem espacial da variável de interesse (ou seja, a média do atributo nos vizinhos) está no eixo vertical e o valor da variável de interesse no eixo horizontal. Desse modo, torne-se possível verificar se as observações se afastam do padrão global de associação positiva e possíveis valores discrepantes globais.

A figura 15 apresenta o diagrama de dispersão de Moran para a matriz de pesos espaciais do tipo 5 vizinhos. Os dados observados são divididos em quatro quadrantes, conforme a relação do valor bruto da produção existente entre os municípios: Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA). As regiões localizadas nos quadrantes AA e BB representam valores similares, enquanto nos demais quadrantes referem-se a valores dissimilares.

⁴ 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.

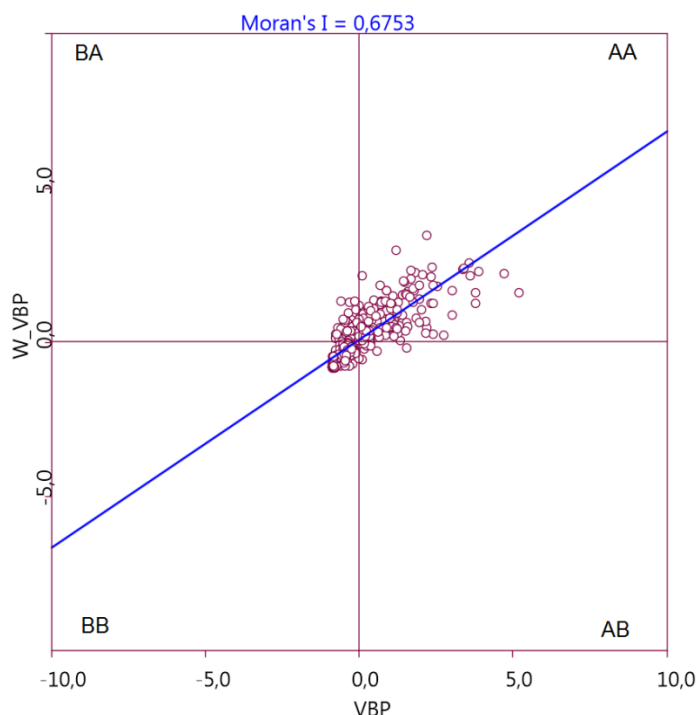


Figura 15 – Diagrama de dispersão de Moran para o Rio Grande do Sul
 Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

O diagrama de dispersão de Moran enfatiza a existência de autocorrelação espacial positiva para o valor bruto da produção de leite do Rio Grande do Sul. Os pontos que representam os municípios concentram-se em torno da média em três quadrantes: AA, BA e BB.

Os municípios localizados nos quadrantes AA e BB significam localidades com valores acima da média e/ou abaixo da média, respectivamente, rodeados por municípios que apresentam valores também altos e/ou baixos. Já os situados no quadrante BA, representam um grupo de baixo valor no qual estão circundados por regiões com alto valor.

Na figura 15, nota-se que existem pontos que se afastam do padrão global. Segundo Perobelli et al. (2005), se a reta de regressão apresentar inclinação positiva, os pontos que estiverem a mais de dois desvios padrões do centro podem ser classificados como valores discrepantes (*outliers*) ou como pontos de alavancagem (*leverage points*).

Uma observação é considerada *outlier* quando não segue o mesmo processo de dependência espacial apresentado pelas demais e encontra-se nos quadrantes inferior direito (BA) e superior esquerdo (AB). Por outro lado, é um ponto de alavancagem quando apresenta grande influência sobre a tendência central e localiza-se no quadrante superior direito (AA) ou

inferior esquerdo (BB), aumentando ou diminuindo a estatística I de Moran. A medida usada para identificar esses pontos influentes foi a distância de Cook (Tabela 11).

Tabela 11 - Municípios influentes segundo a distância de Cook (Variável de referência: VBP)

Municípios	Distância de Cook
Westfália	0,24758
Casca	0,16362
Lajeado	0,09680
Santo Antônio do Palma	0,08731
Nova Candelária	0,08242
Estrela	0,07411
Vila Maria	0,06837
Teutônia	0,06446
São Domingos do Sul	0,04494
São José do Inhacorá	0,04093

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Os dez municípios da tabela 11 são os que apresentam os valores mais afastados em relação ao limite de corte (0,01287) e situam-se no quadrante superior direito (AA). Desse modo, representam pontos de alavancagem para a variável valor bruto da produção de leite e influenciam positivamente a tendência central das observações fazendo com que o valor da autocorrelação seja maior. Assim, tem-se a confirmação de que os municípios pertencentes a região norte não seguem o mesmo padrão dos demais municípios do Estado.

O indicador de autocorrelação espacial global I de Moran e o diagrama de dispersão de Moran podem ser aplicados a uma análise bivariada. Segundo Almeida (2004), o objetivo do I de Moran global bivariado é descobrir se o valor de uma variável observada, em uma determinada área, possui relação com os valores da variável observada nas áreas vizinhas, ou seja, o índice gerado é resultado da comparação entre duas variáveis. A variável dependente (valor bruto da produção de leite) é comparada com as variáveis independentes do modelo (Tabela 12).

Tabela 12 - Coeficiente I de Moran Bivariado do valor bruto da produção de leite do Rio Grande do Sul e as demais variáveis

Variável	I de Moran	Probabilidade
Capital	0,2349	0,001
Trabalho	0,0427	0,045
Energia Elétrica	0,1083	0,001
Educação	-0,1523	0,001
Área de Pastagem	0,2263	0,001
Número de Estabelecimentos	0,0699	0,006
Precipitação	0,3392	0,001
Temperatura	0,0922	0,001
Rodovia Pavimentada	0,2162	0,001
Rodovia Não - Pavimentada	0,1574	0,001
Quantidade Produzida	0,3882	0,001
Produtividade	0,5029	0,001

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

O teste do coeficiente I de Moran Bivariado apresentou autocorrelação positiva e valores maiores que o I de Moran esperado (-0,0020) para quase todas as variáveis, exceto a da educação. A explicação para esse resultado está no fato de municípios com baixos (altos) valores brutos da produção estão associados a municípios com alto (baixo) número de alunos matriculados na zona rural.

Os maiores níveis de autocorrelação são entre a variável valor bruto da produção e a produtividade (0,5029) e a quantidade produzida (0,3882). Essas variáveis podem alavancar o valor bruto da produção de leite, pois a medida que elas aumentam, seja pelo aumento do número de vacas ordenhadas ou através da incorporação de novas tecnologias, o valor bruto recebido também cresce.

Outros elementos que condicionam a atividade leiteira são a precipitação média, o capital e a área de pastagem. A precipitação favorece o desenvolvimento do pasto, que serve como base alimentar para o gado do Rio Grande do Sul. Porém, os proprietários também necessitam de capital para os insumos da produção, como a suplementação alimentar, que contribui para a manutenção da produção em período de seca, os medicamentos e maquinário moderno.

O nível de pseudo-significância para todos os casos que ocorre autocorrelação positiva é de 1%, excetuando o trabalho. No caso dessa última variável, destaca-se que apresentou significância estatística ao nível de pseudo-significância de 5%, o que leva à interpretação de ausência de autocorrelação.

No entanto, a intensidade das associações entre o VBP e as variáveis explicativas é menor do que na análise univariada, pois os valores do coeficiente I de Moran são mais baixos e mais distantes de 1. Esse fato é corroborado pela observação dos diagramas de dispersão de Moran apresentados no Apêndice B entre o valor bruto da produção de leite e as demais variáveis do modelo. Com exceção da educação, a inclinação da curva de autocorrelação espacial é ascendente e acentuada.

Observando o comportamento das variáveis na tabela 12, verifica-se que elas, possuem associação positiva entre os municípios, exceto a da educação. No entanto, a visualização dos gráficos não deixa evidente esse comportamento, visto que os pontos apresentados não seguem uma distribuição nítida no primeiro e no terceiro quadrante, distribuindo-se em todos eles.

O diagrama entre o valor bruto da produção e a educação apresenta inclinação da curva reduzida e descendente, passa pelo quarto e segundo quadrante (indicação aglomerações do tipo BA e AB). Isto significa que regiões com alto (baixo) valor bruto são rodeadas por regiões com baixa (alta) educação.

Embora a estatística I de Moran global apresente resultados importantes para o estudo, podem ocorrer casos em que alguns padrões locais de associação fiquem ocultos. Dessa forma, torna-se necessária uma análise mais criteriosa, com uma escala de desagregação maior e a utilização de indicadores locais de dependência espacial. Assim, é possível identificar de forma mais clara a presença de *clusters* e *outliers*, além das localidades em que a dependência espacial é mais evidente.

5.3 Índice de Moran Local

Os indicadores locais de associação espacial (LISA) são observados através da análise dos mapas de *clusters* e seus respectivos níveis de significância, que chegam a até 5%. A análise desses indicadores é apropriada para identificar os agrupamentos espaciais significativos e a instabilidade local da medida de associação global (I de Moran) revelada por valores espaciais extremos.

