

LUIZA CARNEIRO MARETI VALENTE

**DETERMINANTES ECONÔMICOS DA SANIDADE BOVINA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
**2009**

LUIZA CARNEIRO MARETI VALENTE

**DETERMINANTES ECONÔMICOS DA SANIDADE BOVINA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 12 de fevereiro de 2009.

---

Prof. Romário Cerqueira Leite

---

Prof. Alexandre Bragança Coelho

---

Prof. Sebastião Teixeira Gomes

---

Prof. Marcelo José Braga  
(Co-orientador)

---

Prof.<sup>ª</sup> Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale  
(Orientadora)

*À minha mãe Maria, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.  
Aos meus primeiros orientadores Professor José Mário Franqueira da Silva e Antônio  
Cândido de Cerqueira Leite Ribeiro, por serem os primeiros que acharam que eu ia dar  
certo na economia aplicada. Realmente era verdade.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela excelência em ensino e pela competência de seus profissionais. Também pelo seu *campi* com lagos, jardins e recantos que davam a cada dia um toque de beleza, paz e harmonia e de onde, em certos momentos, eu tirava força e energia.

Ao Departamento de Economia Rural (DER), pela oportunidade de cursar o mestrado e aprender, além da economia, meus limites e descobrir que esses estão além de onde eu imaginava.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, fundamental ao desenvolvimento deste trabalho.

À professora Sônia pela orientação e pelos momentos felizes que passei em sua companhia.

Aos professores Marcelo Braga e José Maria pela co-orientação, críticas e sugestões que com certeza só enriqueceram meu trabalho.

Ao professor Sebastião Teixeira Gomes pelo fornecimento de parte dos dados utilizados nessa dissertação. Além disso, agradeço a ele e ao professor Maurinho Luis dos Santos por estarem presentes em momentos decisivos, pelos conselhos e palavras de incentivo.

Aos médicos veterinários do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento José Ricardo Lôbo, Vera Cecília Figueiredo, Gabriella Bicca, por

fornecerem parte dos dados necessários à esse trabalho e pela gentileza e boa vontade em me atender e responder meus questionamentos todas as vezes necessárias (e que não foram poucas).

À professora Zélia do Departamento de Veterinária Preventiva da UFMG.

À todos os funcionários do Departamento de Economia Rural, principalmente à Carminha, Dona Cida, Brilhante, Verônica, Helena, Tedinha e Élide por serem sempre prestativos e dispostos à ajudar no que fosse possível.

Aos demais professores com os quais fiz disciplinas: Alexandre Bragança, Marília, Fátima, Campos.

Ao Professor Franqueira, meu orientador da graduação, e ao Antônio Candido, meu orientador na Embrapa Gado de Leite, por me incentivarem à entrar no mestrado em Economia Aplicada. Talvez nem eles soubessem que fosse dar tão certo.

À minha mãe Maria, ao meu pai Jorge e à minha irmã Liane, por me darem as bases para as conquistas de hoje.

Ao Herbert, Marlon e Dênis por terem sido pai e irmãos da minha família de Viçosa. Pelos momentos de alegria e descontração, principalmente no início do curso, afinal, a gente rala mas solta pipa.

Às amigas de república Luciana, Priscila, Simone, Sanae e à amiga de república, Embrapa e UFV, Joanna, pela amizade que criamos e compartilharemos ainda por muitos anos.

Aos amigos de “formatura” de mestrado Gil, Henrique, Marcinha, Patrícia e Elvânio, mesmo não sendo oficialmente da turma de vocês, passamos juntos e acompanhamos uns dos outros os momentos finais dessa fase.

Aos amigos de departamento Vanessa, Talles, Mirelle, Samuel, Luciany e Alexandre Alvisi.

Ao Elvânio e ao Cristiano pela inestimável ajuda em econometria e, novamente ao Elvânio por ter passado junto comigo a ansiedade, bons e maus momentos das seleções para o doutorado.

Aos amigos da Embrapa Gado de Leite: Klinger, Armando Carvalho, Armando Ribeiro, Rebeca, Salvati, Mary, Dr. Hermenegildo, Celinho e seu Jair, por me receberem tão bem sempre que retorno à Embrapa.

Aos amigos da graduação Flávia Calixto, Professora Eliana, Rosamarina Navarro, Luciana Gomes, Priscila Santos, Christine Barcelos por torcerem sempre por mim nos caminhos que escolhi, fossem eles quais fossem.

Aos velhos amigos Ana Luisa, Arthur, Illene, Livia, Patricia com os quais cresci, estudei, me diverti e sempre pude contar. Obrigada por estarem sempre comigo!

Às “coincidências” da vida que me fazem amadurecer e traçar os rumos da minha vida, muitas vezes de maneiras inesperadas.

## **BIOGRAFIA**

LUIZA CARNEIRO MARETI VALENTE, filha de Jorge Mareti Valente e Maria Encarnação Carneiro Mareti, nasceu em 02 de julho de 1982 no Rio de Janeiro.

Em 1997, iniciou, na Escola Técnica Federal de Química, o curso técnico de biotecnologia, concluído em julho de 2001.

Em agosto de 2001 iniciou o curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal Fluminense, concluindo-o em março de 2007. Em 2006, estagiou na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP em Pirassununga, São Paulo, na Embrapa Gado de Leite em Coronel Pacheco, Minas Gerais e no Labvet em Carambeí, Paraná.

Em agosto de 2007 mudou-se para Viçosa onde ingressou no Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada do Departamento de Economia Rural na Universidade Federal de Viçosa concluindo os requisitos necessários para obtenção do título de *Magister Scientiae* em fevereiro de 2009.

Em novembro de 2008 foi aprovada no curso de doutorado em Economia Aplicada, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Mudou-se para Piracicaba em fevereiro de 2009 para iniciar o doutorado.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE SIGLAS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvii
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
2 DETERMINANTES DO USO DE MEDIDAS SANITÁRIAS ASSOCIADAS AO CONTROLE DA BRUCELOSE E TUBERCULOSE BOVINAS.....	6
2.1 Introdução.....	6
2.1.1 Programas de erradicação de brucelose e tuberculose no mundo.....	9
2.1.2 Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Bovina (PNCEBT).....	10

2.1.3 O problema e sua importância.....	12
2.1.4 Objetivos.....	14
2.1.4.1 Objetivo Geral.....	14
2.1.4.2 Objetivos Específicos.....	14
2.2 Referencial Teórico.....	15
2.3 Estratégias e responsabilidades do PNCEBT na ótica econômica...	20
2.4 Referencial Analítico.....	24
2.4.1 Matrizes de Pesos Espaciais.....	24
2.4.2 Análise exploratória de dados espaciais.....	26
2.4.2.1 I de Moran Global.....	27
2.4.2.2 Diagrama de Dispersão de Moran.....	28
2.4.2.3 I de Moran Local.....	30
2.4.3 Tobit em painel.....	31
2.4.4 Modelo Empírico.....	33
2.4.5 Fonte de Dados.....	33
2.5 Resultados e Discussão.....	34
2.5.1 Associação espacial das medidas sanitárias.....	37
2.5.1.1 Análise dos exames de tuberculose.....	37
2.5.1.2 Análise do número de bezerras vacinadas contra brucelose.....	46
2.5.2 Determinantes do uso de medidas sanitárias.....	52
2.6 Conclusões.....	58
<b>3 DETERMINANTES DO GASTO PRIVADO COM PREVENÇÃO E TRATAMENTO EM FAZENDAS PRODUTORAS DE LEITE DE MINAS GERAIS.....</b>	<b>61</b>
3.1 Introdução.....	61

3.1.1 O problema e sua importância.....	63
3.1.2 Objetivos.....	64
3.1.2.1 Objetivo Geral.....	64
3.1.2.2 Objetivos Específicos.....	64
3.2 Referencial Teórico.....	64
3.2.1 Os efeitos das doenças na produção.....	64
3.2.2 O Modelo de Controle de Doenças.....	66
3.3 Referencial Analítico.....	69
3.3.1 Mínimos Quadrados em Dois Estágios.....	70
3.3.2 Extensão ao modelo de Mínimos Quadrados em 3 estágios.....	72
3.3.2.1 Teste de erro de especificação de Hausman.....	72
3.3.3 Modelo Empírico.....	73
3.3.4 Variáveis.....	73
3.4 Resultados.....	75
3.5 Conclusões.....	82
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
APÊNDICES	
Apêndice A – Diagramas de dispersão de Moran.....	84
Apêndice B - Resultados do I de Moran para os resíduos da estimação Tobit.....	97
Apêndice C - Testes de multicolinearidade do capítulo II.....	104
Apêndice D - Teste de endogeneidade.....	108
Apêndice E – Testes de multicolinearidade do capítulo III.....	110

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Classificação das medidas previstas no programa e da atribuição de suas responsabilidades .....	21
Tabela 2- Estatística descritiva do número exames de tuberculose por animal, de 1996 a 2006.....	38
Tabela 3- Resultados do I de Moran para os exames de tuberculose.....	39
Tabela 4- Estatística descritiva do número vacinações contra brucelose por animal, de 1996 a 2006.....	46
Tabela 5 - Resultados do I de Moran para o número de bezerras vacinadas....	47
Tabela 6- Resultados da estimação para número de bezerras vacinadas e exames realizados de brucelose e tuberculose por animal do rebanho.....	52
Tabela 7 – Estatística descritiva das transferências do MAPA aos Estados, em reais por animal, por regiões brasileiras, de 1996 a 2006.....	55
Tabela 8- Estatística descritiva dos gastos com medicamentos.....	76
Tabela 8- Resultado da explicação dos gastos com tratamento e prevenção..	78

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 -Distribuição anual dos recursos financeiros aplicados no sistema de defesa sanitária animal (em US\$), com destaque para o PNEFA, Brasil, 1997 a 2007 .....	4
Figura 2 – Modelo de externalidade causada por doenças animais altamente contagiosas.....	16
Figura 3- Esquema da vizinhanças das matrizes de contigüidades.....	25
Figura 4- Diagrama de dispersão de Moran.....	29
Figura 5-Mapa de Significância e mapa de <i>clusters</i> .....	31
Figura 6 – Número de exames de brucelose, tuberculose e vacinações por animal realizadas no Brasil no período de 1996 a 2006.....	34
Figura 7 – Número de exames de brucelose e tuberculose por animal realizados no Brasil no período de 1996 a 2006.....	36
Figura 8- Mapa de dispersão de Moran para exames de tuberculose por animal.....	41
Figura 9 – Mapa de <i>clusters</i> para número de exames de tuberculose por animal, 1996 – 2006.....	44
Figura 10- Mapa de dispersão de Moran para vacinação contra brucelose.....	49
Figura 11 – Mapa de <i>clusters</i> para número de bezerras vacinadas por animal, 1996 – 2006.....	51
Figura 12- Ajuste de recursos e custos de doenças.....	65
Figura 13- Custos de prevenção e tratamento de quatro estratégias de controle de doenças.....	69

## LISTA DE SIGLAS

AA	Alto-Alto
AB	Alto-Baixo
AC	Acre
AEDE	Análise Exploratória de Dados Espaciais
AL	Alagoas
AM	Amazonas
AP	Amapá
BA	Baixo-Alto
BA	Bahia
BB	Baixo-Baixo
BSE	encefalopatia espongiforme bovina
CE	Ceará
DF	Distrito Federal
ES	Espírito Santo
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GO	Goiás
GTA	Guia de trânsito animal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-DI	Índice geral de preços disponibilidade interna
INDEA- MT	Instituto de Defesa Agropecuária do Estado do Mato Grosso
LISA	Indicadores locais de associação espacial
MA	Maranhão
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MG	Minas Gerais
MQ2E	Mínimos quadrados em dois estágios
MQ3E	Mínimos quadrados em três estágios
MQO	Mínimos quadrados ordinários
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
PA	Pará
PB	Paraíba

PE	Pernambuco
PI	Piauí
PIB	Produto interno bruto
PNCEBT	Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal
PNEFA	Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa
PR	Paraná
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RIPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RJ	Rio de Janeiro
RN	Rio Grande do Norte
RO	Rondônia
RR	Roraima
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SE	Sergipe
SP	São Paulo
TO	Tocantins

## RESUMO

VALENTE, Luiza Carneiro Mareti, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009. **Determinantes econômicos da sanidade bovina**. Orientadora: Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale. Co-orientadores: Marcelo José Braga e José Maria Alves da Silva.

A pecuária bovina é um dos mais importantes setores do agronegócio brasileiro. Entretanto, a sanidade dos rebanhos brasileiros – peça fundamental para a atividade – ainda é uma questão pouco estudada em termos econômicos. Assim, este trabalho buscou identificar os principais determinantes do uso das medidas preventivas e dos gastos com elas. Para isso, o trabalho foi dividido em duas partes. Na primeira utilizaram-se dados dos oficiais do Programa Nacional de Controle e Erradicação de Brucelose e Tuberculose Bovinas (PNCEBT), do número de animais vacinados contra a brucelose e de exames de tuberculose. Uma análise preliminar foi realizada buscando identificar padrões espaciais (*clusters*) de adoção dessas medidas. Em ambas as séries, os resultados indicaram alta variabilidade no uso destas medidas entre os estados. Para os exames de tuberculose, os principais *clusters* encontrados foram: um de baixo uso, localizado principalmente nos Estados da região Norte para os anos de 2004 a 2006, e um de alto uso nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará no ano de 2006. O primeiro *cluster* foi atribuído à má estruturação da defesa sanitária animal naqueles estados. O segundo é atribuído às exigências desse exame para a compra de animais

financiados pelo Programa Nacional de Apoio à Agricultura Familiar (PRONAF). Para o número de animais vacinados contra a brucelose os principais *clusters* encontrados foram: de alto uso, nos Estados da região Centro-Oeste de 2004 a 2006, e de baixo uso nos Estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco, principalmente entre 2004 e 2006. O primeiro foi atribuído à prática de vacinação já estar integrada ao manejo da região além da necessidade de comprovação dessa vacinação nas propriedades que necessitam de emissão da Guia de Trânsito Animal (GTA) para o envio de animais ao abate. Atribuiu-se o segundo *cluster* à má estruturação dos serviços de defesa sanitária animal principalmente das regiões Norte e Nordeste. Em seguida, buscou-se identificar os possíveis determinantes para essas medidas. Para isso, utilizou-se um modelo Tobit em painel. Os principais resultados indicam que o início efetivo do PNCEBT, em 2004, estimulou significativamente o aumento das medidas. Também observou-se que a vacinação não é influenciada pelos preços pagos tanto para carne quanto para leite, mas que esses afetavam positivamente o número de exames de tuberculose. A variável de produção de carne por quilometro quadrado também indicou aumento das práticas com o aumento da produção. Variáveis relativas às transferências do governo federal por convênio aos estados e às exportações de carne ou leite não foram significativas. Concluiu-se que o PNCEBT vem apresentando bons resultados embora haja necessidade de reestruturação de sistemas estaduais de sanidade animal principalmente das regiões Norte e Nordeste de modo a viabilizar melhor educação sanitária e reciclagem dos profissionais envolvidos na produção de bovinos. Além disso, devem ser planejados incentivos econômicos aos produtores de modo a estimular o aumento das práticas preventivas estudadas. Na segunda parte foram usados dados de entrevistas realizadas com 861 produtores de leite de Minas Gerais. Pretendeu-se identificar as características dos sistemas produtivos que levam a maiores gastos com prevenção das doenças animais. Além disso, pretendeu-se verificar a existência de relação entre gastos com prevenção e tratamento. Para isso, a metodologia utilizada foi a de Mínimos Quadrados em Três Estágios que permite a considerar a endogeneidade esperada entre os gastos estudados. Os resultados encontrados indicaram que os gastos com tratamento aumentam com o aumento do percentual de vacas em lactação, da produção por área e do gasto com mão-de-obra. Os gastos com prevenção aumentam

com a produção por área, o gasto com mão-de-obra e com minerais, com a maior idade do produtor, usada como *proxy* para experiência, e com o uso de mão-de-obra familiar. Adicionalmente, propriedades que receberam mais de seis visitas por ano de um técnico têm maiores gastos com tratamento, mas menores gastos com prevenção. A relação encontrada entre os gastos foi contrária ao esperado, mostrando que quando os gastos com prevenção aumentam, os com tratamento também aumentam. Assim, concluiu-se que os produtores tem uma atitude reativa e não próativa com relação à sanidade bovina. Ainda, são os produtores menos intensivos que, em média, gastam menos com sanidade. Finalmente, foi sugerido que medidas de educação sanitária tanto para produtores quanto para técnicos são as que podem trazer maiores benefícios para a sociedade.