A estatística LISA mais conhecida é o I de Moran Local. Esse, segundo Almeida (2004), decompõe o indicador local de autocorrelação em relação à contribuição local

individual em cada um dos quatro quadrantes do diagrama de dispersão de Moran, produzindo o chamado mapa de *cluster* de Moran (Figura 16).

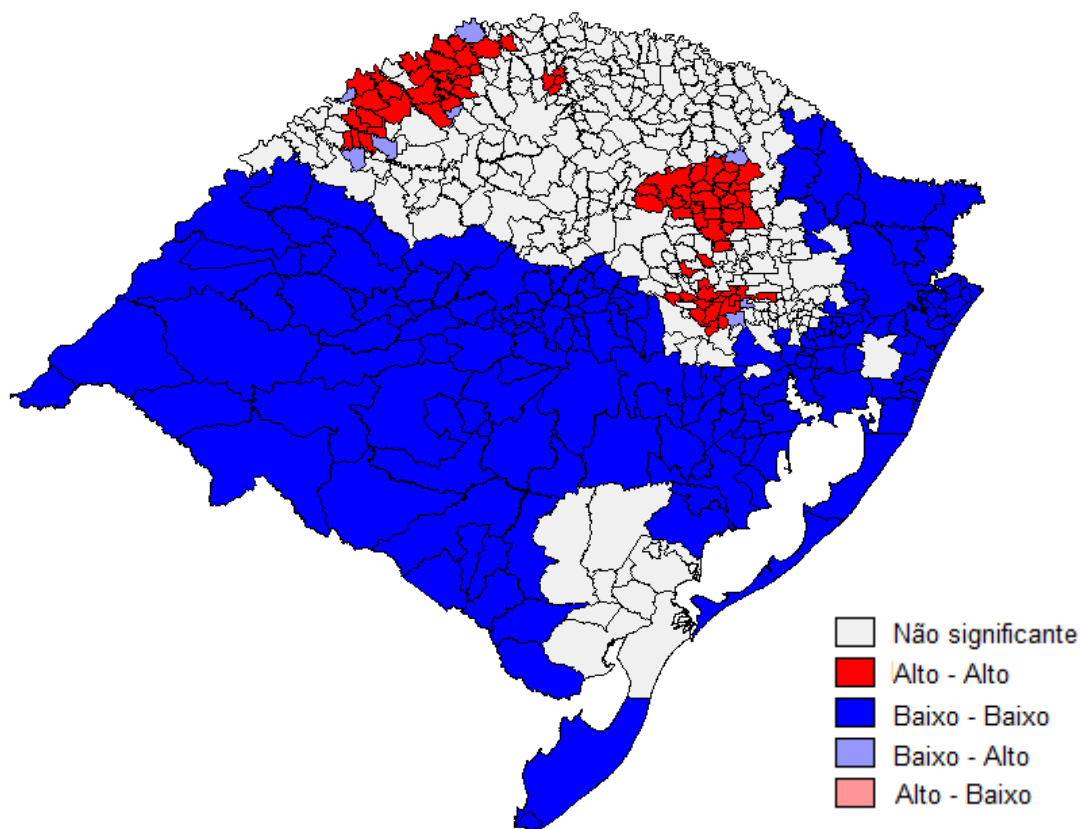


Figura 16 – Mapa de *clusters* do valor bruto da produção de leite dos municípios do Rio Grande do Sul em 2010

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Na figura 16, observam-se três tipos de autocorrelação espacial local para o atributo em questão: alto-alto, baixo-baixo e baixo-alto, obtidos para 257 municípios estatisticamente significantes ao nível 5%. As áreas na cor branca representam os 239 municípios com *LISA* não significantes.

Para a aglomeração espacial do tipo alto-alto foram identificadas 76 observações significantes, divididas em quatro *clusters*, dois situados na mesorregião Noroeste, um na Nordeste e um na Centro-Oriental. No primeiro, nas microrregiões Cerro Largo, Santa Rosa e Três Passos, foram encontrados 42 municípios e se caracterizam pela agricultura com base em pequenas propriedades e pela atividade industrial de equipamentos agrícolas. As propriedades possuem alta produtividade, a maioria dos estabelecimentos com o tamanho de até 50 hectares e alta produção das agroindústrias rurais (EVANGELISTA et al., 2011).

No segundo *cluster* da mesorregião Noroeste situam-se os municípios Cerro Grande, Lajeado do Bugre, Jaboticaba e Novo Tiradentes, que compõem as microrregiões de Carazinho e Palmeira das Missões. Conforme Mantelli (2009), a economia destes municípios está baseada fundamentalmente na agropecuária, com grande contingente de população no meio rural, sendo que este setor contribui com a maior parte da arrecadação dos municípios.

O terceiro *cluster* do tipo alto-alto, localizado na Região Nordeste, é formado por 27 municípios. Deve-se ressaltar que estes municípios são classificados como pequenos, desenvolvidos e relativamente rurais, conforme trabalho realizado por Jansen e Waquil (2002). Isto se deve, sobretudo, ao fato de que a maior parte dos municípios destas microrregiões é constituída por solos do tipo latossolos com boa aptidão agrícola e desenvolvimento da pecuária leiteira.

O último *cluster* é constituído por 17 municípios da microrregião Lajeado-Estrela. Essa caracteriza-se pela predominância de relevo forte ondulado e montanhoso, com solos menos férteis que apresentam certas restrições para culturas anuais, pois possuem pouca profundidade para o desenvolvimento de raízes favorecem à pecuária e a produção de fumo (STRECK, 2008).

Outros padrões de associação local podem ser também observados: alguns municípios próximos ao *cluster* Alto-Alto apresentam padrão Baixo-Alto (indicado pela cor azul-clara), ou seja, são municípios com baixos valores de valor bruto da produção de leite próximos a municípios com maior valor bruto no ano. As observações de baixo valor são os municípios: Rolador, Guarani das Missões, Porto Vera Cruz, Derrubadas, Inhacorá, Caseiros, Paverama e Poço das Antas.

Convém observar também que existe outro *cluster*, todavia de natureza distinta, dessa vez caracterizado como Baixo-Baixo (BB). As mesorregiões abrangidas por essa classificação são a Metropolitana de Porto Alegre, Centro-ocidental, Sudeste e Sudoeste. A primeira possui localidades com grande densidade populacional, onde o território para a produção agropecuária é diminuto, ou onde as condições climáticas são muito adversas, prejudicando consideravelmente tal tipo de produção.

A segunda, mesorregião Centro Ocidental, se caracteriza por uma economia centrada, fundamentalmente na agropecuária e nos serviços. Possui sua produção agrária nas pequenas e médias propriedades, onde se encontram lavouras de feijão, batata, mandioca e cebola. Nas áreas de médio e grande porte predominam a pecuária e as culturas de arroz (RÜCKERT, 2010).

As mesorregiões Sudeste e Sudoeste, integrantes da conhecida “Metade-Sul” do Estado, caracterizadas pela predominância de grandes propriedades, com criação de animais de grande porte, e também pela lavoura de arroz. Segundo Alonso, Benetti e Bandeira (2004), o que se verifica na região é o desenvolvimento predominante da pecuária extensiva e da agricultura. Porém, destacam que em várias localidades as condições do solo não permitem uma maior diversificação das atividades. Isso ocorre devido à suscetibilidade à erosão que algumas áreas apresentam, enquanto outras não são ideais para uso de maquinários e implantação de lavouras temporárias.

A análise do valor bruto da produção de leite demonstra que os municípios do Estado possuem um relativo “equilíbrio” regional em função do movimento das forças centrípetas e centrífugas. Com isso, é perceptível que certos grupos de municípios formam “clubes de convergência”, ou seja, municípios que possuem certas semelhanças entre si tendem a convergir ao longo do tempo.

Uma análise semelhante à medida univariada pode ser feita para o contexto bivariado. Tal análise é importante, pois conforme Almeida (2004), assim como o I de Moran global univariado, a estatística bivariada também pode camuflar padrões de associação linear distintos. Para isso, utiliza-se o mapa de clusters bivariado que mede a associação local entre as variáveis do modelo estudado.

O Apêndice C apresenta os *clusters* formados pela variável endógena (valor bruto da produção leiteira) associado a cada variável exógena do modelo (quantidade produzida, número de estabelecimentos, energia elétrica, produtividade, capital, trabalho, área de pastagem, rodovia pavimentada, precipitação, rodovia não-pavimentada, temperatura e educação).

Nota-se que no contexto bivariado os padrões de associação local são mais diversos que no contexto univariado, para todas as variáveis analisadas. Os municípios que apresentaram formação de *clusters* do tipo Alto-Alto na figura 10 (valor bruto de produção leiteira), confirmaram esse tipo de formação de clusters na análise bivariada. No entanto, alguns pontos transformaram-se em *cluster* do tipo Baixo-Alto, principalmente nas variáveis área de pastagem, capital, educação, energia e trabalho. Neste caso, as variáveis apresentam valores baixos em relação ao valor bruto da produção de leite, demonstrando o alto desempenho e especialização na atividade, concentrado em tecnologias e em vacas ordenhadas para o aumento da produtividade.

Os *clusters* do tipo Baixo-Baixo prevalecem na região sul, seguindo o mesmo padrão da análise univariada. No entanto, surge também algumas associações do tipo Alto-Baixo,

sendo predominante nas variáveis áreas de pastagem, educação, número de estabelecimentos, rodovias não pavimentadas e trabalho. Isso significa que o valor bruto da produção de leite possui valor baixo, sendo essas variáveis mais significativas nos municípios pintados na cor rosa.

A partir dos resultados obtidos até o momento, pode-se perceber que há uma associação espacial entre os municípios do Rio Grande do Sul, principalmente nas mesorregiões noroeste, nordeste e cento-oriental. No entanto, deve-se tomar cuidado ao tirar conclusões apenas com a visualização de mapas, pois o olho humano busca por padrões, mesmo que não existam. Assim, é necessário fazer a confirmação desses resultados com testes econométricos.

5.4 Econometria Espacial

Os resultados obtidos na análise exploratória alertam para a possível presença de dependência espacial. Neste tópico, realizam-se os testes econométricos para a escolha do modelo da função de produção mais adequado considerando a relação espacial.

Inicialmente, os modelos estimados são pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), através da função Cobb-Douglas. No entanto, para não violar a condição de linearidade dos parâmetros as variáveis descritas são expressas na sua forma logarítmica.

Na função é utilizada como variável dependente o valor bruto da produção de leite e como variáveis independentes o capital (K), a população ocupada (L), a energia elétrica (E), a educação (Ed), o número de estabelecimentos (Est), a área de pastagem (A), as rodovias pavimentadas (Rp), as rodovias não-pavimentadas (Rnp), a densidade pluviométrica (C) e a temperatura (T).

As variáveis analisadas no estudo da produção de leite são dados *cross-section* dos municípios do Rio Grande do Sul para o ano de 2010. Os resultados da estimação dos modelos são apresentados no Apêndice D.

Nota-se que os valores para cada modelo estimado por MQO e, de forma geral, a estimação dos coeficientes β são significativos e estáveis. A constante apresentou valor positivo e significância estatística em todos os modelos estimados.

O poder de explicação (R^2) apresenta valor alto nas regressões, maiores que 60%. Esses resultados indicam que há uma forte relação entre a variável dependente e as

independentes. Utilizou-se o R^2 ajustado, pois, segundo Theil (1978), o R^2 tende a fornecer um quadro demasiadamente otimista do ajuste da regressão.

Os critérios de Akaike (AIC) e Schwartz (SC) são utilizados para a comparação entre regressões, o ajuste é melhor quanto menores os valores desses testes. Dessa forma, a regressão que apresentou os melhores resultados foi a quatro (4), em que foram desconsideradas as variáveis produtividade, quantidade produzida, número de estabelecimentos e temperatura média anual.

Com relação aos testes realizados, o do Número Condicional (*Multicollinearity Condition Number*) avalia a presença de multicolinearidade e considera o problema existente quando os valores são superiores a 30. Dessa forma, os modelos 1, 5, 6 e 7 pressupõem que há multicolinearidade entre as variáveis explicativas, ou seja, o valor médio do erro (u_i) não é igual a zero. Isso ocorre, segundo Anselin (1992), devido a uma alta correlação entre as observações das variáveis incluídas no modelo, o que pode trazer como consequência a tendenciosidade e poucos coeficientes com significância estatística.

No entanto, de acordo Gujarati (2006, p. 301), “o sinal mais claro de multicolinearidade é um R^2 muito alto sem que nenhum dos coeficientes de regressão seja altamente significativo segundo o teste t convencional”. Observa-se que o R^2 dos modelos são altos e os coeficientes possuem significâncias estatísticas bastante elevadas, sinalizando que o indício de multicolinearidade no modelo pode não ser verdadeiro. Esse indício de multicolinearidade não é confirmado mediante os resultados demonstrados no Apêndice E, que apresenta a correlação entre as variáveis estudadas. Apenas observa-se que as variáveis produtividade e quantidade produzida apresentam uma correlação superior a 0,6, o que é esperado, sendo excluídas após a primeira estimação.

Para verificar a normalidade dos resíduos, utilizou-se o teste Jaque-Bera. A hipótese nula indica que os erros são normalmente distribuídos, com significância estatística de 1%. Esse resultado é relevante para o estudo, pois permitirá estimar posteriormente os modelos espaciais pelo método de Máxima Verossimilhança.

O teste de Breusch-Pagan é realizado com o intuito de se verificar a existência ou não da heterocedasticidade. Segundo Gujarati (2006), este tipo de problema acontece quando a variância do erro aleatório da regressão não se mostra constante nas observações como um todo, o que torna a regressão ineficiente. Os resultados demonstram que as probabilidades de todas as regressões apresentadas são inferiores a 1%, havendo, portanto, evidências de erros heterocedásticos.

No entanto, o teste de White fornece mais parâmetros para a análise da correlação do erro com as variáveis explicativas, e para a identificação da heterocedasticidade do erro. Conforme Gujarati (2004), também pode medir os erros de especificação ou de ambos (heterocedasticidade e especificação). Pelo teste de White, confirma-se para os valores calculados que há evidências de não homocedasticidade nas diversas regressões.

Os pressupostos dos modelos por MQO não necessariamente se satisfazem quando se trata de dados espaciais. Em particular, existe a possibilidade de que os erros ou as variáveis mostrem dependência espacial. O teste de autocorrelação espacial I de Moran é o mais utilizado nas análises de econometria espacial, captando a dependência entre os vizinhos mais próximos. Se comprovada a existência de autocorrelação espacial, deve-se identificar se a mesma ocorre na variável dependente (defasagem espacial) ou no termo de erro (erro espacial) (Tabela 13).

Tabela 13 – Diagnósticos para autocorrelação espacial para regressões

	Modelos						
	1	2	3	4	5	6	7
I de Moran	15,159 (0,000)	15,100 (0,000)	15,478 (0,000)	15,440 (0,000)	18,701 (0,000)	19,700 (0,000)	19,699 (0,000)
ML - Defasagem	235,826 (0,000)	236,548 (0,000)	240,883 (0,000)	241,929 (0,000)	333,209 (0,000)	409,237 (0,000)	409,443 (0,000)
ML - Defasagem Robusto	86,847 (0,000)	86,682 (0,000)	86,151 (0,000)	85,933 (0,000)	99,174 (0,000)	114,932 (0,000)	115,935 (0,000)
ML - Erro	170,978 (0,000)	172,002 (0,000)	179,371 (0,000)	180,911 (0,000)	270,833 (0,000)	298,138 (0,000)	297,186 (0,000)
ML - Erro Robusto	21,999 (0,000)	22,136 (0,000)	24,639 (0,000)	24,914 (0,000)	36,799 (0,000)	3,833 (0,050)	3,678 (0,055)

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Os resultados para o teste de dependência espacial I de Moran são altamente significativos para a matriz de pesos espaciais utilizada (5 vizinhos), indicando a existência de transbordamento entre os municípios, o que aceita hipótese 2 (H2). Nesse caso, em que há efeitos espaciais, os resultados apresentados pelo MQO tornam-se viesados e inconsistentes, sugerindo que as especificações dos modelos sejam analisadas por uma forma alternativa.

A análise dos testes do tipo multiplicador de Lagrange (ML) são capazes de indicar a forma na qual é assumida a autocorrelação espacial. Segundo os diagnósticos obtidos, pode-se observar que o modelo de defasagem é o mais apropriado, tanto pela sua significância quanto pelo seu valor, sendo mais alto que o modelo de erro. Este resultado é confirmado pelos valores das formas robustas, já que o ML - Defasagem Robusto tem o valor do teste maior que o do ML - Erro Robusto. Cabe ressaltar que as versões robustas dos testes incorporam um fator de correção que considera a má especificação local, em outras palavras, pode-se dizer que os testes robustos descontam os efeitos causados pela influência da autocorrelação existente na variável dependente sobre os testes do ML (RIBEIRO, 2010).

Conforme os resultados obtidos, a presença de autocorrelação espacial torna adequada a aplicação da econometria espacial no modelo de regressão. A normalidade dos resíduos indica o uso do método de estimação pela Máxima Verossimilhança, pois com a presença de efeitos espaciais, a estimação pelos Mínimos Quadrados Ordinários não gera resultados satisfatórios. Dessa forma, estima-se o modelo de defasagem espacial para a função de produção de leite do Rio Grande do Sul, conforme pode ser visto na tabela 14 a partir da regressão 4.