## ABSTRACT

VALENTE, Luiza Carneiro Mareti, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2009. **Economic determinants of bovine health.** Adviser: Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale. Co-Advisers: Marcelo José Braga and José Maria Alves da Silva.

The bovine livestock is one of the most important sectors of Brazilian agribusiness. However, Brazilian herds' health - key to the activity – is still an issue rarely studied in economic terms. This way, the present study tried to identify the major determinants of the use of preventive measures and its expenses. Thus, the work was divided into two parts. At first it was used official data from the National Program for Control and Eradication of Bovine Brucellosis and Tuberculosis (PNCEBT), the number of animals vaccinated against brucellosis and tuberculosis tests. A preliminary analysis was performed trying to identify spatial patterns (clusters) of adoption of these measures. In both series, the results showed high variability in the use of these measures among the states. For tuberculosis tests, the major clusters found were the following: a low-use one, located mainly in the states of the northern region by 2004 to 2006, and one of high use in the states of Paraíba, Rio Grande do Norte and Ceará in 2006. The first cluster was attributed to poor organization of animal health inspection services in those states. The second is attributed to the necessity of the examination for the purchase of animals financed by the National Program of Support for Family Agriculture

(PRONAF). For the number of vaccinated animals against brucellosis the main clusters found were: high-use, in the states of the Center-west region from 2004 to 2006, and low use in the states of Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte and Pernambuco, mainly between 2004 and 2006. The first cluster was attributed to the fact that the practice of vaccination is already integrated to the management of the region. Besides that, there is the necessity of proof of vaccination in the properties that need to issue the Guide for Animal Transit (GTA) to send animals to slaughter. The second cluster is related to the poor structuring of animal health inspection services mainly in the northern and northeast. Then it was tried to identify the determinants of these measures. For this reason, a Panel Tobit model was used. The main results indicate that the effective beginning PNCEBT in 2004, significantly stimulated the increase of the measures. It was observed that vaccination is not influenced by the prices paid both for meat and for milk, but those affected positively the number of tuberculosis tests. The variable production of meat per square km also showed increasing practice with the increase of production. Variables related to federal government transfer, by agreement, to states and the exports of meat or milk were not significant. It was concluded that the PNCEBT has shown good results although there is a need for restructuring of animal health inspection services especially in the northern and northeast regions in order to make easier better sanitary education and retraining of health professionals involved in the livestock production. Besides, economic incentives to producers to stimulate the increase in preventive practices studied must be planned. In the second part, data from interviews with 861 milk producers from Minas Gerais was used. It was intended to identify the characteristics of production systems that lead to greater spending on prevention of animal diseases. Furthermore, it was tried to verify the existence of the relationship between spending on prevention and treatment. In order to do that, the methodology used was the Three-Stages Least Squares which allows considering the expected endogeneity among the spendings studied. The results indicated that spending on treatment increases with the increasing in the percentage of milking cows, production per area and expenses with employees. Expenses on prevention increase with the production per area, expenses with the labor and minerals, producer's age, used as a proxy for experience, and with the use of family labor. Additionally, properties visited

by a technician more than six times a year, have higher expenses on treatment, but less expenses on prevention. The association between expenses was contrary to the expected, showing that when spending on prevention is increased, the treatment expenses also get higher. Thus, we concluded that the producers have a reactive and not proactive attitude regarding bovine health. Furthermore, less intensive producers, on average, spend less on bovine health. Finally, it was suggested that measures of sanitary education both for producers and the technicians can bring greater benefits to society.

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O agronegócio brasileiro é importante na economia. Prova disso é que o PIB do agronegócio, em 2007, correspondeu a 25,1% do nacional. A pecuária bovina, especificamente, é de grande importância no contexto econômico nacional, sendo responsável, nesse mesmo ano, por 185,7 milhões de reais ou 28,9% do PIB agropecuário (CEPEA, 2008).

O agronegócio também é fundamental para a balança comercial brasileira. Em 2007, suas exportações totalizaram US\$ 58,415 bilhões, o que representou uma taxa de crescimento de 18,2% em relação ao ano anterior, e corresponderam a 36,4% das exportações totais brasileiras. Já as importações do agronegócio apresentaram variação anual de 30,2%, totalizando US\$ 8,719 bilhões. Como consequência, registrou-se um superávit da balança comercial do agronegócio de US\$ 49,696 bilhões, recorde histórico para o setor (BRASIL, 2008a).

Com relação às exportações do agronegócio, o setor de carnes foi o segundo maior componente, ficando atrás somente do complexo soja. Entretanto, foi o que trouxe maior contribuição para a expansão das exportações. Suas vendas externas cresceram 30,7%, passando de US\$ 8,6 bilhões em 2006 para US\$ 11,3 bilhões em 2007. Entre os produtos de maior participação destaca-se o crescimento das exportações de carne bovina *in natura* (11,2%, de US\$ 3,1 bilhões para US\$ 3,5 bilhões), frango *in natura* (44,3%, de US\$ 2,9 bilhões para US\$ 4,2 bilhões) e carne suína (18,7%, de US\$ 1 bilhão para US\$ 1,2 bilhão) (BRASIL, 2008a).

Em 2008, o cenário mundial foi alterado devido à crise financeira, que se iniciou nos Estados Unidos e rapidamente se alastrou para outros países do mundo. Esse fato trouxe incerteza sobre o ritmo de comercialização da produção agropecuária, mas não foi capaz de impedir o desempenho das exportações do agronegócio, que alcançaram US\$ 71,9 bilhões – um acréscimo de 23% em relação a 2007 (BRASIL, 2009). Analistas afirmam que o crescimento das exportações até setembro, o mês de agravamento da crise, compensou a redução das exportações no último trimestre do ano. Entretanto, um fato que pode favorecer o setor no Brasil é o aumento das exportações aos países em desenvolvimento, que tendem a continuar crescendo, mesmo que a taxas mais baixas.

Para manter e conquistar cada vez mais mercados, ainda são necessários muitos avanços na questão da sanidade dos rebanhos bovinos brasileiros. Isso porque há crescente demanda por parte dos mercados consumidores por alimentos de maior qualidade nutricional e sanitária. Dessa forma, cada vez mais a prevenção se torna importante devido às grandes consequências econômicas advindas de surtos de doenças animais. Por exemplo, estima-se que os focos de febre aftosa na Grã-Bretanha, em 2001, custaram à agricultura e às indústrias de alimentos em torno de 3,1 bilhões de libras (THOMPSON et al., 2002). Outro exemplo são as perdas totais para a indústria de carne bovina americana, em razão do foco de encefalopatia espongiforme bovina em 2003 – BSE ou “doença da vaca louca”. Coffey et al. (2005) estimaram que essas perdas tenham sido entre 3,2 e 4,7 bilhões de dólares devido à redução dos mercados exportadores americanos.

Além dos impactos no comércio internacional, as doenças também são responsáveis por prejuízos diretos aos produtores, seja devido à redução da produção, seja pelo aumento da mortalidade e dos custos com tratamento. Para a produção de suínos, Sobestiansky et al. (2001) estimaram que, em Santa Catarina, a rinite atrófica cause perda de 3,8 em cada 100 suínos abatidos. Assim, sabe-se que um manejo sanitário eficiente é capaz de evitar ou reduzir esses impactos.

Entretanto, a sanidade dos rebanhos deve ser abordada de maneira ampla, pois vários agentes devem ter responsabilidade sobre ela. Nesse sentido, Holden (1999)

divide as doenças animais em dois tipos com relação à responsabilidade de controle e prevenção: as epidêmicas<sup>1</sup> e as endêmicas<sup>2</sup>.

Doenças epidêmicas e zoonóticas<sup>3</sup> devem ser tratadas pelo Estado, pois têm capacidade de provocar externalidades negativas e os benefícios de seu controle são apropriados por toda a sociedade (HOLDEN, 1999). Já as doenças endêmicas são consideradas bens privados porque os produtores que escolhem controlá-las têm capacidade de lucrar com sua redução, sem afetar os rebanhos vizinhos (HOLDEN, 1999).

Existem ainda algumas doenças endêmicas que dão origem a significantes externalidades, devendo ser abordadas de forma conjunta entre os setores público e privado. Além disso, segundo Prichett et al. (2005), quando se considera a prevenção de doenças e as estratégias de erradicação, o comportamento dos agentes se torna importante. Isso porque instituições públicas são capazes de influenciar o comportamento dos indivíduos privados por meio de regulações e legislações, além de poderem criar incentivos com o pagamento de indenizações e benefícios.

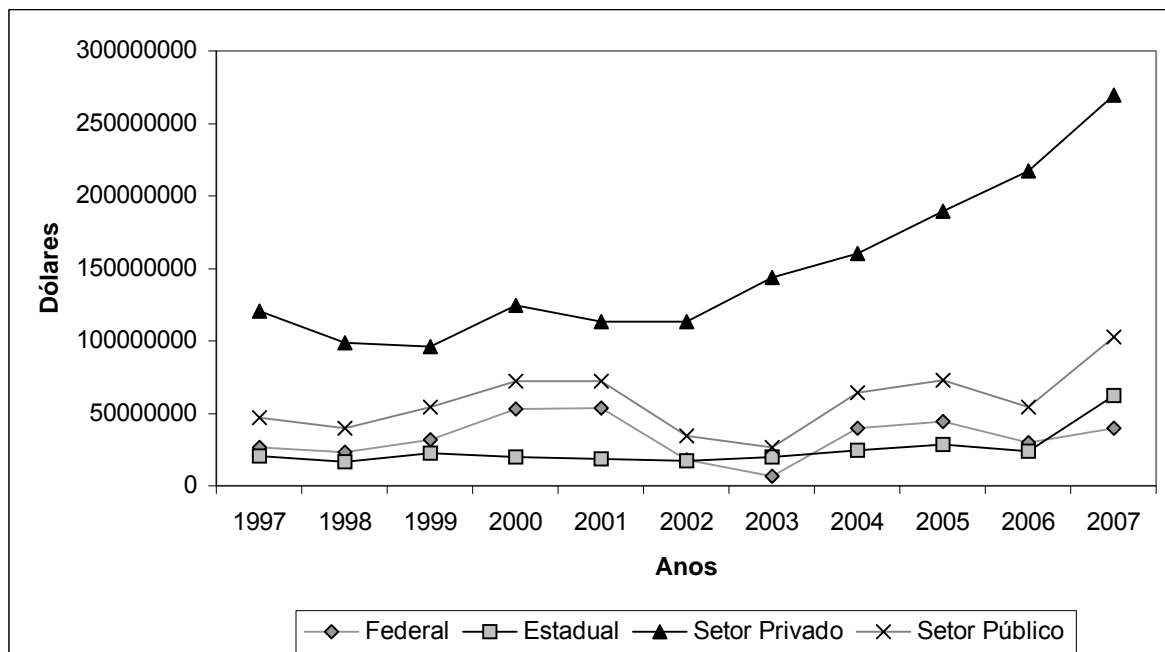
No Brasil, um dos programas de sanidade animal mais consolidados é o Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA). Esse programa prevê responsabilidades compartilhadas entre os governos federal e estadual e o setor privado, tendo bem definidas as atribuições de cada uma das partes. Os recursos financeiros destinados ao sistema de defesa sanitária animal com ênfase no PNEFA de cada uma das partes, entre os anos de 1997 e 2007, são apresentados na Figura 1.

---

<sup>1</sup> Uma doença é dita epidêmica quando ocorre em um nível superior ao esperado (THRUSFIELD, 2004).

<sup>2</sup> Uma doença é dita endêmica quando tem frequência usual de ocorrência ou presença constante em uma população (THRUSFIELD, 2004).

<sup>3</sup> Zoonoses são infecções compartilhadas na natureza pelo homem e por outros animais vertebrados (THRUSFIELD, 2004).



Fonte: Relatório Anual do PNEFA, BRASIL (2008b).

Figura 1 - Distribuição anual dos recursos financeiros aplicados no sistema de defesa sanitária animal (em US\$), com destaque para o PNEFA - Brasil, 1997 a 2007

A curva de investimentos do setor público representa a soma entre os recursos federais e estaduais. Nesse levantamento foram considerados para o setor público os recursos de investimento e custeio, não incluindo despesas relativas ao pagamento de salários e contribuições sociais, e, para o setor privado, as despesas com aquisição e aplicação da vacina contra a febre aftosa, bem como os recursos destinados à constituição de fundos privados de erradicação. Ainda, os gastos com aquisição da vacina representaram, em 2007, 71% do valor total aplicado pelo setor privado e 51% do total aplicado pelos setores público e privado.

Assim, a figura mostra a grande importância do setor privado nos programas de sanidade animal brasileiros, sendo responsável por aproximadamente dois terços do total gasto. Essas despesas são ainda maiores quando se consideram os gastos com a prevenção de outras doenças (principalmente por meio de vacinação).

A partir dos conceitos macroeconômicos de razões de consumo e investimento, os investimentos privados em sanidade animal podem ser realizados por duas razões básicas: por razões psicossociais, isto é, de conscientização dos produtores sobre a importância da prevenção das doenças e adesão aos programas; e pelo retorno esperado

do investimento, quando o produtor espera reduzir gastos no futuro pelos investimentos em sanidade no presente. Além disso, o investimento dos agentes privados pode ser influenciado por obrigatoriedade imposta pelo poder público (*enforcement*), ou por incentivos concedidos no preço dos produtos. Contudo, no Brasil, este último é raramente observado.