Tabela 14 - Resultado da estimação pelo modelo de defasagem espacial e suas significâncias

Variável	4*
W_logVBP	0,524 (0,000)
Const	1,079 (0,000)
logK	0,019 (0,002)
logL	-0,048 (0,311)
logA	0,084 (0,000)
logE	0,121 (0,000)
logEd	-0,172 (0,000)
logC	0,560 (0,000)
logRp	0,421 (0,000)
logRnp	0,381 (0,000)
R ²	0,889
AIC	19,998
SC	62,063
Breusch-Pagan	24,862 (0,037)

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

A tabela 14 apresenta os resultados da estimação do modelo de defasagem espacial. Este tipo de autocorrelação espacial pode ser exemplificada pelo fenômeno da uma inovação tecnológica (ALMEIDA, 2004). 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.

Optou-se pela estimação da regressão 4 pela econometria espacial com o método de defasagem espacial. A escolha deve-se ao fato dela possuir os melhores resultados entre todos os modelos estimados por MQO, tanto para o *Condition Number* quanto para o teste SC.

Observa-se que a nova estimação (4*) apresenta o coeficiente R^2 acima de 80%. Essa regressão foi estimada sem que tenha problemas de normalidade dos erros e o teste de Breusch-Pagan indica a ausência de heterocedasticidade, demonstrando que esse problema foi corrigido. O valor da função verossimilhança aumentou (0,001), ao passo que os dos critérios de Akaike (AIC) e Schwartz (SC) reduziram 19,998 e 62,063, respectivamente.

O modelo utilizado insere dentre as variáveis explicativas, a defasagem espacial (W_logVBP), isto é, a média dessas variáveis ponderadas pelos vizinhos da unidade regional considerada. Este elemento apresenta significância estatística e, desta forma, confirma-se a dependência espacial entre os municípios do Estado.

Os resultados apontados pela regressão mostram que a variável densidade pluviométrica, seguida pelas rodovias pavimentadas e não pavimentadas, são as que apresentam maior relevância no valor bruto da produção do Rio Grande do Sul. Conforme Berlato e Cordeiro (2005), a quantidade das chuvas afeta seriamente a oferta de pastagem, com reflexos na produção de leite. A mesma interpretação pode-se atribuir à variável área de pastagem, que demonstra grande significância estatística.

No entanto, o proprietário rural precisa se preocupar com outras variáveis que podem influenciar a rentabilidade e a capacidade produtiva de seus negócios. Sob este prisma, a qualidade e a funcionalidade das vias de acesso à propriedade são de extrema importância. As estradas principais (asfaltadas) e as de terra (dentro ou fora da propriedade), que chegam até a o sítio ou fazenda são responsáveis pela entrada de material e pelo escoamento da produção.

Outras variáveis que apresenta impacto no valor bruto da produção de leite são a energia elétrica e o capital. O uso delas pode melhorar o valor da produção agropecuária pela modernização de processos produtivos que agregam valor ao produto como utilização de desintegradores, resfriadores e do bombeamento de água.

No entanto, a incorporação de tecnologias e de inovações exigem, cada vez mais, uma formação educacional consistente por parte do produtor. A variável educação no modelo apresentou valor negativo, demonstrando que as matrículas na zona rural estão inversamente relacionadas ao valor bruto da produção. Esse resultado, segundo Fernandes (2011), deve-se ao grande movimento de fechamento das escolas rurais, explicado pelo processo de municipalização, pela redução da taxa de natalidade e pela diminuição da população rural ao longo dos anos.

A nucleação das escolas - a reunião de várias unidades em uma única - é outro fator que contribuiu para a relação inversa calculada, principalmente no que diz respeito à oferta das séries finais do ensino fundamental e ensino médio. Nesses casos, os alunos da zona rural são transportados pelos municípios para os distritos maiores e muitas vezes para escolas da zona urbana.

A variável trabalho não apresentou significância, não sendo possível afirmar que interfere no valor bruto da produção dos municípios vizinhos. Para Krein e Stravinski (2008), isso deve-se a existência da grande informalidade no sistema de contratação de funcionários para essa atividade. Na relação de trabalho prevalece uma relação precária de trabalho, temporário, sem nenhuma garantia para o trabalhador e baixos salários.

Este cenário deve remeter a uma profunda reflexão acerca da importância de investimentos públicos e privados na pecuária do Rio Grande do Sul. Mais do que isso, é preciso repensar a efetividade dos programas de Governo já direcionados para a atividade leiteira. Levar em consideração como cada componente influencia a formação do valor bruto da produção e a especificidade de cada município é um ponto básico, visto que as políticas adotadas para o Estado como um todo podem não surtir o mesmo efeito em regiões diferentes.

6 CONCLUSÃO

O estado do Rio Grande do Sul tem importância significativa na produção brasileira de leite, ocupando a segunda posição em termos de produção e produtividade. No entanto, apresenta um segmento produtivo dicotômico, com municípios caracterizados pela produção de leite como principal fonte de renda e outros tendo a exploração dessa cultura apenas como complemento de outras atividades. Neste sentido, a pesquisa teve como objetivo analisar a distribuição espacial da produção de leite nos municípios e a relação de dependência entre eles no Rio Grande do Sul (2010).

A análise da especialização demonstrou que em 128 municípios gaúchos a produção de leite possui uma importância duas vezes superior do que essa mesma atividade tem na média do Estado. As localidades que se destacaram, em ordem decrescente, entre os dez mais especializados são Casca, Santo Expedito do Sul, São Domingos do Sul, Tiradentes do Sul, Crissiumal, São José do Inhacorá, Augusto Pestana, Vespesiano Correa, Forquetinha e Tio Hugo.

Esses municípios localizam-se, principalmente, na mesorregião Noroeste, que é considerada a principal bacia leiteira do Estado, aceitando a hipótese 1. O mesmo resultado foi encontrado mediante a análise exploratória de dados espaciais (AEDE), que destacou os polos de produção de leite. As principais características que diferenciam essas regiões são as condições climáticas favoráveis, o predomínio de vacas das raças européias e estrutura cooperativista atuante no arranjo produtivo.

Além disso, ao analisar a distribuição do valor bruto da produção no Estado, levando-se em consideração a presença de municípios tidos como *outliers*, verificou-se 21 áreas atípicas, que não seguem o mesmo processo de dependência espacial das demais. Esses municípios confirmam que a região norte do Estado não segue o mesmo padrão das demais, apresentando uma produção mais alta em relação à média.

Também constatou-se que nenhum município apresentou, no ano de 2010, uma produção extremamente baixa em relação à média do Estado. Os valores menores estão localizados no Sudeste, Sudoeste, Centro-Occidental e Metropolitana de Porto Alegre, em que há predomínio da pecuária extensiva e das áreas urbanas desenvolvidas.

Com relação a estatística I de Moran, os resultados indicaram que existe uma autocorrelação espacial positiva para o valor bruto da produção de leite do Rio Grande do Sul,

sugerindo a existência de dependência espacial. Dessa forma, municípios com altos ou baixos valores das variáveis em estudo estão localizados próximos a vizinhos na mesma condição.

Ao aplicar o teste I de Moran a uma análise bivariada, as variáveis que apresentaram maiores níveis de autocorrelação com o valor bruto da produção foram a produtividade, a quantidade produzida, a precipitação média, o capital e a área de pastagem. A importância dessas variáveis deve-se ao fato de possibilitarem o desenvolvimento da pastagem e a aquisição de insumos, de vacas ordenhadas e de tecnologias que alavancam o valor bruto da produção de leite.

Para detectar os padrões locais de dependência entre os municípios produtores de leite, estimou-se o I de Moran local e verificou-se quatro *clusters* do tipo Alto-Alto (AA), dois na região Noroeste, um na Nordeste e um na Centro-oriental. Convém destacar também que existe outro *cluster* de natureza distinta, dessa vez caracterizado como Baixo-Baixo (BB). As mesorregiões abrangidas por essa classificação são a Metropolitana de Porto Alegre, Centro-ocidental, Sudeste e Sudoeste.

Quando se considerou as variáveis exógenas utilizadas no modelo, observou-se algumas associações distintas entre os municípios. As variáveis confirmaram a presença dos *clusters* do tipo AA na região norte e do tipo BB na região sul, porém surgiram algumas do tipo Baixo-Alto, principalmente nas variáveis área de pastagem, capital, educação energia e trabalho.

Os testes econométricos indicam que a forma mais apropriada é o modelo de defasagem espacial, indicando a existência de transbordamento entre os municípios, sendo aceita a hipótese 2. Esse efeito foi melhor explicado pelas variáveis capital, área de pastagem, energia elétrica, precipitação média, rodovias pavimentadas e rodovias não pavimentadas. Desse modo, a produção de leite de um município influencia a produção dos seus vizinhos.

A partir de tais resultados, torna-se relevante observar a diversidade de cada região na implantação de políticas públicas, como cada componente influencia no valor bruto da produção. Afinal, políticas que geram desenvolvimento em um município, geram desenvolvimento nas localidades vizinhas devido às características associativas que apresentam entre si.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. S. **Curso de Econometria Espacial Aplicada**. Piracicaba, 2004.

_____. Função de Produção Agropecuária Espacial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER), CD-ROM, 2005.

_____. PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 1, p. 31-52, jan./mar. 2008.

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, 4, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ABER), 2006.

ALONSO, J. A. F.; BENETTI, M. D.; BANDEIRA, P. S. **Crescimento econômico da região sul do Rio Grande do Sul**: causas e perspectivas. Porto Alegre: FEE, 2004.

ANSELIN, L. **SLpatial Econometrics: methods and models**. Boston: Kluwer Academic, 1988.

_____. **Spatial data analysis with GIS: as introduction to application in the social sciences**. Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, 1992.

_____. The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association. In: FISHER, M; SCHOLTEN, H. J.; UNWIN, D. W. (Org.). **Spatial analytical perspectives in GIS**. London: Taylor&Francis, 1996. p. 111-125.

_____. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

_____. **Spatial Econometrics**. Dallas: University of Texas, 1999.

_____. Spatial Effects in Econometric Practice in Environmental and Resource Economics. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 83, n. 3, p. 705-710, 2001.

_____. Spatial Externalities, Spatial Multipliers, and Spatial Econometrics, **International Regional Science Review**, v. 26, n. 2, p. 153-166, 2003.

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

ARROYO, S.; BUSTAMANTE, C. Dimensión territorial como factor del desarrollo económico: algunos aportes metodológicos para su medición. **Revista Estudios Demográficos y Urbanos**, v. 72, p. 675-696, 2009.

BAGNASCO A. **Tre Italie**: la problematica territoriale dello sviluppo italiano. Bologna: Il Mulino, 1977.

BARBOSA, P. F.; PEDROSO, A. F.; NOVO, A. L. M.; RODRIGUES, A. A.; CAMARGO, A. C.; POTT, E. B.; SCHIFFLER, E. A.; AFONSO, E.; OLIVEIRA, M. C. S.; TUPY, O.; BARBOSA, R. T.; LIMA, V. M. B. **Produção de leite no Sudeste do Brasil**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSudeste/introducao.html>>. Acesso em: 12 set. 2012.

BARRETO, R. C. S. **Desenvolvimento regional e convergência de renda nos municípios do Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

BATISTA, I. M.; SILVEIRA, V. C. P. Influência das desigualdades econômicas regionais no setor agropecuário do Rio Grande do Sul. **Revista Extensão Rural**, v. 13, n. 1, p. 62-95, 2006.

BECATTINI, G. Dal 'settore' industriale al 'distretto' industriale. Alcune considerazioni sull'unità d'indagine dell'economia industriale». **Rivista di economia e politica industriale**, v. 5, n. 1, p. 7-21, 1979

BECATTINI, G. Del distrito industrial marshalliano a la "teoria del distrito" contemporânea. Uma breve reconstrucción crítica. **Investigaciones Regionales**, n. 1, p. 9-32, 2002.

BERLATO, M. A.; CORDEIRO, A. P. A. Variabilidade climática e agricultura do Rio Grande do Sul. In: FEDERAÇÃO DOS CLUBES DE INTEGRAÇÃO E TROCA DE EXPERIÊNCIA (Org.). **As Estiagens e as Perdas na Agricultura: Fenômeno Natural ou Imprevidência?**. Porto Alegre: Ideograf Editora Gráfica, 2005, v.1, n. 1, p. 43-59.

BIGMAN, D.; DEICHMANN, U. Geographical targeting: a review of different methods and approaches. In: BIGMAN, D.; FOFACK, H. (Org.). **Geographical targeting for poverty alleviation**. The World Bank, Washington DC, . 43-73, 2000.

BOLFE, E. L.; SIQUEIRA, O. J. W. de; PEREIRA, R. S.; ALBA, J. M. F.; MIURA, A. K. Uso, ocupação das terras e banco de dados geográficos da metade sul do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1729-1737, set. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Agrostat**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/agrostat>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

BRUSCO, S. The Emilian model: productive decentralization and social integration. **Cambridge Journal of Economics**, v. 6, n. 1, p. 167-184, 1982.

BUCHOLTZ, S. J. **Generalized moments estimation for flexible spatial error models: a library for Matlab**. USDA: Economic Research Service, 2004.

CABRAL, D. de C. Von Thünen e o abastecimento madeireiro de centros urbanos pré-industriais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 28, n. 2, jul./dez. 2011.

CAPUCHO, T. O. **Produção leiteira no Paraná: um estudo considerando os efeitos espaciais**. 2010, 130f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

CARVALHO, V. R. F. **Indústria de laticínios no Rio Grande do Sul: um panorama após o movimento de fusões e aquisições**. 1º Encontro de Economia Gaúcha, 2002. Disponível em: <www.fee.tche.br/sitefee/download/eeg/1/mesa_10_carvalho.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2011.

CASTRO, N. Custos de transporte e produção agropecuária no Brasil, 1970-1996. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, v. 49, n. 2, p. 87-109, 2002.

CEPEA/USP. Centro de Pesquisa e Extensão Apícola. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 10 set. 2012

CHIARINI, T. **Krugman e a Nova Geografia Econômica: convergência de rendimento do trabalho principal dos estados nordestinos**. In: KLAUS, H.; ARRAES, R. A. (Org.) Desigualdades e políticas regionais. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, p. 89-110, 2007.

CHRISTALLER, W. **Central places in Southern Germany**. New Jersey: Prentice-Hall, 1966.

CLEMENTE, E. C.; HESPANHOL, A. N. Reestruturação da cadeia produtiva do leite: a especialização do produtor é a solução? **Revista de geografia agrária**, v.4, n.8, p. 180-211, ago. 2009.

CLIFF, A. D. e ORD, J.K. **Spatial processes: models and applications**. London: Pion, 1981.

COBB, C. W., DOUGLAS, P. H. A Theory of Production. **The American Economic Review**, v. 18, mar., p. 139-165, 1928.

CRESSIE, N. **Statistical for spatial data**. Nova Iorque: Wiley, 1993.

CROCCO, M. A.; GALINARI, R.; SANTOS, F; LEMOS, M. B.; SIMÕES, R. Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. **Nova Economia**, v. 16, n. 2, p. 211-241, 2006.

CUNHA, J. M. P. Migração e urbanização no Brasil: alguns desafios metodológicos para análise. **Revista São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n.4, p. 3-20, out./dez. 2008.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Ranking da Produção de Leite por Estado, 2008/2010**. Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0240.php>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

EVANGELISTA, M.L.S; HECKLER, V.; ELGER, F.A.; GRIEBLER, G. & NÜSKE, A.C. A sustentabilidade no sistema produtivo da atividade leiteira na Região Fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMPEP), 2011, Bauru. **Anais...** São Paulo: SIMPEP, 2011.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Disponível em: <www.fao.org/index_en.htm>. Acesso em: 15 out. 2012.

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**. 2002, 184f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

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**, v. 33, n. 5, p. 557-579, 2003.

_____; VAN DE LIST, A. J. Spatial econometric data analysis: moving beyond traditional models. **International Regional Science Review**, v. 26, n. 3, p. 244 - 268, 2003.

FUÀ, G.; ZACHIA, C. **Industrializzazione Senza Fratture**. Bologna: Il Mulino, 1983.

GÁMEZ, L. I. R. Distribución del empleo en hermosill: econometría espacial como herramienta de planeación urbana. In: CONGRESO DE EGRESADOS DE EL COLEF, 1., 2009, Tijuana. **Anais eletrônicos...** Tijuana: El Colef, 2009. Disponível em: <<http://docencia.colef.mx/system/files/file/ponencias/mesa%208/Liz%20Ileana%20Rodriguez.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2012.

GARCIA, J. A. S. **Forma urbana y mercado de trabajo, acessibilidade al empleo, segregación residencial y paro**. 2003. 449f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 2003.

GARCIA, R. A.; SOARES FILHO, B. S.; MORO, S. Modelagem espacial do desmatamento amazônico. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambú. **Anais...** Campinas: ABEP, p. 1-19, 2006.

GAROFOLI, G. Lo Sviluppo Delle 'aree Periferiche' nel l'economia Italiana Degli Anni'70, L'Industria, vol. 2, n. 3. Traduction française (1986): Le développement périphérique en Italie. **Economie et Humanisme**, n. 289, p. 30-36, 1981.

GEARY, R. The Contiguity Ratio an Statistical Mapping. **The Incorporated Statistician**. v. 5, p. 115-145, 1954.

GETIS, A. A history of the concept of spatial autocorrelation: a geographer's perspective. **Geographical Analysis**, v. 40, n. 3, p. 297-309, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1995.

GODINHO, M. **Lácteos: perspectivas para o setor em 2011/12**. Disponível em <http://www.terraviva.com.br/cliq/perspectivasleite2011_12.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2012.

GOODCHILD, M. F. Citizens as voluntary sensors: Spatial data infrastructure in the world of Web 2.0. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, v. 2, p. 24-32, 2007.