Tendo em vista a importância da interação entre as partes públicas e privadas na sanidade animal, este trabalho buscou identificar os principais determinantes do uso das medidas preventivas e seus consequentes gastos nos sistemas de produção de bovinos. Para isso, dividiu-se o trabalho em outras três partes, além desta introdução.

O capítulo 2 tratou especificamente do Programa Nacional de Controle e Erradicação de Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) e pretendeu identificar os principais fatores econômicos responsáveis pelo uso de medidas preventivas determinadas pelo programa: a vacinação contra a brucelose e os exames de tuberculose. Ademais, foi feita uma análise preliminar, que buscou identificar as diferenças regionais no uso dessas medidas. Isso porque os sistemas estaduais de defesa agropecuária, que estão em contato direto com os produtores, têm capacidades de fiscalização influenciadas por suas diferentes infraestruturas e, assim, abordam o programa de maneiras distintas. Ainda, existem diferenças com relação aos sistemas produtivos e hábitos dos produtores, o que gera diferentes abordagens na adoção das práticas sanitárias.

O capítulo 3 tratou do problema dos investimentos em sanidade de maneira mais restrita, enfocando apenas os gastos privados em medicamentos. Dessa forma, excluindo-se fatores externos ao sistema produtivo, pretendeu-se apontar as principais características que são responsáveis por maiores gastos em práticas preventivas. Pressupõe-se que maiores gastos estejam relacionados a sistemas de prevenção mais eficientes, embora se saiba que isso pode não ser verdade para todos os sistemas produtivos.

Finalmente, no capítulo 4 encontram-se as considerações finais deste trabalho, além de sugestões para futuros estudos.

## **2 - DETERMINANTES DO USO DE MEDIDAS SANITÁRIAS ASSOCIADAS AO CONTROLE DA BRUCELOSE E TUBERCULOSE BOVINAS**

### **2.1 Introdução**

No Brasil e em outros países da América Latina onde a febre aftosa está em fase avançada de erradicação, o controle da tuberculose e da brucelose está se tornando prioritário, pois se espera que elas sejam as próximas doenças a tornarem-se alvo de exigências sanitárias internacionais (LÔBO, 2008). Assim, essas enfermidades devem ter controle prioritário nos sistemas produtivos de bovinos. Além dos possíveis prejuízos ao comércio internacional, elas estão amplamente distribuídas no território brasileiro e são doenças infecciosas de caráter zoonótico, o que as torna um problema de saúde pública. A transmissão da tuberculose bovina ocorre principalmente às pessoas que lidam diariamente com os animais vivos ou aos trabalhadores dos abatedouros, os magarefes. Já a transmissão da brucelose a humanos ocorre principalmente pelo consumo de leite que não recebeu o tratamento térmico necessário.

O último diagnóstico de situação da brucelose bovina em âmbito nacional foi realizado em 1975, tendo sido estimada a porcentagem de animais soropositivos em 4% na região Sul, 7,5% na região Sudeste, 6,8% na região Centro-Oeste, 2,5% na região Nordeste e 4,1% na região Norte. Posteriormente, foram realizados alguns estudos isolados em âmbito estadual. Por exemplo, um levantamento realizado em 1999, no

Triângulo Mineiro, e nas regiões centro e sul de Minas Gerais, envolvendo aproximadamente 1.600 propriedades e 23 mil animais, estimou a prevalência aparente de animais infectados de 0,8% (BRASIL, 2006).

Com relação à tuberculose, entre 1989 e 1998, os dados de notificação oficiais de tuberculose bovina indicam uma prevalência média nacional de 1,3% de animais infectados (BRASIL, 2006). Recentemente, Roxo (2004 citada por KANTOR; RITACCO, 2006) estimou as seguintes prevalências de animais reativos à tuberculina: na região Norte, 3,62%; Nordeste, 3,31%; Centro-Oeste, 0,37%; Sudeste, 0,92%; e Sul, 0,58%.

Restringindo-se apenas aos danos causados aos sistemas produtivos, ambas as doenças são crônicas, e por isso, causam reduzida mortalidade, fato que colabora para a baixa percepção dos pecuaristas quanto aos prejuízos que são capazes de gerar. Entretanto, são responsáveis por deteriorar a capacidade produtiva e reprodutiva dos animais, além de influenciar os custos de produção por aumento de gastos com medicamentos, principalmente os dirigidos aos tratamentos secundários à infecção. De acordo com a legislação, os animais diagnosticados não devem ser tratados e sim eliminados do plantel.

Tratando-se apenas da tuberculose, seus principais prejuízos foram apontados por Homem (2003) como: redução da produção de leite entre 10% e 18%, diminuição da conversão alimentar em 20%, redução de nascimentos de 5% e mortalidade perinatal de bezerros de 1%. Essa autora, buscando quantificar esses impactos para o município de Pirassununga (SP), encontrou prejuízos anuais entre R\$ 192.500,00 e R\$ 430.252,00 no ano de 2003, considerando a perda de produção de carne e leite, redução do nascimento de bezerros por infertilidade das matrizes e morte de bezerros neonatos.

Com relação à zoonose em humanos, Kantor e Ritacco (1994) estimaram que cerca de 8% dos casos de tuberculose humana, na América Latina, sejam causados pela tuberculose zoonótica. Como no Brasil são notificados anualmente 85 mil novos casos de tuberculose em humanos, o que corresponde a um coeficiente de incidência de 47 para cada 100 mil habitantes, segundo dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, 6,8 mil desses casos poderiam ser atribuídos à zoonose. Ainda, cerca de 6 mil óbitos por ano são registrados em decorrência da doença (Ministério da Saúde – MS,

2008). Considerando os custos do tratamento para casos de tuberculose levantados por Costa et al. (2005) para Salvador (BA), de US\$ 103,00 para cada novo caso, só os custos relativos à tuberculose zoonótica seriam de cerca de US\$ 700.400,00 por ano.

Quanto à brucelose bovina, Paulin (2003), citando vários autores, afirma que a doença pode causar redução entre 10% e 15% na produção de carne, dilatação do intervalo entre partos de 11,5 para 20 meses, aumento de 30% na taxa de reposição dos animais, queda de 15% no nascimento de bezerros e queda de 10% a 24% na produção leiteira. No mesmo sentido, Lucas (2006) simulou os impactos econômicos anuais atribuídos à presença da brucelose em propriedades leiteiras. Considerando a redução da fertilidade, aumento do número de abortamentos e morte perinatal, a reposição de matrizes superior à ideal, além da redução da produção de leite, esse autor estimou os prejuízos para Minas Gerais e Goiás em 13% da receita total das propriedades; já para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, esses foram estimados em cerca de 5%. Essa diferença é decorrente basicamente da diferença entre as prevalências consideradas, que foram de 3% para Minas Gerais e Goiás e 0,06% para Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Embora apresentem importância econômica, essas doenças ainda não são muito discutidas em termos de sanções dos mercados internacionais, apesar de a União Europeia e a Rússia já terem exigências sanitárias relativas a elas. As barreiras sanitárias são reguladas pelo Acordo SPS da Organização Mundial do Comércio, o qual, apesar de permitir que países apliquem medidas restritivas visando proteger a saúde humana, animal ou vegetal, institui que, com relação a regulamentos técnicos, os produtos importados do território de qualquer outra nação devem ter tratamento não menos favorável que o concedido a produtos similares de origem nacional e a produtos similares originários de qualquer outro país. Dessa forma, países que não atingiram certo *status* sanitário não podem exigí-lo dos países de origem.

No entanto, vários países já têm programas de erradicação dessas doenças em fase avançada. Assim, o Brasil deve tomar as medidas necessárias para se equiparar a eles, visando evitar possíveis sanções comerciais no futuro. Os programas de erradicação de brucelose e tuberculose internacionais são assunto da próxima seção, e o do Brasil, da seção subsequente.

### **2.1.1 Programas de erradicação de brucelose e tuberculose no mundo**

Em vários países desenvolvidos, essas doenças são alvo de programas específicos desde as primeiras décadas do século passado. Com relação a tuberculose, no Reino Unido os exames obrigatórios e o sacrifício dos animais reagentes foram introduzidos em 1950. Nos Estados Unidos, o primeiro programa de erradicação foi implementado inicialmente em 1917. No tocante ao comércio entre países, em 1964 ocorreram as primeiras iniciativas legais, dentro da antiga Comunidade Europeia, de requerimentos de saúde animal com pontos que abordavam especificamente a tuberculose bovina (REYNOLDS, 2006; USDA-APHIS, 2006; GORDEJO; VERMEERSCH, 2006).

A erradicação dessa doença foi atingida em vários países: Dinamarca (em 1980), Holanda, Finlândia e Suíça (em 1995), Alemanha e Luxemburgo (em 1997), Áustria e algumas regiões da Itália (em 1999), França (em 2001) e Bélgica (em 2003). Outros países desenvolvidos ainda enfrentam problemas para a erradicação completa. Nos Estados Unidos, no final de 2006, 49 estados eram livres. Apenas Michigan ainda apresentava animais reagentes. Também o Reino Unido vem tendo dificuldades na erradicação devido à presença do texugo europeu (espécie protegida), que é hospedeiro da bactéria e a transmite aos animais de produção (PAVLIK, 2006; USDA-APHIS, 2006; LÔBO, 2008).

Na América Latina, estima-se que 70% dos sistemas de produção bovinos estejam em áreas de alta prevalência de tuberculose e aproximadamente 17% em áreas livres. No México, tem havido progresso significativo no controle, principalmente na região norte. Na Argentina, as políticas foram reformuladas em 1999 para aumentar o controle da doença, embora a prevalência já viesse declinando antes dessas medidas, provavelmente devido à modernização da gestão das propriedades (KANTOR; RITACCO, 2006).

Com relação à brucelose bovina, vários países da Europa são considerados livres, entre eles a Grã-Bretanha, Áustria, Dinamarca, Finlândia, Alemanha, Luxemburgo, Suécia, Holanda e Noruega. Nos países que não são livres, programas de erradicação são cofinanciados pela União Europeia. Desses, os maiores números de rebanhos infectados

estão em países do sul da Europa, como Grécia, Espanha, Itália e Portugal (GODFROID; KÄSBOHRER, 2006).

Nos Estados Unidos, 48 estados estavam oficialmente livres da doença no final de 2006, com exceção apenas dos estados de Idaho e Texas. O primeiro, por encontrar-se próximo à área do Greater Yellowstone, onde existem bisões selvagens, e o segundo, por ter em seu território alces, ambos os animais infectados com brucelose (USDA-APHIS, 2006).

Na América Latina, México, Argentina e Paraguai têm seus programas de erradicação baseados na vacinação das fêmeas, exames e eliminação dos animais positivos. O Paraguai teve seu último programa de erradicação lançado em 1978; o México, em 1993; a Argentina, em 1999. Todos incluem programas voluntários de certificação de propriedades livres; dessa forma, o Paraguai tinha 1.740 rebanhos livres em 1998; o México, 4.889 em 2000; e a Argentina, 6.374 em 2001. Um dos principais entraves apontados para o avanço dos programas é a falta de verbas públicas para esse fim (LUNA-MARTINEZ; MEJÍA-TERÁN, 2002; SAMARTINO, 2002; BAUMGARTEN, 2002).

Na Austrália, as campanhas de erradicação de brucelose e tuberculose ocorreram de 1970 a 1997, ano em que o país foi declarado livre. Atualmente, há programas de vigilância implantados nos abatedouros e um sistema eficiente de identificação e rastreamento para o caso de detecção de animais positivos. A capacidade de detectar e responder às doenças será mantida como parte do programa australiano de atenção às doenças animais (RADUNZ, 2006).

### **2.1.2 Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Bovina (PNCEBT)**

No Brasil, vários programas de controle e erradicação dessas doenças já foram implantados, mas acabavam caindo no esquecimento devido à sua baixa adoção. Alguns Estados fizeram tentativas isoladas de programas de vacinação contra a brucelose, como o Rio Grande do Sul em 1965, que chegou a ter 80% das fêmeas aptas vacinadas. Exemplo mais recente é o do Estado de Minas Gerais, que tem adotado a obrigatoriedade da vacinação contra brucelose desde 1994 (POESTER et al., 2002).

O atual Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) foi implantado em todo o território nacional em 2001 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) – tardiamente, se comparado aos países vizinhos. Seus principais objetivos são a redução da prevalência e incidência de novos focos de brucelose e tuberculose e a criação de um número significativo de propriedades certificadas livres ou monitoradas, de modo a oferecer ao consumidor produtos de baixo risco sanitário.

Para isso, o programa conta com um conjunto de medidas compulsórias e de adesão voluntária. As medidas compulsórias são a vacinação de bezerras entre três e oito meses de idade contra brucelose e a obrigatoriedade dos exames de brucelose e tuberculose para animais em trânsito destinados à reprodução. Os Estados tiveram um prazo até dezembro de 2003 para implantar a obrigatoriedade da vacinação nos seus territórios. Esta só pode ser realizada sob a responsabilidade de médicos-veterinários cadastrados no serviço oficial de defesa sanitária animal do Estado de atuação (BRASIL, 2006).

As medidas de adesão voluntária são relativas à certificação das propriedades, que deve ser um instrumento que os produtores e o setor agroindustrial utilizarão para agregar valor aos seus produtos (BRASIL, 2006). Dessa forma, o programa pretende envolver não só os setores públicos federal e estaduais, mas também os setores produtivo e industrial e os consumidores. Para garantir a qualidade técnica das ações previstas no programa, foi elaborada uma série de medidas que visam: capacitar médicos-veterinários e laboratórios, tanto públicos quanto privados; padronizar os métodos de diagnóstico utilizados; permitir as ações de fiscalização e monitoramento de responsabilidade do serviço oficial de defesa sanitária animal; e melhorar a integração do serviço de defesa sanitária com o serviço oficial de inspeção de produtos de origem animal (BRASIL, 2006).

Assim, em 2007, o PNCEBT já havia treinado 5.319 veterinários autônomos, e 13.454 eram cadastrados para a vacinação contra brucelose<sup>4</sup>. Os números relativos à certificação são, ainda, inexpressivos. Em 2007, havia 41 propriedades certificadas

---

<sup>4</sup> Dados da Divisão de Brucelose e Tuberculose/ CGCD/ DSA/ MAPA.

livres e 10 monitoradas, além de 110 em processo de certificação<sup>4</sup>. Dois motivos que explicam esses resultados podem ser apontados. O primeiro é que, após o lançamento do programa, foi necessário certo período para a estruturação dos cursos de treinamento e cadastramento dos veterinários. Dessa forma, a primeira pequena propriedade só foi certificada em 2005, e a primeira grande propriedade, em 2006. O segundo motivo é que se esperava que as indústrias estabelecessem pagamento diferenciado às fazendas certificadas, o que até o momento não ocorreu.

### **2.1.3 O problema e sua importância**

Dados os prejuízos econômicos e à saúde pública que a brucelose e a tuberculose bovinas podem causar, pretendeu-se definir neste trabalho quais as características que levam ao maior uso das medidas preventivas relacionadas a elas. Além disso, seu caráter infeccioso faz com que rebanhos infectados sejam capazes de contaminar outros que estejam ao seu redor e trazer prejuízos. Esses efeitos são chamados de externalidades negativas e fazem com que os rebanhos com controle sanitário eficiente estejam sujeitos à doença se o controle dos vizinhos não for adequado.

Assim, as estratégias dos programas de controle e erradicação direcionados à esse tipo de doença devem englobar todos os estabelecimentos produtivos e ser planejadas em âmbito nacional. Isso porque políticas de controle adotadas de maneira isolada por parte de um Estado tem sua eficácia sujeita às políticas dos Estados vizinhos.

Da mesma forma, se um Estado fizer um controle eficaz de certa doença infecciosa, ele reduzirá o risco de contaminação para os Estados vizinhos, tornando mais fácil o controle dos últimos. Os vizinhos que, por sua vez, também controlarem a doença reduzirão os riscos para os seus próprios vizinhos, e assim por diante. Esses efeitos são as externalidades positivas, que devem ser aproveitadas em programas nacionais.

A partir das externalidades surge a possibilidade da ocorrência de *clusters*, ou aglomeração, das medidas sanitárias. Se Estados que fazem muito uso das medidas preventivas estiverem cercados por Estados que fazem o mesmo, maiores serão suas chances de sucesso. Se essas medidas são estabelecidas por programas nacionais e todos os Estados as adotarem de maneira uniforme, todos poderão ser beneficiados.

Entretanto, sabe-se que existem diferentes realidades no Brasil: regiões mais ricas com sistemas de sanidade animal mais atuantes e estruturados e outras com sistemas sub-estruturados e deficientes. Dessa forma, também existe a possibilidade da identificação de *clusters* sanitários de baixo uso das medidas preventivas. Nessas localidades, todos os produtores estariam sendo influenciados negativamente pelas externalidades resultantes da falta de prevenção às doenças e mereceriam maior atenção dos órgãos de defesa sanitária responsáveis.

Tendo em vista o exposto, a primeira parte deste trabalho identificou as características regionais relacionadas à prevenção da brucelose e tuberculose bovinas, usando para isso as medidas preventivas previstas no PNCEBT. Buscou-se identificar *clusters* sanitários, isto é, regiões com alto ou baixo uso de medidas preventivas cercada por regiões de características semelhantes, e, dessa forma, discutir a atuação dos diferentes Estados no programa.

A segunda análise buscou identificar outras características que poderiam explicar os diferentes usos da vacinação e dos exames para diagnóstico. Isso porque a adoção das medidas sanitárias depende da decisão do produtor, que é quem realizará os gastos, excluindo-se ocasiões isoladas, quando o setor público, por ocasião de levantamentos epidemiológicos, financia esses gastos. Entretanto, seu comportamento pode ser influenciado por vários estímulos, provenientes tanto do setor público quanto do privado. Assim, variáveis de ambos os setores foram testadas.

No que diz respeito à atuação do poder público, foram utilizadas as variáveis de vigência da obrigatoriedade da vacinação contra brucelose em 2004 e as transferências monetárias do governo federal aos Estados dirigidas especificamente à sanidade animal. Esperava-se que ambas estimulassem o aumento do uso das medidas estudadas.

Com relação ao setor privado, foram testadas a produtividade por área dos Estados, os preços pagos aos produtores e o valor exportado – todos referentes à carne ou ao leite bovinos. As produtividades de carne e leite foram analisadas separadamente, permitindo assim a comparação entre os dois. Esperava-se que sistemas mais produtivos fossem mais profissionalizados, o que, naturalmente, levaria à adoção de melhores práticas sanitárias.

Também foram testados os preços recebidos pelos produtores. Esperava-se que, quanto maiores fossem os preços pagos, maior seria a prevenção. Isso porque empresas compradoras de produtos mais seguros deveriam estar dispostas a pagar mais, e os produtores, ao receberem maior remuneração, estariam dispostos a aumentar a produção e, para isso, realizar o calendário sanitário recomendado.

Da mesma forma, esperava-se que maiores exportações de produtos de origem bovina estivessem relacionadas à maior prevenção, pois as empresas exportadoras são sujeitas às exigências dos países importadores.

Pretendeu-se averiguar neste estudo quais, entre os fatores citados anteriormente, são determinantes econômicos do uso de medidas preventivas nos sistemas de produção de bovinos, além de comparar a influência dos fatores públicos e privados. Estudos similares não foram encontrados na literatura econômica.

Esse conhecimento é importante, pois permite avaliar a aplicação do PNCEBT, além de auxiliar os formuladores de política responsáveis pela sanidade bovina nacional com o conhecimento do grau em que cada variável influencia a adoção das medidas sanitárias. Assim, podem-se direcionar de maneira mais eficiente os investimentos públicos e privados.

## **2.1.4 Objetivos**

### **2.1.4.1 Objetivo Geral**

Avaliar os dados de arquivo e do PNCEBT entre os Estados brasileiros no período de 1996 a 2006, bem como identificar quais fatores econômicos são capazes de influenciá-lo.

### **2.1.4.2 Objetivos Específicos**

- a) Verificar a existência de *clusters* sanitários nos Estados brasileiros.
- b) Identificar os principais determinantes do uso de medidas de prevenção à brucelose e tuberculose bovinas.

## 2.2 Referencial Teórico

As teorias usadas como base deste trabalho são a das externalidades e a dos bens públicos. Assim, se as atividades produtivas de uma firma afetam a produção de outra, tal que a condição de ótimo de Pareto de alocação de recursos é violada, existe externalidade. Esse efeito não aparece através de preços de mercado, mas pelo seu impacto na produção de utilidade ou lucro (HANLEY et al., 1997).

Diz-se que uma externalidade negativa existe quando as ações de um agente  $i$  afetam, direta e negativamente, o agente  $j$  e este agente não é compensado por essa interferência. Assim, as doenças animais podem ser tomadas como externalidades negativas aos sistemas produtivos, uma vez que aumentam os gastos dos produtores, seja com medidas curativas ou preventivas, impedindo que estes atinjam o lucro máximo possível. Já as externalidades positivas ocorrem quando a ação de uma das partes beneficia a outra. Neste trabalho, os programas de sanidade animal que envolvem doenças infecciosas foram considerados causa de externalidades positivas, pois reduzem ou eliminam o risco de os vizinhos serem contaminados.

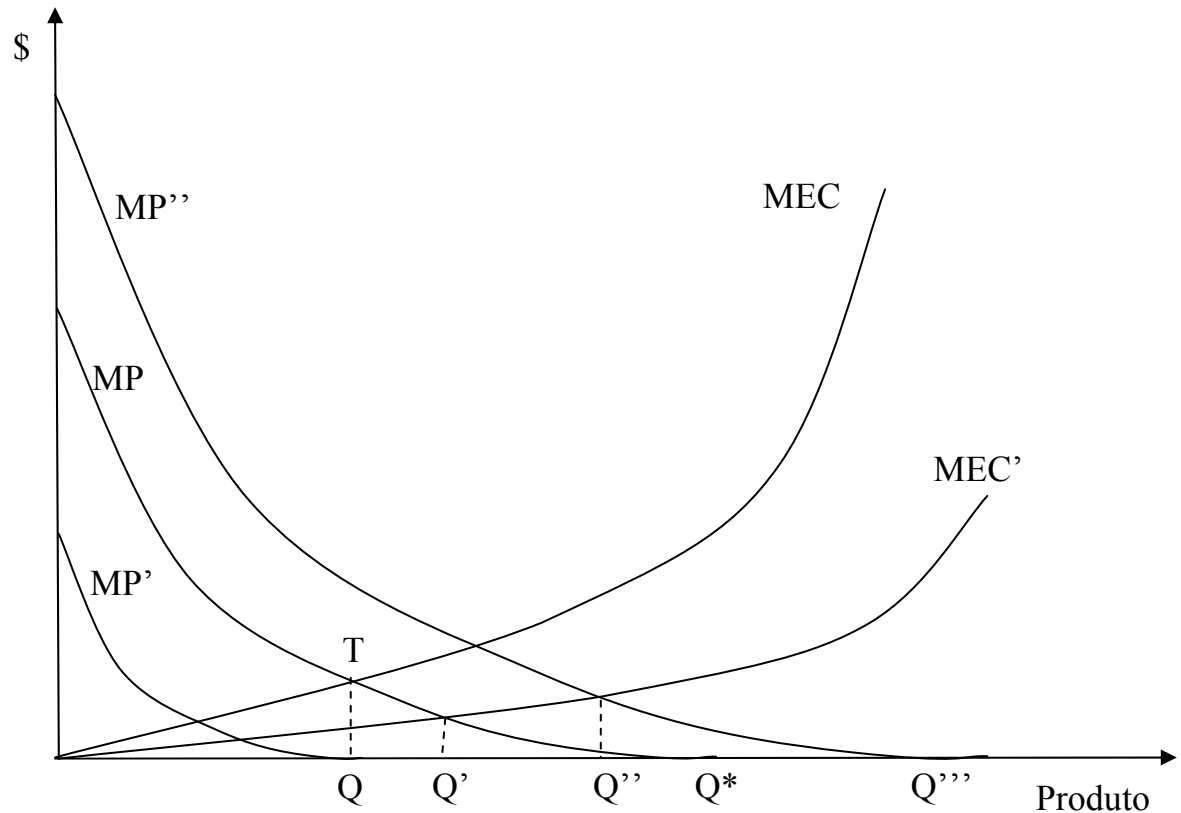
O papel do setor público no suporte da saúde animal tem sido amplamente debatido. Embora seja aceito que tanto o setor público quanto o privado têm papéis fundamentais, o debate se concentra no balanço entre os dois. A identificação de áreas onde as interações públicas e privadas são mais necessárias requer avaliação das doenças abordadas e das condições em que a produção ocorre.

O envolvimento do setor público em saúde animal é necessário em atividades em que os mercados falham, isto é, quando as ações individuais não levam ao melhor produto possível da sociedade. Segundo Ekboir (1999), essas situações ocorrem quando os benefícios não podem ser apropriados por um indivíduo, e sim por uma comunidade; a qualidade não é visível, no controle de qualidade de drogas e vacinas, por exemplo; os riscos e os custos são muito altos para o setor privado; e em situações nas quais as externalidades são prevalentes.

De acordo com o esse autor, o planejamento de políticas de sanidade animal, tanto por órgãos públicos quanto pelos privados, deve considerar: o grau de

contagiosidade da doença alvo; se é endêmica ou exótica<sup>5</sup>; e os custos econômicos associados com a enfermidade. Produtores geralmente estão mais dispostos a participar de programas que enfocam doenças endêmicas, porque seus custos são observáveis.

Um modelo comumente usado para analisar externalidades é apresentado na Figura 2.



Fonte: Adaptado de Ekboir (1999).

Nota: As linhas MP referem-se aos benefícios privados marginais, e as linhas MEC, aos custos externos marginais.

Figura 2 – Modelo de externalidade causada por doenças animais altamente contagiosas.

A linha MP representa os benefícios privados marginais líquidos da bovinocultura; em outras palavras, é a diferença entre a receita privada marginal e o custo privado marginal. Seu formato é determinado pela lei dos retornos marginais decrescentes. Na ausência de políticas públicas de controle, os produtores vão produzir

<sup>5</sup> Uma doença é considerada exótica quando não tem ocorrência comum em uma área geográfica determinada.

$Q^*$  unidades. Antes desse ponto, os benefícios podem ser aumentados com o acréscimo da quantidade produzida; além desse ponto, o benefício total é negativo.

A externalidade negativa faz com que o custo social seja maior que o custo privado. Isso porque os produtores optarão por produzir aceitando certo nível da externalidade, já que seu custo de eliminação (ótimo social) é muito alto para uma firma individual. A linha MEC representa o custo externo marginal ou a externalidade negativa associada a cada nível de produção e é uma função crescente do produto, pois maiores quantidades são obtidas de sistemas mais intensivos de produção, os quais favorecem a dispersão de uma epidemia.

Algumas abordagens são sugeridas na literatura econômica para lidar com externalidades; entre elas estão os instrumentos de comando e controle e os instrumentos econômicos (VEIGA NETO, 2000). Os instrumentos de comando e controle baseiam-se no poder regulatório do Poder Público. Na abordagem deste trabalho, esses ocorrem quando são estabelecidos os padrões mínimos de sanidade que todos os produtores devem seguir.

Com relação aos instrumentos econômicos, Pigou, em 1932, propôs a taxação do agente causador da externalidade com um valor igual à diferença entre os custos privados e sociais no ponto ótimo. Uma taxa igual à TQ induz os produtores a reduzirem seu produto até o ótimo social,  $Q$ . Os novos benefícios marginais privados são representados pela curva  $MP'$ . Essa abordagem lida com a externalidade através da redução do rebanho, o que reduz a probabilidade de disseminação da doença (HOWE; WHITTAKER, 1997). Essa taxa reduz a epidemia sem induzir a adoção de melhores práticas de manejo sanitário, mas reduzindo a densidade animal. Mesmo que essa solução resolva os problemas causados pelas externalidades, ela pode ser muito onerosa em termos de redução de produto.

Para evitar a redução do rebanho, essa taxa pode também ser entendida como uma multa, caso um produtor seja identificado com a doença. Se os gastos de prevenção e controle das doenças forem mais baixos que a multa, ele optará por adotar melhores práticas de manejo sanitário, o que aumenta seu custo e diminui seu benefício marginal para  $MP'$ .

Se todos os criadores forem induzidos a colaborar com os esforços de erradicação, a doença poderia ser controlada ou eliminada e os custos com sanidade cairiam para todos eles. Nesse caso, o produtor é induzido a reduzir seu benefício privado marginal para  $MP'$ , e a presença das externalidades negativas é reduzida para  $MEC'$ . Com isso, sua curva de produção é deslocada para um nível mais alto, devido ao aumento da produtividade dos animais, por estarem em um ambiente mais saudável. Da mesma forma, com uma prevalência mais baixa da doença, seus custos de prevenção diminuem. Supondo que essas mudanças desloquem a curva de benefício marginal para  $MP''$ , será estabelecido um novo nível de produção ótimo:  $Q''$ . Quando a enfermidade for erradicada, a linha  $MEC'$  não será mais identificada e o nível de produção ótimo será  $Q'''$  – maior que o ponto ótimo inicial,  $Q^*$ .

Entretanto, os instrumentos de comando e controle necessitam de agências que monitorem o cumprimento das normas. No Brasil, são os órgãos estaduais de vigilância sanitária animal os responsáveis por esse serviço. A atuação deles é importante, pois os produtores tendem a não seguir as normas se a fiscalização não for intensa, em razão dos custos impostos pelas normas. Assim, o ótimo social não será alcançado.

Já os instrumentos econômicos são aqueles que induzem mudança no comportamento dos agentes por meio de incentivos financeiros. Os principais são impostos e subsídios. Nesse problema de pesquisa, o principal é o subsídio. A ideia destes é pagar aos produtores que adotem melhores padrões sanitários.

Nesse caso, outra solução que visa a redução da externalidade ao mais baixo custo social é subsidiar os produtores que estão causando a externalidade. A probabilidade de um surto de uma doença contagiosa pode ser reduzida fornecendo ou reduzindo os custos dos serviços de saúde animal para os produtores marginais e, ao mesmo tempo, efetuando um controle mais rígido nos pontos de concentração onde esses produtores negociam seus animais.