GUJARATI, D. **Econometria Básica**. Rio de Janeiro: Campus, 4 ed., 2006

GUMPRECHT, D.; MÜLLER, W. G.; RODRÍGUEZ-DÍAZ, J. M. Designs for Detecting Spatial Dependence. **Geographical Analysis**, v. 41, n. 2, p. 127-143, 2009.

HAINING, R. **Spatial Data Analysis in the Social and Environment Sciences**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

HERNÁNDEZ, R. A. B. **Comparación de las metodologías**: modelo lineal generalizado mixto marginal espacial con varianza CAR bajo respuesta Poisson y modelo lineal generalizado Poisson log-lineal con distribución subyacente gaussiana en el estudio de datos de área. 2011, 55f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Univerddidad Nacional de Colombia, Colombia, 2011.

HIRSCHMAN, A. **Transmissão Inter-regional do Crescimento Econômico**. In: SCHWARTZMAN, S. (Org.). **Economia Regional: Textos Escolhidos**. Belo Horizonte, CEDEPLAR, 1977.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PPM – Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário - 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

ISARD, W. **Methods of regional analysis**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1960.

JANSEN, S. L.; WAQUIL, P. D. Identificação e Caracterização das Atividades Agropecuárias nos Municípios Gaúchos: Uma comparação com indicadores sócioeconômicos. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2002, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: SOBER, 2002.

JIMENÉZ, K. P.; JUNQUERA, B. Why are clusters beneficial? A review of the literature. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, v. 20, n. 2, p. 161–173, 2010.

KANDEL, W. A.; BROWN, D. L. **Population change and rural society**. Nova York: Springer Verlag, 2006.

KLAASSEN, L. **Method of selecting industries for depressed areas**. Paris: OCDE, 1979.

KREIN, J. D.; STRAVINSKI, B. Relações de trabalho, regulação e conflitos. In: MIRANDA, C.; TIBURCIO, B. (Org.). **Emprego e Trabalho na Agricultura Brasileira**. Brasília: IICA, 2008.

KRUGMAN, O. **Geografía y comercio**. Barcelona: Antoni Bosch, 1992.

LE GALLO, J.; ERTHUR, C. Exploratory spatial data analysis of the distribution of regional per capita GDP in Europe, 1980-1995. **Papers in Regional Science**, v. 82, n. 2, p. 175-201, 2003.

LINS, P. M. G.; VILELA, P. S.; GOMES, S. T. **Diagnóstico da pecuária leiteira do estado de Minas Gerais em 2005**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006.

LIRA, L. **La cuestión regional y local en América Latina**. Publicación de las Naciones Unidas. Santiago, Chile: Cepal, nov. 2003. (Serie Gestión Pública, 44).

LÖSCH, A. **The Economics of Location**. New Haven: Yale University Press, 1954.

MAGALHÃES, A., HEWINGS, G., AZZONI, C. R. Spatial dependence and regional convergence in Brazil. **Regional Economics Applications Laboratory**, 2000. Disponível em: <www.real.uiuc.edu/d-paper/00-t-11.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MAINARDI, L. F. Aumentar a produção e a qualidade do leite. **Jornal do Comércio**, Porto Alegre, 09 nov. 2011. Disponível em: <<http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=78169>>. Acesso em: 13 fev. 2012.

MANTELLI, J. “O processo de ocupação do Noroeste do Rio Grande do Sul e a evolução agrária”. **Revista Geografia**, v. 31, n. 2, maio/ago, 2009.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

MARION FILHO, P. J.; FAGUNDES, J. de O.; SCHUMACHER, G. A produção de leite no Rio Grande do Sul: produtividade, especialização e concentração (1990 – 2009). **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 9, n. 2, 2011.

MARTORI, J. C.; HOBERG, K.; MADARIAGA, R. La incorporación del espacio en los métodos estadísticos: autocorrelación espacial y segregación. In: X COLOQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA, 10., Barcelona. **Anais eletrônicos...** Barcelona: Universidad de Barcelona, 2008. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/195.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MELIKHOVA, Y. **Relaciones intersectoriales y dinámica regional europea: el papel de los servicios a empresas**. 2010, 531 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidad de Granada, Granada, 2010.

MILLER, M.; GIBSON, L.; WRIGHT, G. Location Quotient: A Basic Tool for Economic Development Analysis. **Economic Development Review**, v. 9, n. 2, 65-68, 1991.

MORAN, P. A. P. The interpretation of statistical maps. **Journal of the Royal Statistical Society**. v. 10, p. 243-251, 1948.

MYRDAL, G. **Teoria Econômica e Regiões Subdesenvolvidas**. Rio de Janeiro: UFMG Biblioteca Universitária, 1960.

NASCIF, C. **Indicadores técnicos e econômicos em sistemas de produção de leite de quatro mesorregiões do estado de Minas Gerais**. 2008. 110f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

NOGUEIRA, M. P.; TURCO, C. de P.; PAIVA, H. A. B. de; LOPES, M. B. Produção leiteira. In: CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (coord). **Estratégias para o leite no Brasil**. 1º ed. São Paulo: Atlas, 2006. p.90-120.

O’KELLY, M.; BRYAN, D. Agricultural location theory: von Thunen's contribution to economic geography. **Progress in Human Geography**, v. 20, n.4, p. 457-475, 1996.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Disponível em: <<http://www.oecd.org/>>. Acesso em: out. 2012.

PAELINCK, J. De quelques aspects operatoires dans l'usage des techniques d'entrèe et sortie au niveau régional et interregional, **Revue Juridique**, 1970.

PEREIRA, P. C. **A inser o brasileira no mercado internacional de produtos lácteos: evolu o e perspectivas**. 2008, 194f. Tese (Doutorado em *Scientiae*) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

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

PIMENTEL, E. A., HADDAD, E. A. Análise da distribui o espacial da renda no estado de Minas Gerais: uma abordagem setorial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32, 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Associa o Nacional de Pós-gradua o em Economia (ANPEC) 2004.

PINEDA, J. A. P. Econometr a espacial y ciencia regional. **Investigación Econômica**, v. 65, n. 258, p. 129-160, 2006.

PINHEIRO, M. A. **Distribui o Espacial da Agropecuária da Estado do Paraná: um estudo em fun o de Produ o**. 2007, 126f. Disserta o (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

PIQUET, R. **A reestrutura o da economia brasileira: desnacionaliza o e desemprego**. Buenos Aires: CLACSO, 2004.

PORTER, M. E. Cluster and the new economics of competition. **Harvard Business Review**, p. 77-90, 1998.

RIBEIRO, E. C. B. A. **Convergência de renda local entre os municípios brasileiros para o período 2000 a 2005**. 2010, 140f. Disserta o (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

R IOS, M. A. G. **Apuntes de economía regional**. Chile: PNUD, 2010.

ROCHA, A. A. LBR   a segunda no ranking de lácteos. **Valor Econ mico**, São Paulo, 24 abril 2012. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/arquivo/884009/lbr-e-segunda-no-ranking-de-lacteos>>. Acesso em: 09 set. 2012.

ROCHA, C. B.; PARRÉ, J. L. Estudo da Distribui o Espacial do Setor Agropecuário do Rio Grande do Sul. **Análise Econômica**, Porto Alegre, ano 27, n. 52, p. 139-160, set. 2009.

RÜCKERT, I. N. **As finanças municipais e os gastos sociais no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : FEE, 2010.

SANTOS, H. M. L. **Teoria da localização, método de análise hierárquica e o setor de serviços** – o caso do curso pré-vestibular. 2007, 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E AGRONEGÓCIO. **Com a presença de 95% de seus integrantes foi instalada a Câmara Setorial do Leite.** Disponível em: <http://www.agricultura.rs.gov.br/noticias_detalle.php?cod=4202>. Acesso em: 13 fev. 2012.

SETEC. **Indicadores socioeconômicos.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/indsocioeconRS.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2012.

SILVA NETO, B.; BASSO, D. A produção de leite como estratégia de desenvolvimento para o Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento em Questão**, v. 3, n. 5, p. 53-72, 2005.

SIQUEIRA, K. B. ; GOMES, S.T. A década de 90 e suas conseqüências no setor lácteo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41, 2003, Juiz de Fora (MG). **Anais...** Juiz de Fora (MG): SOBER, 2003.

SLUSZZ, T. O impacto da instrução normativa 51 no sistema agroindustrial do leite no Rio Grande do Sul: uma análise na Elegê alimentos S/A e na Cooperativa Languiri Ltda. 2006. In: XLIV CONGRESSO DA SOBER, 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006.

SMITH, A. **A Riqueza das Nações.** São Paulo: Nova Cultural, 1996.

SOUKIAZIS, E.; CERQUEIRA, P. **Econometria: noções básicas.** Coimbra: FEUC, 2008.

SOUZA, M. L. D. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

STRECK, E. V. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008.

STUDENT. The Elimination of Spurious Correlation Due to Position in Time or Space. **Biometrika** v. 10, p. 179-180, 1914.