Os subsídios podem também acontecer em forma de incentivos fiscais, favorecendo os agentes por meio de isenção ou abatimento de impostos. Esse tipo de ação pode também favorecer a integração da cadeia produtiva, fazendo com que um elo exija certo padrão sanitário do elo anterior. Para o problema de pesquisa estudado, no Brasil, esse tipo de ação ainda não existe.

Esse mesmo problema também pode ser abordado pela ótica dos bens públicos. Um bem é considerado um bem público puro quando a ele podem ser atribuídas duas características: não rivalidade no seu uso ou consumo e benefícios não excluíveis. Neste estudo, a sanidade animal, isto é, um ambiente saudável para os animais de produção, pode ser considerada um bem público.

A não rivalidade refere-se à noção de que os benefícios associados ao consumo são indivisíveis. No caso da presente análise, quando um indivíduo se beneficia da sanidade animal, produzindo mais, um outro não é impedido de se beneficiar ao mesmo tempo, isto é, o custo marginal social de prover o bem para um indivíduo adicional é zero. Por isso, não é eficiente de Pareto estabelecer preços que vão excluir um produtor que tem benefícios marginais positivos do uso desse bem.

A não excludibilidade significa que impedir outros de compartilharem dos benefícios do consumo do bem não é possível. No caso estudado, só se poderia impedir um sistema de produção de se beneficiar da sanidade animal se este fosse impedido de produzir, o que não se justifica.

Em adição, pelas características de um bem público, há o risco de que alguns produtores ajam como *free-riders*. Nesse contexto, um *free-rider* é o produtor que, sabendo que está em um ambiente de baixa ou nenhuma prevalência de certas doenças, não toma as medidas preventivas necessárias, já que vai se beneficiar, pois seus vizinhos as adotam adequadamente. Segundo Hanley et al. (1997), essa possibilidade faz com que o mercado proveja menos do bem do que o socialmente desejável. A consequência desse tipo de atitude é que os produtores que trabalham no sentido de reduzir ao mínimo a prevalência de uma doença não atingem seu objetivo.

Os produtores também não podem coordenar suas ações sem uma intervenção centralizada por causa do *free-rider*<sup>6</sup> e da complexidade e dos custos de organizar um grande número de pessoas (VISCUSI et al., 1995). Esses problemas podem ser resolvidos por autoridades que induzem ou obrigam a colaboração e a fiscalizam. No caso brasileiro, o MAPA é responsável por estabelecer programas nacionais de controle

---

<sup>6</sup> Se os contribuintes para o esforço coletivo não podem ser facilmente identificados, cada agente tem incentivo para contribuir menos, desde que ele ainda usufrua de todos os benefícios derivados do esforço coletivo a um custo pessoal menor. Contudo, como isso é verdade para todos os agentes, a contribuição total seria menor que a necessária para o esforço adequado.

e erradicação de enfermidades animais importantes. Nesses programas são estabelecidos os procedimentos adequados de diagnóstico, tratamento (quando há) e a responsabilidade das partes envolvidas. Além disso, o MAPA, junto com os serviços veterinários oficiais dos Estados, age na fiscalização do cumprimento das normas estabelecidas.

Mesmo que a campanha de erradicação tenha amplos benefícios sociais, a adesão voluntária a ela depende dos ganhos privados percebidos pelos produtores. Dessa forma, programas de erradicação só são adotados voluntariamente pelos produtores quando existem retornos privados positivos. Em casos em que não existem incentivos privados suficientes, mas o custo social das doenças é alto, várias áreas para o gasto público podem ser consideradas, podendo-se incluir: aumento da informação que permita aos produtores compreender os benefícios da biossegurança e decidir em favor do controle das doenças, pesquisas para aumentar a eficiência dos testes ou subsídios para os preços dos exames de diagnóstico (PRICHETT et al., 2005).

A erradicação de doenças altamente infecciosas pode ser atingida somente quando o número de casos se reduzir abaixo de um limiar. A decisão de investir numa campanha de erradicação depende de grande número de variáveis, entre elas a razão benefício-custo, a probabilidade de sucesso de campanhas de erradicação e a probabilidade de reinfecção. Assim, os produtores de subsistência, com poucos animais, se beneficiariam menos com a erradicação, por isso tendem a aderir menos às campanhas do que aqueles com rebanhos de alta produtividade, capazes de receber ganhos substanciais.

### **2.3 Estratégias e responsabilidades do PNCEBT na ótica econômica**

A seguir, cada uma das ações previstas no PNCEBT foi classificada de acordo com seu caráter econômico, usando os princípios dos bens públicos ou privados, e essa classificação foi comparada à responsabilidade de execução. Um bem público, conforme já foi definido na seção anterior, deve ter as características de não rivalidade e não excludibilidade. Já um bem privado é caracterizado pelas altas excludibilidade e subtrabilidade. A excludibilidade ocorre quando apenas os agentes que financiam o bem ou serviço se beneficiam dele, isto é, não ocorrem externalidades significativas. A

subtrabilidade ocorre quando o uso ou consumo de uma pessoa de um bem ou serviço reduz a sua quantidade ou valor para outra pessoa.

Agentes privados tendem a não oferecer serviços com características de bens públicos, pois é difícil restringir os benefícios apenas às pessoas que o financiam. Esses serviços tendem a ser oferecidos por órgãos governamentais, que, indiretamente, por meio de impostos, pode fazer com que todos os beneficiários paguem por ele (UMALI et al., 1994). Entretanto, algumas das medidas propostas pelo programa ficam entre esses dois extremos. A Tabela 1 apresenta a classificação dessas medidas. Algumas foram classificadas em bens públicos e privados, visto que possuem características intermediárias.

Tabela 1 – Classificação das medidas previstas no programa e da atribuição de suas responsabilidades

Ações e medidas previstas no PNCEBT	Classificação do Bem		Responsabilidade atribuída pelo PNCEBT	
	Público	Privado	Pública	Privada
Vacinação		X**		X
Controle de trânsito		X**		
• Exames				X
• Emissão da guia de trânsito animal			X	
Certificação de Propriedades	X	X		
• Exames				X*
• Emissão dos certificados			X	
Eliminação dos animais reagentes		X**		X*
Capacitação de médicos-veterinários e laboratórios		X		X
Provisão dos antígenos e vacinas		X		X
Padronização e controle de qualidade dos antígenos e vacinas			X	
Inquéritos epidemiológicos	X		X	
Programas de educação sanitária relativos à brucelose e tuberculose	X			

Nota: X significa a classificação atribuída; X\*, que a responsabilidade é privada, porém tal medida deve ser realizada sob a fiscalização do serviço oficial de defesa sanitária animal; X\*\*, que a medida é um bem privado, embora seja capaz de produzir externalidades.

Fonte: Elaborado pela autora.

A vacinação é um bem privado, pois o produtor que adota essa medida se beneficiará da redução do risco de contaminação do seu rebanho. Entretanto, quando ela ocorre contra doenças infecciosas, como é o caso da brucelose, causará também externalidades positivas. Geralmente, o indivíduo, ao optar por vacinar, não considera esses efeitos. Umali et al. (1994) sugerem que tais externalidades podem justificar algum tipo de intervenção governamental, de modo a aumentar o consumo privado para níveis sociais desejados. No Brasil, essas intervenções não ocorrem com relação à brucelose.

Já o controle de trânsito é um bem privado, uma vez que os principais beneficiários dessa medida são os produtores que recebem os animais, pois evitam a entrada de animais contaminados no seu plantel. Entretanto, tal medida é capaz de causar externalidades positivas ao impedir o transporte de animais infectados de um local para outro e, conseqüentemente, de espalhar doenças pelo território nacional. As responsabilidades dessa medida são compartilhadas, ficando o setor privado responsável pela realização dos exames e o público tanto pela emissão do documento para trânsito mediante apresentação do resultado dos exames quanto da fiscalização desses exames ao longo das rodovias.

A certificação das propriedades visa o reconhecimento oficial do *status* da propriedade. Assim, a certificação tem caráter tanto de um bem público quanto de um bem privado, pois a eliminação dos animais positivos do rebanho reduz o risco do proprietário e causa externalidade positiva pela eliminação do risco de contaminação de vizinhos. O proprietário poderia se apropriar desse efeito de transbordamento ao receber um diferencial no preço por seus produtos devido à certificação, porém esse tipo de ação ainda não existe no Brasil. Por isso, a intervenção governamental, da mesma forma que para as vacinações, pode ser justificada visando baratear o custo dos exames, fazendo com que a demanda por essas medidas aumente até o ótimo social.

No entanto, a certificação é praticamente toda financiada pelo lado privado, sendo responsável pelo pagamento dos exames e pela eliminação dos animais positivos. A ação pública, nessa situação, fica restrita à supervisão da realização dos exames e emissão dos certificados após três resultados negativos de todo o rebanho. Para manutenção do *status* do rebanho, os proprietários devem repetir os exames anualmente, e estes devem continuar negativos para todos os animais.

Conforme já mencionado, existe a obrigatoriedade de eliminação dos animais diagnosticados positivos para ambas as doenças. Isso reduz o risco tanto para o proprietário (fazendo com que ele se aproprie dos benefícios da medida, considerada dessa forma um bem privado) como para a sociedade (por causa das externalidades causadas); assim, a responsabilidade deveria ser de alguma forma compartilhada. Contudo, a responsabilidade é atribuída ao veterinário e proprietário do animal, sob supervisão do serviço oficial. Essa norma faz com que, provavelmente, haja uma subnotificação dos animais positivos e alguns proprietários vendam esses animais a outros. Isso ocorre principalmente porque, apesar de estarem previstas linhas de crédito para indenizar os proprietários de animais positivos, elas são de difícil acesso por parte dos produtores. Dessa forma, os prejuízos da eliminação dos animais são exclusivamente dos proprietários.

A capacitação dos veterinários<sup>7</sup> e o credenciamento dos laboratórios são bens privados, pois somente estes podem realizar os exames, excluindo outros concorrentes. Assim, existe a possibilidade de apropriação dos benefícios dessa atividade. O mesmo ocorre com a venda (ou provisão) de antígenos ou vacinas, fazendo com que esses também sejam bens estritamente privados.

A padronização e controle de qualidade dos antígenos e vacinas ocorre sob responsabilidade do governo federal, porque, apesar de a firma ter responsabilidade sob seus produtos, esses aspectos não são observáveis, gerando um possível problema de risco moral. Já que somente o produtor de vacinas conhece a verdadeira qualidade do seu produto, ele pode decidir por fornecer produtos de qualidade inferior. Para contornar esse problema, o governo brasileiro estabelece padrões e faz o controle de qualidade dos produtos.

A realização dos inquéritos epidemiológicos (ações que monitoram a presença de doença) são bens públicos. Essa informação beneficia todo o setor e não pode ser apropriada por um produtor individualmente. Conforme já discutido, devido ao problema dos *free-riders*, firmas privadas não têm interesse em executar essas ações. Assim, a responsabilidade de execução de tais medidas é do setor público.

---

<sup>7</sup> Os cursos de capacitação são realizados por meio de convênios entre o MAPA e instituições de ensino, mas os veterinários têm de pagar pelo treinamento.

A educação sanitária e a conscientização quanto à importância da brucelose e tuberculose bovina dos produtores e trabalhadores rurais são bens públicos, pois são não rivais e não excludíveis. Assim, apesar de a responsabilidade de execução dessas medidas não estar clara no programa, elas são de responsabilidade estritamente pública e, por isso, devem ser realizadas por instituições públicas.

Alguns pontos do PNCEBT devem ainda ser discutidos e reformulados, visando adequar as normas à teoria econômica. Essas mudanças podem incentivar a mudança de comportamento dos agentes privados, no sentido de aumentar o uso das medidas preventivas e gerar benefícios a toda a sociedade.

## **2.4 Referencial Analítico**

Para cumprir os objetivos propostos neste estudo, a metodologia utilizada foi dividida em duas partes. Como análise preliminar, foi realizada uma análise explanatória de dados espaciais (AEDE). Esta análise visou a identificação de padrões de associação espacial global e local, bem como a visualização de possíveis *clusters* de uso de medidas sanitárias adotadas.

Em seguida, o modelo Tobit em painel foi utilizado. A idéia original deste trabalho era a utilização de um modelo com variáveis espaciais. No entanto, conforme será melhor explicado nesse referencial, os resíduos dos modelos empíricos foram testados para dependência espacial, e esta não foi identificada. Por isso, o modelo seguiu a econometria convencional, isto é, sem a presença de variáveis explicativas espaciais.

### **2.4.1 Matrizes de Pesos Espaciais**

De acordo com Anselin (1988), um dos pontos operacionais cruciais na econometria espacial é o problema de expressar formalmente a estrutura de dependência espacial. A dependência espacial pode ser considerada a existência de uma relação entre o que acontece em um ponto no espaço e ao seu redor (ou na vizinhança). São as matrizes de pesos espaciais as responsáveis por captar essa relação.

Essa matriz, geralmente, é exogenamente definida e pode ser construída a partir da geografia (da distância) ou de características socioeconômicas das localidades estudadas. Segundo Baulmon (2004), a função dessa matriz é incorporar a estrutura

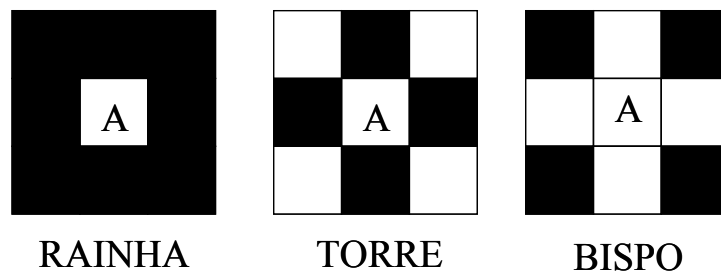
espacial e quantificar o modo com que a observação de certa localidade afeta e é afetada pelas demais. As matrizes de pesos discutidas aqui são as que se baseiam na distância ou localização geográfica.

As matrizes de ponderação espacial ( $W$ ) devem ser de tamanho  $n \times n$ , em que  $n$  é o número de localidades estudadas. Os pesos espaciais  $w_{ij}$  representam a influência que a região  $j$  tem sobre a  $i$ .

As matrizes de localização geográfica podem ser separadas em matrizes de contiguidade e de distância geográfica. As matrizes de contiguidade consideram que regiões são vizinhas quando compartilham fronteiras comuns. Essas matrizes são binárias e podem ser descritas formalmente por:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ são contíguos} \\ 0 & \text{se } i \text{ e } j \text{ não são contíguos} \end{cases}$$

Existem três tipos possíveis de matrizes de contiguidade, cujos nomes são dados por associação com as peças de xadrez. São elas matrizes de convenção rainha, torre ou bispo. Uma representação da vizinhança dessas matrizes é apresentada na Figura 3. A matriz rainha considera a região A do diagrama vizinha de todos os quadrantes ao seu redor, inclusive os vértices. A matriz torre não considera os vértices, e a matriz bispo considera apenas os vértices. Entre elas, os tipos mais usados na literatura são as matrizes torre e rainha.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 3- Esquema da vizinhança das matrizes de contiguidades.