TAVARES, J. M. O que acontece com o município vizinho interessa? Um estudo de econometria espacial aplicado a Santa Catarina (1998-2002). **Revista Textos de Economia**, Florianópolis, v. 12, n. 1, 2009.

THEIL, H. **Introduction to Econometrics.** New Jersey: Prentice-Hall, 1978.

TRENNEPOHL, D.; PAIVA, C. A. N.; WILDNER, M. C. O potencial de contribuição da pecuária leiteira para o desenvolvimento da região noroeste do Rio Grande do Sul. In: 5º ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 5., Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <www.pucrs.br/eventos/eeg/trabalhos/70.doc>. Acesso em: 15 fev. 2012.

VILELA, D.; BRESSAN, M.; GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; MARTINS, M. C.; NOGUEIRA NETTO, V. **O agronegócio do leite e políticas públicas para o desenvolvimento sustentável.** Juiz de Fora: Embrapa, 2002.

VON THÜNEN, J. H. **The isolated state.** Oxford: Pergamon Press, 1966.

ZOCCAL, R.; CASSELE, F. L. G.; CHAIB FILHO, H.; CARNEIRO, A. V.; JUNQUEIRA, R. Mudanças no mapa da produção de leite no Brasil. In: FERNANDES, E. N.; MARTINS, P. do C.; MOREIRA, M. S. de P.; ARCURI, P. B. (Ed.). **Novos desafios para o leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 24-34, 2007.

ZOCCAL, R.; GOMES, A . T. Zoneamento da produção de leite. In: ZOCCAL, R.; CARVALHO, L. de A.; MARTINS, P. do C.; ARCURI, P. B.; MOREIRA, M. S. de P. (Ed.). **A inserção do Brasil no mercado internacional de lácteos**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 163-180, 2011.

WEBER, Alfred. **Theory of Location of Industries**, 2^a ed. Chicago: University of Chicago Press, 1957.

WHITTLE, P On stationary processes in the plane. **Biometrika**, v 4 1 , p.434-449, 1954.

WISE, S.; HAINING, R.; SIGNORETTA, P. Scientific visualization and the exploratory analysis of area based data. **Environment and Planning A**, v. 31, n.10, 1999.

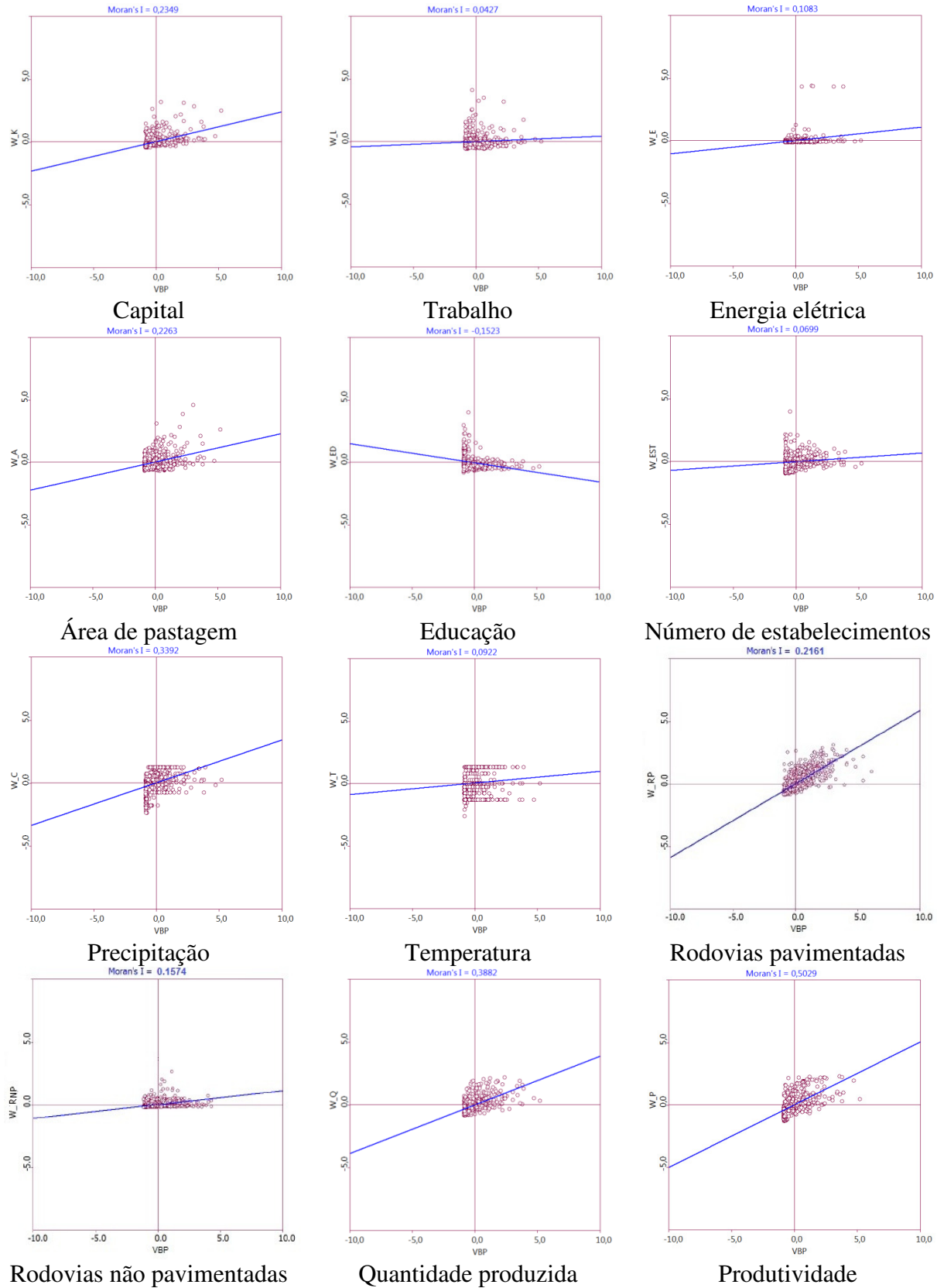
YRIGOYEN, C. C. **Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales**. Madrid: Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, 2003.

APÊNDICES

Apêndice A - Municípios especializados na produção de leite do Rio Grande do Sul

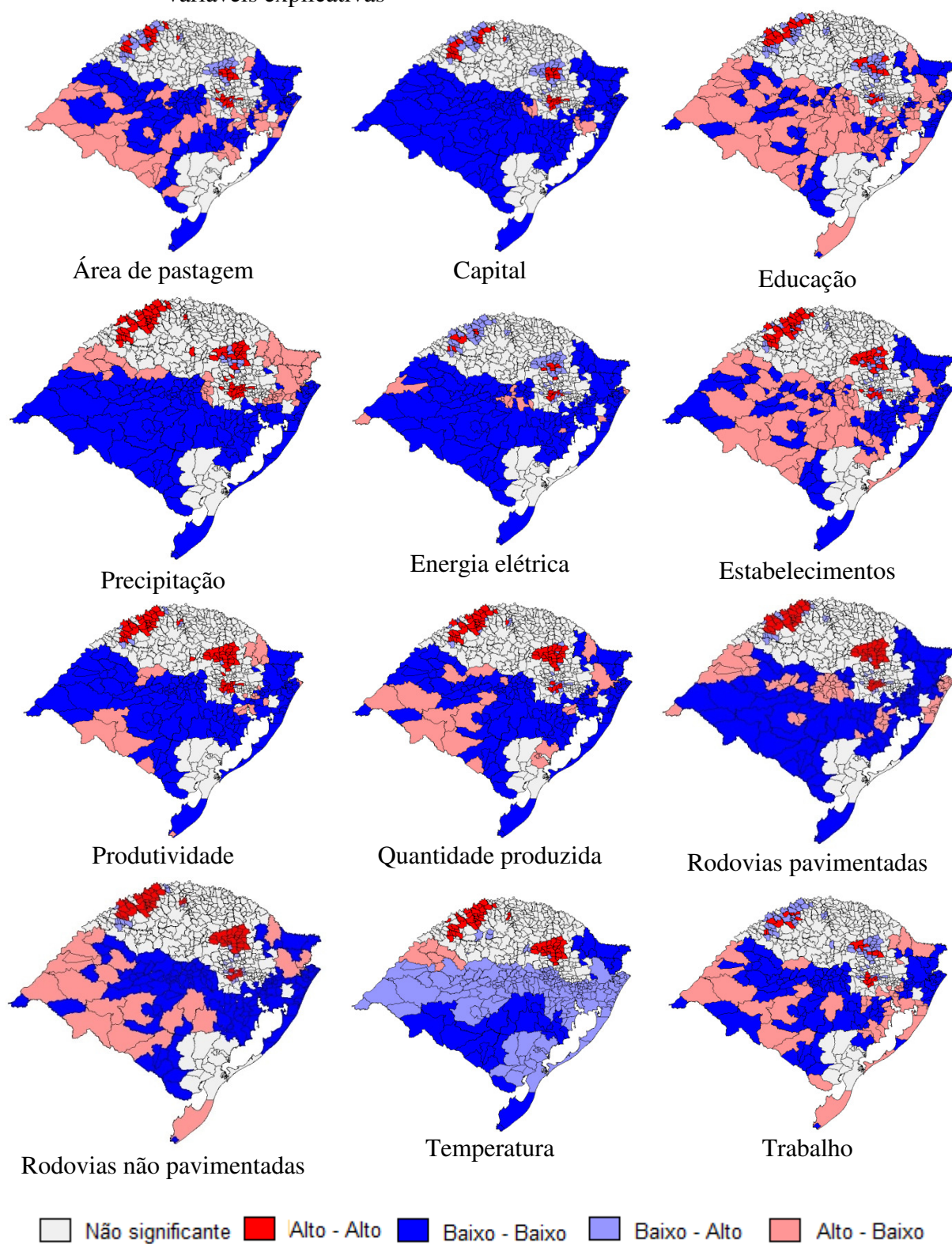
1° Casca	44° Montauri	87° Redentora
2° Santo Expedito do Sul	45° São Vendelino	88° Novo Tiradentes
3° São Domingos do Sul	46° Barra do Rio Azul	89° Passo Fundo
4° Tiradentes do Sul	47° Estrela	90° Nova Alvorada
5° Crissiumal	48° Ibiraiaras	91° Tenente Portela
6° São José do Inhacorá	49° Três Passos	92° Derrubadas
7° Augusto Pestana	50° Vista Gaúcha	93° Coronel Barros
8° Vespasiano Correa	51° Ernestina	94° Serafina Corrêa
9° Forquetinha	52° São Jorge	95° Ciríaco
10° Tio Hugo	53° Tuparendi	96° Travesseiro
11° Campina das Missões	54° Anta Gorda	97° Tapejara
12° Vila Maria	55° Rondinha	98° Novo Barreiro
13° Senador Salgado Filho	56° Camargo	99° Mato Queimado
14° Quinze de Novembro	57° Guabiju	100° Viadutos
15° Miraguaí	58° Santo Antônio do Palma	101° Victor Graeff
16° Nova Candelária	59° Pontão	102° Santa Clara do Sul
17° Teutônia	60° Humaitá	103° Ibirubá
18° Westfalia	61° São Paulo das Missões	104° Cerrito
19° Esperança do Sul	62° Nova Boa Vista	105° Vista Alegre do Prata
20° Ubiretama	63° Paraí	106° Muliterno
21° Santo Cristo	64° Mormaço	107° Horizontina
22° Ajuricaba	65° Itatiba do Sul	108° Porto Lucena
23° Cerro Largo	66° Colinas	109° Jaboticaba
24° Ibirapuitã	67° Putinga	110° Bom Retiro do Sul
25° Guaporé	68° São Pedro do Butiá	111° Maximiliano de Almeida
26° Arroio do Meio	69° Veranópolis	112° Santa Cecília do Sul
27° Salvador das Missões	70° Gentil	113° Sananduva
28° Carlos Barbosa	71° Taquara	114° Três Arroios
29° Cândido Godói	72° Fagundes Varela	115° São João da Urtiga
30° Vanini	73° Lagoa dos Três Cantos	116° Floriano Peixoto
31° Boa Vista do Buricá	74° Sagrada Família	117° Tapera
32° Selbach	75° Vila Lângaro	118° Relvado
33° Morro Redondo	76° Vila Flores	119° Marques de Souza
34° São José do Herval	77° Sertão	120° Saldanha Marinho
35° David Canabarro	78° Erval Grande	121° Alecrim
36° Sede Nova	79° Nova Ramada	122° Santa Rosa
37° Alegria	80° Erval Seco	123° Estação
38° São Martinho	81° Nova Prata	124° Imigrante
39° Nicolau Vergueiro	82° Nova Araçá	125° Barra do Guarita
40° Três de Maio	83° Pinhal	126° Severiano de Almeida
41° Independência	84° Fontoura Xavier	127° Bom Progresso
42° Aratiba	85° Pouso Novo	128° Três Palmeiras
43° Marau	86° Tucunduva	

Apêndice B - Diagrama de Dispersão de Moran Bivariado para o valor bruto da produção da pecuária leiteira do Rio Grande do Sul e as demais variáveis explicativas.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Apêndice C - *Clusters* Bivariados entre valor bruto da produção agropecuária e as demais variáveis explicativas



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Apêndice D– Estimções por MQO para a variável dependente valor bruto da produção de leite

Variável	1	2	3	4	5	6	7
Const	1,962 (0,000)	1,756 (0,000)	2,115 (0,000)	1,885 (0,000)	1,892 (0,000)	0,005 (0,001)	0,034 (0,001)
logK	0,058 (0,014)	0,057 (0,015)	0,060 (0,011)	0,059 (0,012)	0,159 (0,000)	0,249 (0,000)	0,244 (0,000)
logL	-0,076 (0,003)	-0,076 (0,003)	-0,090 (0,000)	-0,090 (0,000)	-0,122 (0,000)	-	0,030 (0,429)
logT	0,299 (0,305)	-	0,342 (0,241)	-	-	-1,401 (0,000)	-1,398 (0,000)
logA	0,108 (0,001)	0,114 (0,000)	0,102 (0,001)	0,109 (0,000)	0,026 (0,503)	0,239 (0,000)	0,237 (0,000)
logE	0,195 (0,000)	0,195 (0,000)	0,199 (0,000)	0,199 (0,000)	0,183 (0,000)	0,155 (0,000)	0,154 (0,000)
logEst	0,103 (0,047)	0,107 (0,038)	-	-	-0,036 (0,481)	0,561 (0,000)	0,571 (0,000)
logC	1,141 (0,000)	1,195 (0,000)	1,165 (0,000)	1,227 (0,000)	-	1,657 (0,000)	1,664 (0,000)
logP	0,965 (0,000)	-	-	-	-	-	-
logQ	0,508 (0,000)	-	-	-	-	-	-
logRp	0,939 (0,000)	0,942 (0,000)	0,920 (0,000)	0,891 (0,000)	1,265 (0,000)	1,053 (0,000)	0,984 (0,000)
logRnp	0,507 (0,000)	0,510 (0,000)	0,558 (0,000)	0,562 (0,000)	0,467 (0,000)	0,372 (0,000)	0,371 (0,000)
logEd	-0,306 (0,000)	-0,312 (0,000)	-0,257 (0,000)	-0,262 (0,000)	-	-0,506 (0,000)	-0,510 (0,000)
R ² ajust	0,825	0,825	0,824	0,823	0,748	0,613	0,612
AIC	256,787	255,863	258,819	256,214	453,972	654,359	655,722
SC	303,059	297,929	300,885	296,079	487,624	688,012	693,581
LIK*	-117,393	-117,932	-119,409	-120,107	-218,986	-219,18	-218,861
Cond. Number	32,323	29,77	29,016	28,659	34,370	36,003	36,029
Jarque-Bera	6,401 (0,059)	7,022 (0,037)	6,712 (0,048)	6,566 (0,053)	7,769 (0,025)	6,284 (0,062)	5,215 (0,074)
Breusch-Pagan	70,120 (0,000)	59,351 (0,000)	65,365 (0,000)	55,643 (0,000)	39,606 (0,000)	69,572 (0,000)	72,258 (0,000)
White	244,570 (0,108)	215,931 (0,000)	228,261 (0,000)	198,165 (0,000)	132,263 (0,000)	224,48 (0,000)	238,617 (0,000)

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do IBGE (2012).

Apêndice E - Correlação entre as variáveis do modelo

Variável	logVBP	logEd	logQ	logP	logC	logT	logL	logK	logA	logE	logRp	logRnp	logEst
logVBP	1.0												
logEd	0.040	1.0											
logQ	0.731	0.377	1.0										
logP	0.699	-0.084	0.571	1.0									
logC	0.534	0.009	0.270	0.266	1.0								
logT	0.184	-0.001	0.060	-0.092	0.465	1.0							
logL	0.054	-0.029	0.115	0.135	-0.041	-0.036	1.0						
logK	0.571	0.183	0.585	0.357	0.352	0.131	0.171	1.0					
logA	0.253	0.196	0.250	0.154	-0.008	0.104	0.130	0.290	1.0				
logE	0.235	0.114	0.044	0.075	0.043	0.031	0.101	0.176	0.219	1.0			
logRp	-0,049	-0,09	-0,04	-0,06	-0,03	-0,04	-0,02	-0,04	-0,065	-0,05	1.0		
logRnp	0,048	0,362	0,176	0,382	0,451	0,032	0,224	0,087	0,033	0,186	0,108	1.0	
logEst	0.395	0.686	0.664	0.113	0.229	0.139	-0.118	0.392	0.157	0.090	-0,06	0,072	1.0