Já as matrizes que consideram a distância geográfica para a definição de vizinhos são principalmente as matrizes dos  $k$ -vizinhos mais próximos. A idéia por trás dessas

matrizes é de que, quanto mais longe estão as localidades umas das outras, menor a influência que exercem entre si.

A matriz dos k-vizinhos mais próximos é formalmente definida por:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } d_{ij} \leq d_i(k) \\ 0 & \text{se } d_{ij} > d_i(k) \end{cases}$$

A distância  $d_i(k)$  é específica para cada região  $i$ , sendo definida com base no número de vizinhos pré-estabelecidos. Por exemplo, na matriz dos cinco vizinhos mais próximos, a distância é definida a partir do centroide de cada Estado (no caso deste estudo), de modo que todos os Estados tenham cinco vizinhos.

Uma matriz de k-vizinhos baseada na distância inversa pode ser descrita como:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1/d_{ij} & \text{se } d_{ij} \leq d_i(k) \\ 0 & \text{se } d_{ij} > d_i(k) \end{cases}$$

Por convenção, a diagonal das matrizes de ponderação recebe valor zero, isto é, uma região não pode ser vizinha dela mesma. Além disso, segundo Câmara et al. (2001), como essa matriz é utilizada nos cálculos de indicadores de análise exploratória, por conveniência, ela é muitas vezes normalizada na linha, fazendo com que os elementos da linha somem 1.

#### 2.4.2 Análise exploratória de dados espaciais

De acordo com Anselin (1999), uma AEDE é “a coleção de técnicas para descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (*outliers* espaciais), descobrir padrões de associação espacial (*clusters*) e sugerir diferentes regimes espaciais”. No contexto deste trabalho, pretendeu-se identificar diferentes padrões de uso de medidas sanitárias entre as unidades da federação, além de verificar a diferença do uso de vacinação após a implantação da sua obrigatoriedade em 2004.

Para isso, dois tipos de estatísticas são geralmente utilizados: as globais e as locais. Com as estatísticas globais, o que se pretende é verificar se as observações são distribuídas aleatoriamente ou seguem um padrão espacial. A literatura sugere algumas estatísticas que têm esse fim, entre elas a estatística C de Geary (proposta em 1954) e a estatística G de Getis-Ord (proposta em 1992). Entretanto, neste trabalho, a estatística

utilizada foi a I de Moran Global, que é amplamente empregada nos trabalhos que lidam com problemas espaciais.

As estatísticas globais, embora sejam capazes de apontar a tendência geral de agrupamento dos dados, não são capazes de indicar padrões de associação regionais ou locais. Com esse objetivo, são utilizadas estatísticas de autocorrelação espacial local, chamadas genericamente de indicadores LISA (Local Indicator of Spatial Association). Segundo Anselin (1995), uma estatística LISA deve possuir, para cada observação, uma indicação de *clusters* espaciais, significativos estatisticamente, de valores similares em torno da vizinhança de uma determinada observação, e o somatório dos LISAs para todas as regiões deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global.

São duas as principais estatísticas LISA: a estatística  $G_i$  Local (proposta por Getis e Ord em 1992) e o I de Moran Local (proposto por Anselin, 1995). Novamente, neste trabalho foi utilizado o I de Moran Local, devido à maior adoção nas pesquisas que tratam de temas espaciais.

#### 2.4.2.1 I de Moran Global

Para verificar o padrão de associação dos dados, foi usado o teste I de Moran. A estatística desse teste é definida da seguinte forma:

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

em que  $n$  é o número de regiões;  $y_i$  é a variável de interesse no Estado  $i$  (nesse caso, número de animais vacinados ou examinados dividido pelo rebanho total do Estado);  $\bar{y}$  é a média dessa variável; e  $w_{ij}$  é o elemento da matriz de pesos espaciais entre os Estados  $i$  e  $j$ , que mede o grau de interação entre eles.

Quando a matriz de pesos espaciais é ponderada na linha,  $\sum_i \sum_j w_{ij}$  se iguala a  $n$ , e a mesma estatística pode ser escrita como se segue:

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

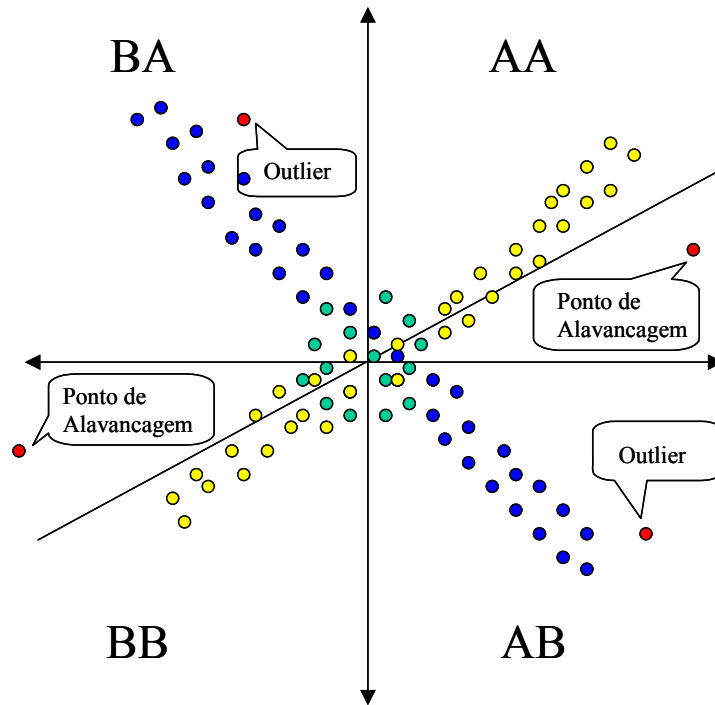
O resultado desse teste é comparado à sua média teórica,  $I = -1/(n-1)$ . Então,  $I \rightarrow 0$ , quando  $n \rightarrow \infty$ . A hipótese nula, de que  $I = -1/(n-1)$  (o que implica que o uso das medidas sanitárias estudadas tem distribuição aleatória no espaço), é testada contra a hipótese alternativa,  $I \neq -1/(n-1)$ . Quando a hipótese nula é rejeitada e  $I > -1/(n-1)$ , verifica-se a existência de autocorrelação espacial positiva, isto é, há similaridade entre os valores estudados. Se a hipótese nula for rejeitada, mas  $I < -1/(n-1)$ , verifica-se a existência de autocorrelação negativa, isto é, altos valores tendem a se encontrar próximos a valores baixos e vice-versa. Da mesma forma, quanto mais próximos os valores chegam dos extremos (-1 ou +1), mais forte é a autocorrelação encontrada.

A verificação da significância estatística desse teste pode ser feita de duas maneiras: assumindo-se o pressuposto da normalidade (distribuição normal, média zero e variância constante). Dessa forma, suas significâncias e probabilidades são obtidas comparando-se o valor obtido ao da estatística Z (ANSELIN, 1995).

De outra forma, pode-se utilizar o pressuposto da permutação. Neste, são gerados diferentes ordenamentos dos valores. Como apenas um desses ordenamentos é correspondente à situação observada, pode-se construir uma distribuição empírica de I. Se o valor observado tratar-se de um evento estatisticamente significativo, este deverá corresponder a um extremo da distribuição simulada.

#### **2.4.2.2 Diagrama de Dispersão de Moran**

Uma maneira de analisar a estatística I de Moran é por meio do diagrama de dispersão de Moran. Nesse diagrama, a variável estudada (y, localizada no eixo horizontal) é regredida contra sua defasagem espacial ( $Wy$ , disposta no eixo vertical). Dessa forma, o coeficiente I de Moran é o coeficiente angular da reta dessa regressão, estimada por MQO. Assim, se a inclinação da reta for positiva, indica autocorrelação espacial positiva; se a inclinação for negativa, a indicação é de autocorrelação negativa. Um exemplo do diagrama de dispersão de Moran é apresentado na Figura 4.



Nota: Os pontos em verde indicam dispersão sem dependência espacial; os pontos em azul e amarelo indicam dispersões com dependência espacial negativa e positiva, respectivamente.

Figura 4 – Diagrama de dispersão de Moran.

Esse diagrama apresenta outras informações úteis. Seus quadrantes dividem as regiões em quatro tipos de associação. O quadrante AA (Alto-Alto) indica regiões com valores altos (acima da média) cercadas por outras regiões também com valores altos. De maneira semelhante, o quadrante BB (Baixo-Baixo) apresenta regiões de valores baixos (abaixo da média) cercadas por regiões de valores também baixos. Esses dois quadrantes indicam *clusters* de autocorrelação espacial positiva e negativa, respectivamente.

O quadrante AB (Alto-Baixo) é formado por regiões com altos valores para as variáveis em análise, cercadas por vizinhos com baixos valores. Seguindo o mesmo raciocínio, no quadrante BA (Baixo-Alto) estão regiões de valores baixos cercadas por outras de valores também baixos. Essas regiões são consideradas regiões de transição entre valores altos e baixos, e vice-versa.

A mesma figura permite a identificação de valores extremos. Segundo Gonçalves (2006), localizações que são extremas à tendência central – e que por isso não seguem o

mesmo processo de dependência espacial da maioria das observações – são *outliers* e aquelas que têm grande influência sobre a tendência central são pontos de alavancagem. Se a reta de regressão tiver inclinação positiva, os pontos que estiverem a mais de dois desvios-padrão do centro nos quadrantes AB e BA são considerados *outliers*. Se isso ocorrer nos quadrantes AA e BB, têm-se pontos de alavancagem.

### 2.4.2.3 I de Moran Local

Segundo Anselin (1995), o indicador de I de Moran local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local de cada quadrante no diagrama de dispersão de Moran.

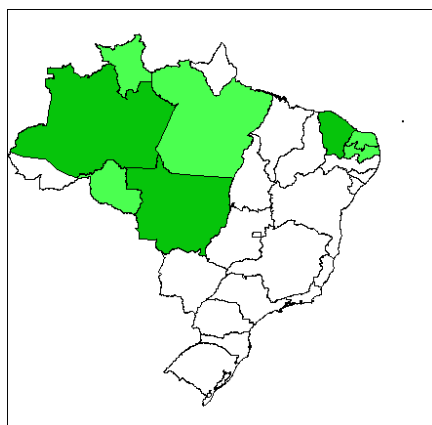
A estatística I de Moran para uma variável  $y$  na localidade  $i$  pode ser estabelecida como:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 / n} \quad (3)$$

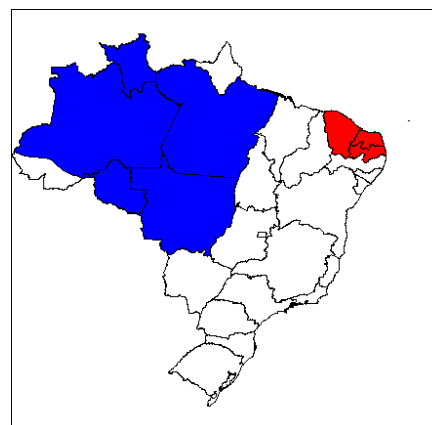
em que  $y_i$  e  $y_j$  são variáveis cujo somatório sobre  $j$  é tal que somente os valores dos vizinhos dessa localidade são incluídos. A hipótese nula desse teste é de que a ausência de associação espacial local e sua significância estatística é computada de forma semelhante à do I de Moran global.

De acordo com Câmara et al. (2001), uma vez determinada a significância estatística do índice local de Moran, é útil gerar um mapa indicando as regiões que apresentam correlação local significativamente diferente do resto dos dados. Essas regiões podem ser vistas como aglomerados de não estacionariedade, pois são áreas com dinâmica espacial própria e que merecem análise particular.

São dois os principais tipos de mapa gerados a partir dos dados LISA: o mapa de significância e o mapa de *clusters*, ambos apresentados na Figura 5.



Mapa de significância



Mapa de *clusters*

Fonte: elaborados pela autora.

Figura 5 - Mapa de significância e mapa de *clusters*.

No mapa de significância, as regiões que apresentaram significância da estatística LISA são destacadas; diferentes níveis de significância são identificados por cores diferentes. A maior significância indicada pode ser escolhida, mas varia entre 5% e 1%. Já o mapa de *clusters* tem a vantagem de trazer, além das regiões com estatística LISA significativa, a localização das regiões nos quadrantes do diagrama de dispersão de Moran – o que também pode ser feito para as estatísticas locais –, reunindo dois tipos de informação na mesma figura. Por esse motivo, as estatísticas LISA foram apresentadas neste trabalho em mapas de *clusters*.

### 2.4.3 Tobit em painel

Conforme mencionado anteriormente, neste trabalho procedeu-se a uma análise econométrica considerando a possível dependência espacial. Para isso, após a estimação dos modelos, os erros foram desempilhados e separados nos 11 anos de análise para cada uma das duas equações estimadas. Esses resíduos foram testados pelo teste de I de Moran. Segundo Almeida (2008), se não houver dependência em nenhum ano, não há necessidade da utilização de variáveis espaciais.

O modelo utilizado é um modelo de Tobit em painel. Enquanto há ampla literatura sobre dados em painel lineares, poucas são as referências encontradas que tratam de modelos com a variável dependente limitada. Entretanto, o uso do Tobit foi considerado apropriado, em razão da existência de censura nas variáveis dependentes. Isso porque, para alguns Estados, os dados de número de exames ou de animais

vacinados não estavam disponíveis ou eram zero. Nesse caso, considerou-se que os dados zero eram devido ao não envio desses dados ao MAPA ou que os órgãos estaduais de defesa sanitária responsáveis não realizaram a coleta nos anos específicos.

Já a escolha de dados em painel ocorreu, pois o número de Estados brasileiros é limitado (27) e considerado pequeno para uma análise de apenas um ano (corte transversal). Esta é a vantagem principal dos modelos de dados em painel: permite o aumento do número de observações – vários anos são incluídos – sem aumentar o número de unidades observadas. Para Baltagi (1998), com a adição dessas informações, podem-se obter estimativas mais confiáveis e testar modelos mais sofisticados com menos condições restritivas. Outra vantagem dos dados em painel é que eles permitem o controle da heterogeneidade individual, que, se não considerada, leva a estimativas viesadas.

Dois diferentes abordagens são mais comumente utilizadas nos estudos aplicados: os modelos de componente de erro, que incluem os modelos de efeitos fixos e aleatórios; e o modelo sugerido por Kmenta (1986). Eles diferem nas pressuposições impostas aos erros. O modelo de componente de erro pressupõe variâncias homocedásticas, e a técnica de Kmenta tem erros heterocedásticos. Entretanto, Baltagi (1986), ao comparar as duas técnicas, mostra que o modelo de componente de erro é mais robusto em casos de N – o número de observações em um ano – grande e T – o número de anos estudados – pequeno. No estudo, ele considera o caso em que n=25 e T=10, muito próximo ao modelo testado neste trabalho (n=27 e T=11).

O modelo de Tobit com dados em painel pode ser escrito da seguinte forma:

$$\begin{cases} y^* = \beta' x_{it} + u_{it} & i = 1, 2, 3, \dots, N \quad t = 1, 2, 3, \dots, T \\ u_{it} = v_i + \varepsilon_{it} & (v_i \sim N(0, \sigma_v^2)) \quad (\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)) \end{cases} \quad (4)$$

em que as variáveis observadas são:

$$y^*_{it} = \begin{cases} y_{it} & \text{se } y_{it} > 0 \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

(5)

A estimação desses modelos é feita por máxima verossimilhança. Uma limitação é que os modelos de Tobit em painel devem ser modelados por efeitos aleatórios, já que

os efeitos fixos apresentam o problema de parâmetros incidentais (WOOLDRIDGE, 2002).

#### 2.4.4 Modelo Empírico

Neste trabalho foram estimadas duas equações:

$$y_{extub} = \beta_0 + \beta_1 transf_{it} + \beta_2 dummy2004 + \beta_3 prcarne_{it} + \beta_4 prleite_{it} + \beta_5 lkm2_{it} + \beta_6 eqcarkm2_{it} + \beta_7 expcarne_{it} + \beta_8 expleite_{it} + u_{it} \quad (6)$$

$$y_{vac} = \beta_0 + \beta_1 transf_{it} + \beta_2 dummy2004 + \beta_3 prcarne_{it} + \beta_4 prleite_{it} + \beta_5 lkm2_{it} + \beta_6 eqcarkm2_{it} + \beta_7 expcarne_{it} + \beta_8 expleite_{it} + u_{it} \quad (7)$$

em que  $y_{extub}$  é o número de exames de tuberculose por animal do estado;  $y_{vac}$  é o número de bezerras vacinadas por animal; os  $\beta$ s são os coeficientes estimados;  $transf$  são as transferências do governo federal aos órgãos estaduais de defesa sanitária animal divididas pelo número de animais;  $dummy2004$  é uma *dummy* que assume valor 1 a partir do ano de 2004 e zero para anos anteriores;  $prcarne$  é o preço da carne (em reais por arroba);  $prleite$  é o preço do leite (em reais por litro);  $lkm2$  é a quantidade produzida de leite dividida pela área total do Estado;  $eqcarkm2$  é a quantidade produzida de carne dividida pela área total do Estado; e  $expcarne$  e  $expleite$  são os valores das exportações de carne e leite para cada Estado divididos pelo rebanho. As variáveis de  $transf$  e  $prleite$  e  $prcarne$  foram deflacionadas pelo IGP-DI para o mês de dezembro de 2006.

#### 2.4.5 Fonte de Dados

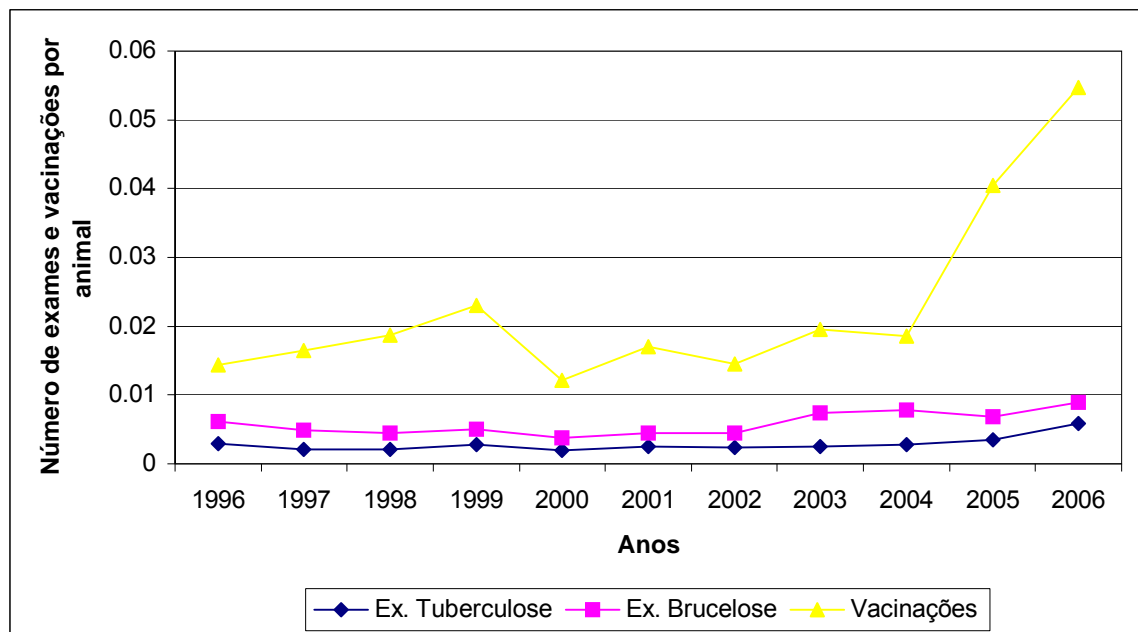
Para a análise, foram obtidos dados estaduais no período de 1996 a 2006 das seguintes fontes:

- IBGE: rebanho bovino, produção de leite e área dos Estados.
- Boletins de Defesa Sanitária Animal e Setor de Epidemiologia do Departamento de Sanidade Animal do MAPA: número de exames de brucelose e tuberculose e número de bezerras vacinadas.
- Fundação Getúlio Vargas (FGV): preços pagos ao produtor por carne e leite deflacionados pelo IGP-DI de dezembro de 2006.

- Controladoria Geral da União: as transferências por convênio do MAPA para os Estados deflacionadas pelo IGP-DI de dezembro de 2006, que serão utilizados como *proxies* para os investimentos públicos no controle das doenças.
- Anualpec: equivalente carcaça de carne bovina produzida pelos estados.

## 2.5 Resultados e Discussão

Antes de analisar individualmente cada medida preventiva, pretendeu-se explorá-las de forma comparativa. Para isso, a Figura 6 mostra o número de exames e vacinações por animal realizados no Brasil durante o período de análise.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do DSA/MAPA.

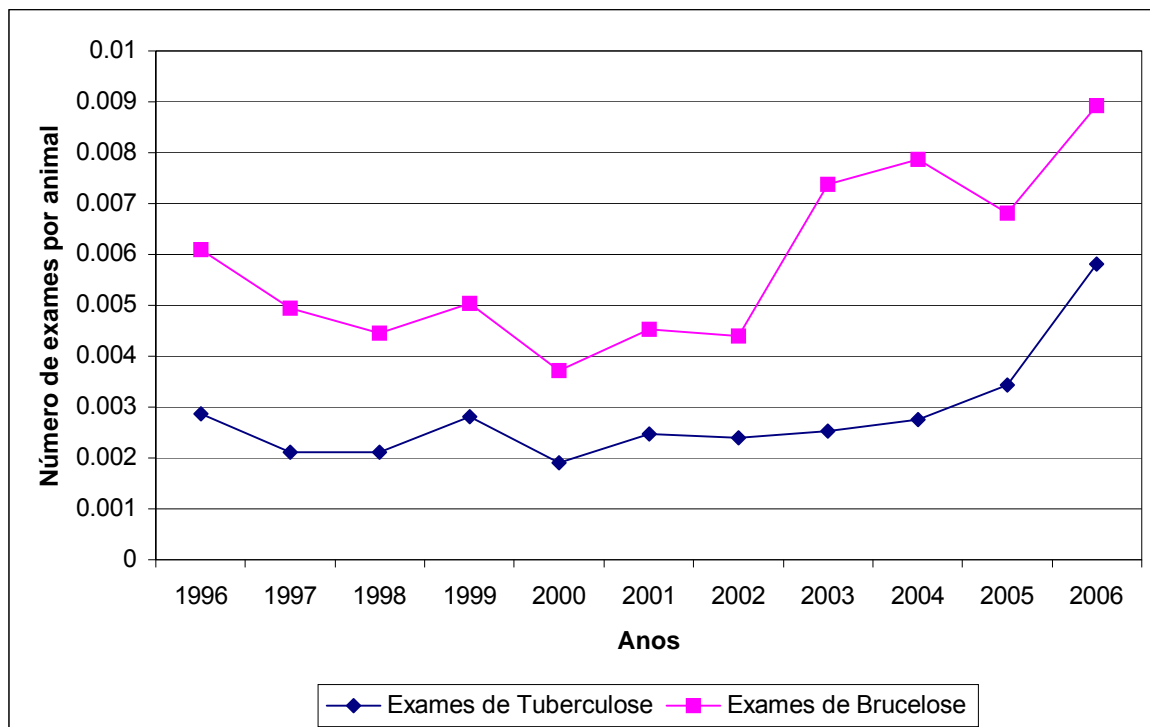
Figura 6 – Número de exames de brucelose e tuberculose e de vacinações por animal realizados no Brasil no período de 1996 a 2006.

Assim, observa-se que as medidas preventivas têm diferentes níveis de uso. As vacinações apresentam um nível de adoção mais alto do que o dos exames. Isso ocorre pelo fato de elas serem de mais fácil execução, mesmo devendo ser realizada sob responsabilidade de um médico-veterinário, além de serem uma medida mais barata que os exames. Ainda, observa-se uma mudança de inclinação a partir de 2004, ano que o PNCEBT estabeleceu como limite para que todos os Estados tivessem implantado sua obrigatoriedade, o que levou a um maior uso de vacinações.

Comparando os exames, observa-se que os de brucelose têm um nível superior ao de tuberculose. Isso é compatível com os resultados de Homem (2003) ao estudar os produtores de Pirassununga (SP): 17,4% dos produtores entrevistados realizavam rotineiramente os exames de brucelose, mas apenas 9,4% deles realizavam os de tuberculose (4,7% o realizavam em todo o rebanho e 4,7% em apenas em parte dele).

Quando há a intenção de sanear os rebanhos, esses exames devem ser realizados em conjunto. Assim, era esperado que estes apresentassem níveis muito próximos. Entretanto, apesar de terem algumas características em comum, como o fato de deverem ser realizados por um médico-veterinário e terem, no mercado, aproximadamente o mesmo preço por animal, um dos motivos desse comportamento é a diferença na execução. Os exames de brucelose são menos trabalhosos e onerosos que os de tuberculose, porque estes são realizados a partir de uma única reunião dos animais para coleta de sangue. Já para os de tuberculose, os animais devem ser reunidos duas vezes com intervalo de três dias: a primeira para a inoculação e a segunda para a leitura do resultado, já que se trata de um teste alérgico e não laboratorial. Dessa forma, o exame de tuberculose impõe mais custos ao fazendeiro por necessitar de duas reuniões dos animais, além ser mais demorado que a simples coleta de sangue. Outro motivo é que os exames de brucelose também são normalmente realizados na investigação de casos de aborto, mesmo quando não há o objetivo de saneamento de todo o rebanho.

Outro ponto importante é a observação do comportamento diferenciado da curva de exames de brucelose com relação às outras curvas. Para essa avaliação foi elaborado a figura 7, excluindo as vacinações, o que permitiu a observação em escalar menor das curvas.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do DSA/MAPA.

Figura 7 – Número de exames de brucelose e tuberculose por animal realizados no Brasil no período de 1996 a 2006.

Pela figura, observa-se que em 2003 o número de exames de brucelose por animal tem um aumento e a partir daí tem um comportamento que não é acompanhado pelos exames de tuberculose. Essa diferença ocorre por alguns motivos. O principal é que antes da implantação do programa, apesar da existência da recomendação de controle, na prática não havia fiscalização quanto aos exames realizados. Isso ocorria para ambos os exames, porém os de tuberculose eram realizados por um número bem menor de veterinários, o que facilitava a fiscalização. Considera-se então que o número de exames de brucelose realizados era maior que o de notificados, o que não acontecia com os de tuberculose. Esse fato é comprovado pela observação da série. Antes do início efetivo do PNCEBT, em 2004, dois tipos de exame eram controlados: o teste rápido e o do antígeno acidificado tamponado (AAT). Após 2004, o teste rápido foi abolido e os testes controlados passaram a ser o AAT e o do 2-mercaptoetanol. Entretanto, no primeiro período, havia registro de realização do AAT em apenas dois anos: 1999, com 10.402 exames, e 2003, com 662.549, embora não tenha havido razão para a interrupção deles. Esse aumento no número de exames em 2003 foi o responsável pela inclinação

acentuada da curva nesse ano e é atribuído a uma correta notificação dos exames, o que não ocorria nos anos anteriores. Dessa forma, considerou-se que a série de brucelose não refletia a realidade dos exames no período anterior a 2004. Assim, preferiu-se trabalhar apenas com os exames de tuberculose e as vacinações contra brucelose.

### **2.5.1 Associação espacial das medidas sanitárias**

A parte seguinte dos resultados concentrou-se na busca por padrões de associação global e local do número de exames de tuberculose e número de fêmeas vacinadas. Como já dito, todas essas variáveis foram divididas pelo número de animais do Estado, de modo a tornar comparáveis as observações entre os Estados.

Para identificação dos padrões de associação global, a estatística utilizada é o I de Moran. Segundo Gonçalves (2005), o principal propósito dessa estatística é confirmar ou não a hipótese de que os dados são aleatoriamente distribuídos.

As matrizes de ponderação escolhidas foram as que apresentaram o maior I de Moran, seguindo o procedimento de Baumont (2004). Assim, todas as análises correspondentes aos exames de tuberculose utilizaram a matriz de contiguidade do tipo torre, e as análises de número de fêmeas vacinadas, a matriz dos três vizinhos mais próximos.

#### **2.5.1.1 Análise dos exames de tuberculose**

Na Tabela 2 é apresentado o resultado da estatística descritiva de exames de tuberculose por animal.

Tabela 2 – Estatística descritiva do número de exames de tuberculose por animal, de 1996 a 2006

Estado	Observações	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
AC	11	0,000137	0,000301	0,000000	0,000859
AL	11	0,001036	0,002647	0,000000	0,008819
AM	11	0,002806	0,002829	0,000084	0,008216
AP	11	0,013560	0,020363	0,000000	0,070544
BA	11	0,001115	0,002057	0,000106	0,007122
CE	11	0,003380	0,005952	0,000867	0,021253
DF	11	0,033400	0,017427	0,021443	0,085037
ES	11	0,003016	0,002754	0,000072	0,007097
GO	11	0,000877	0,001013	0,000012	0,003136
MA	11	0,001323	0,002494	0,000180	0,008212
MG	11	0,006165	0,002048	0,003622	0,011587
MS	11	0,000938	0,000704	0,000003	0,002066
MT	11	0,000682	0,000634	0,000190	0,002307
PA	11	0,000063	0,000208	0,000000	0,000690
PB	11	0,009783	0,014190	0,000119	0,040901
PE	11	0,004361	0,005615	0,000402	0,019175
PI	11	0,001427	0,002824	0,000009	0,009183
PR	11	0,012058	0,004555	0,003655	0,021719
RJ	11	0,016548	0,010768	0,007112	0,034727
RN	11	0,006979	0,010365	0,000569	0,037404
RO	11	0,000606	0,000993	0,000000	0,002645
RR	11	0,000180	0,000273	0,000000	0,000733
RS	11	0,003767	0,002606	0,000692	0,007924
SC	11	0,006716	0,001895	0,003270	0,009710
SE	11	0,003003	0,005132	0,000000	0,013991
SP	11	0,002739	0,002164	0,000462	0,006366
TO	11	0,001801	0,002111	0,000000	0,005620
Brasil	297	0,005128	0,009697	0,000000	0,085037

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa.

Esses resultados apresentam alta variabilidade. Por exemplo, encontram-se Estados com médias muito baixas, como é o caso do Acre e Roraima, que fazem um exame para cada 10 mil animais, e Estados com médias bem superiores à nacional, como Rio de Janeiro, que faz 16 exames para cada mil animal, e o Distrito Federal, que realiza 33 para cada mil. Isso mostra a necessidade de análise regional dos resultados, considerando as diferentes realidades sanitárias do Brasil.

Nesse sentido, a Tabela 3 apresenta os resultados da estatística de I de Moran para os exames de tuberculose. Resultados positivos indicam aglomeração espacial e resultados negativos indicam dispersão. Os valores próximos de zero indicam aleatoriedade. Algumas observações, que serão destacadas a seguir, foram consideradas

extremas. Nesse caso, no diagrama de dispersão de Moran (apresentado no Apêndice A), essas se localizavam a mais de dois desvios-padrão da média. Observa-se que apenas o ano de 2006 apresentou indícios de autocorrelação espacial. No restante dos anos, foi detectada aleatoriedade das observações.

Tabela 3 - Resultados do I de Moran para os exames de tuberculose

Ano	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z-valor	Probabilidade
1996	-0,01724895	-0,038	0,141574	0,149834	0,880896
1997	0,02481889	-0,038	0,141574	0,446977	0,654892
1998	-0,03658208	-0,038	0,141574	0,013275	0,989408
1999	0,09571331	-0,038	0,141574	0,947734	0,343265
2000	0,04725655	-0,038	0,141574	0,605463	0,544871
2001	0,008893022	-0,038	0,141574	0,334485	0,738013
2002	0,0458361	-0,038	0,141574	0,59543	0,551556
2003	0,06051691	-0,038	0,141574	0,699127	0,484473
2004	0,05495306	-0,038	0,141574	0,659827	0,509365
2005	0,0185392	-0,038	0,141574	0,40262	0,687227
2006	0,4051382	-0,038	0,141574	3,133334	0,001728

Fonte: Dados da pesquisa.

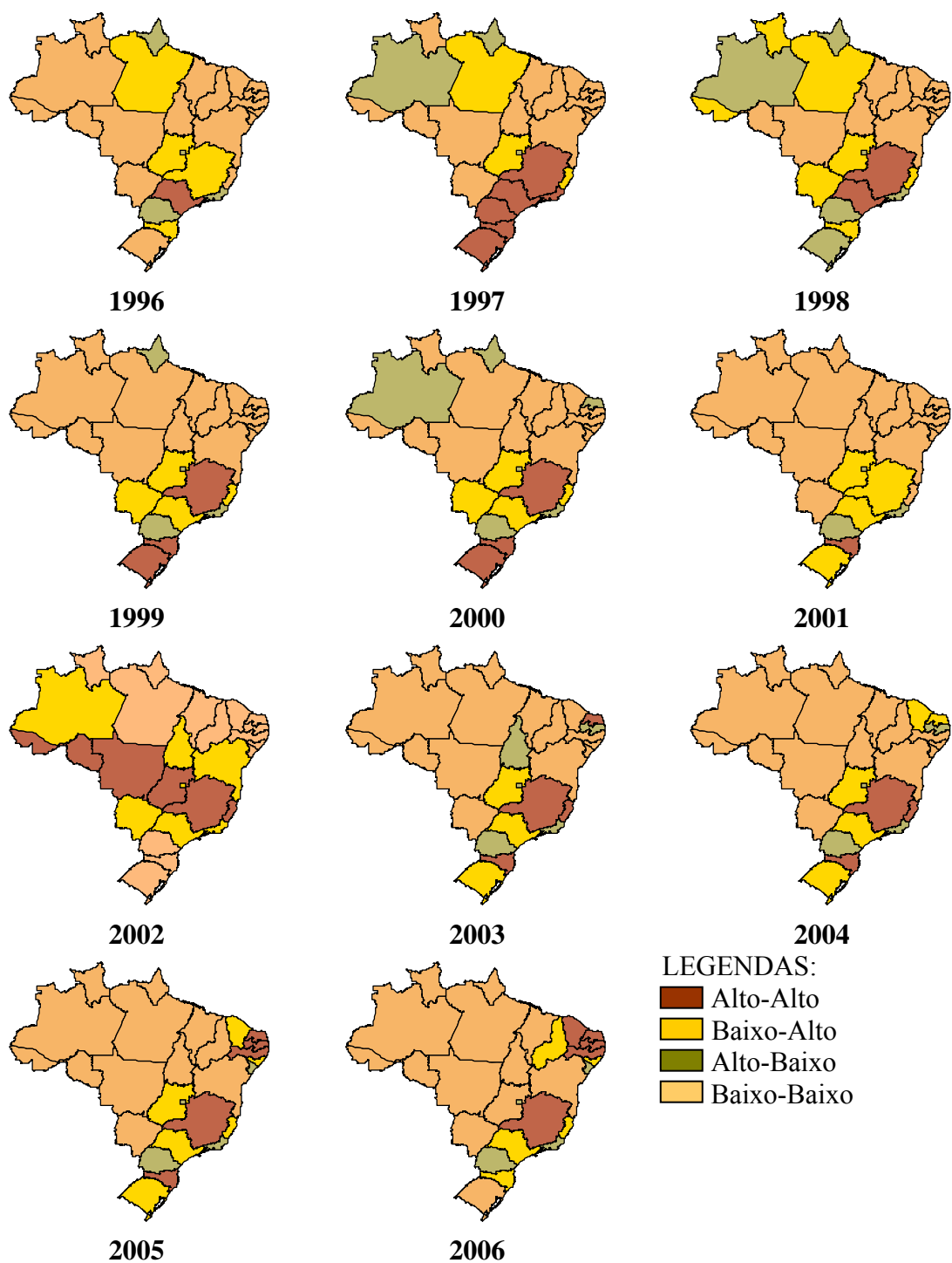
O Distrito Federal foi um ponto de alavancagem para todos os anos da análise, exceto 2006. Outros Estados foram o Rio de Janeiro, em 2003, a Paraíba, em 2004, 2005 e 2006, e o Rio Grande do Norte, apenas em 2006. O Amapá foi considerado um *outlier* em 1996, pois tinha muito mais exames por animal que os Estados ao seu redor, estando localizado no quadrante alto-baixo.

A ocorrência do Distrito Federal como ponto de alavancagem pode ser atribuída à pequena área e ao pequeno rebanho bovino existente nessa região, o que facilita a fiscalização, tornando-a mais rigorosa nesse Estado. Ainda, grande parte dos proprietários com fazendas no Distrito Federal tem outras localizadas em Goiás, e o transporte de animais entre as propriedades requer a realização dos exames. Além disso, o intenso comércio de animais entre esses Estados também favorece o grande número de exames tanto de brucelose quanto de tuberculose. Entretanto, mesmo com a discrepância do Distrito Federal, optou-se por manter todas as observações na amostra, permitindo a generalização da análise.

Já para o Rio de Janeiro houve um inquérito epidemiológico que se iniciou em fevereiro de 2003, que foi a causa da discrepância desse Estado no ano. Com relação à Paraíba e ao Rio Grande do Norte, essa discrepância é atribuída aos incentivos do Pronaf para a compra de animais, que exige a realização dos exames. Especialmente para a

Paraíba, as médias dos exames de brucelose e tuberculose são praticamente as mesmas, indicando que, como exigido pelo Pronaf, estes sejam realizados em conjunto; entretanto, como o nível dos exames de tuberculose é mais baixo, a discrepância desse Estado surge apenas nessa análise.

A localização de cada Estado nos quadrantes de acordo com a estatística I de Moran é apresentada na Figura 8.



Fonte: Elaboração da autora a partir de dados da pesquisa.

Figura 8 - Mapa de dispersão de Moran para exames de tuberculose por animal, de 1996 a 2006.

Observa-se que grande parte dos Estados das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste são de regiões de baixo-baixo, com exceção do ano de 2002, que apresentou os Estados do Acre, Rondônia, Mato Grosso e Goiás como regiões de alto-alto. Minas Gerais teve um comportamento relativamente constante, apresentando-se no quadrante alto-alto para nove dos 11 anos estudados.

Ainda, em 2005 e 2006, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará eram todos região de alto-alto. Esses resultados são atribuídos ao financiamento de animais pelo Pronaf. Esses Estados receberam em conjunto, em 2005, 8% e, em 2006, 11% do total financiado pelo Pronaf (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO/ SECRETARIA DE AGRICULTURA FAMILIAR, 2008). Considerando que têm 12% da população brasileira (IPEADATA, 2008), esse montante não é alto, porém espera-se que parte significativamente maior desses recursos seja destinada à compra de animais.

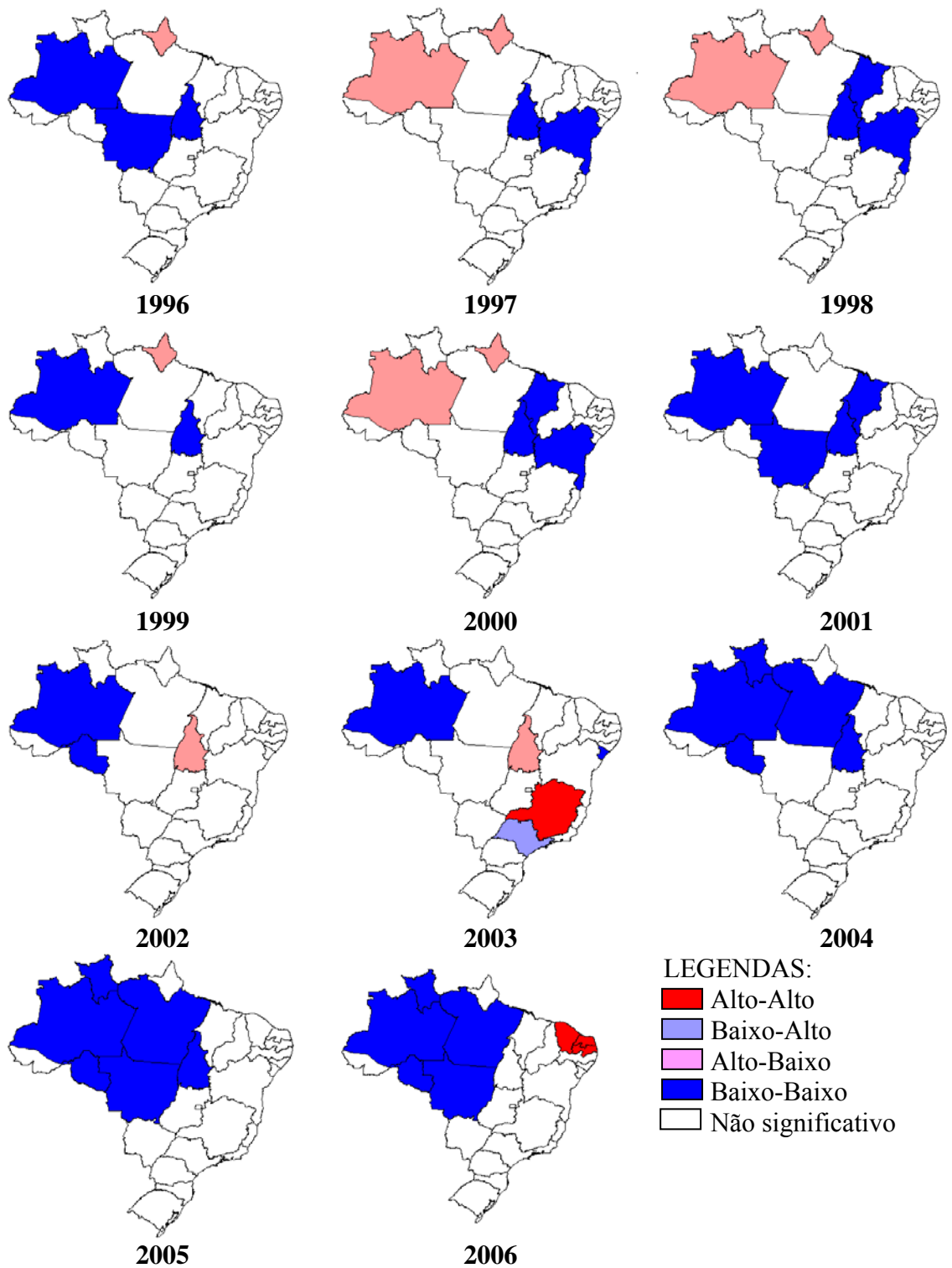
Alguns estados, como Rio Grande do Sul e São Paulo, se alternam ao longo do tempo entre regiões de alto e baixo uso de exames. Esse fato indica falta de continuidade das práticas adotadas no âmbito estadual, isto é, provavelmente, com a alternância dos governos estaduais, as políticas de fiscalização das medidas também sejam influenciadas. Contudo, as ações relativas à sanidade animal devem ser o mais constantes possível, pois bons resultados alcançados podem ser perdidos se as práticas não forem mantidas, fazendo com que novas ações tenham que partir de níveis sempre mais baixos do que os já atingidos.

A seguir foi utilizada a estatística LISA, que tem por objetivo identificar padrões de associação locais camuflados pelo teste global. Para melhor avaliação, esses resultados estão representados nos mapas de *clusters* da Figura 9. Com eles confirmam-se as observações de que os Estados da região Norte e alguns da região Centro-Oeste são *clusters* de baixo uso. Esses *clusters* ficam bem claros nos anos de 2005 e 2006.

Segundo Assis et al. (2005), tratando principalmente de produção de leite, o sistema de produção extensivo é o que predomina nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Esses sistemas são caracterizados por baixa produtividade (inferior a 1.200 litros de leite por vaca ordenhada/ano); a alimentação é constituída de pastagem durante todo o ano e suas vacas e novilhas são vendidas para o corte. Segundo esses autores, nesses

sistemas o controle sanitário é precário ou inexistente e a assistência técnica é eventual e realizada principalmente por técnicos dos organismos públicos. Essas afirmativas foram confirmadas via contato telefônico com funcionários da defesa sanitária animal do Mato Grosso (INDEA-MT). Assim, os *clusters* encontrados são consequência do sistema produtivo pouco especializado da região.

Também no ano de 2006, os Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará formam um *cluster* de alto uso das medidas, já observado desde 2005, sendo atribuído ao financiamento do Pronaf, conforme discutido anteriormente.



Fonte: Elaboração da autora a partir de dados da pesquisa.

Figura 9 – Mapa de *clusters* para número de exames de tuberculose por animal, de 1996 a 2006.

Roxo (2004, citado por KANTOR; RITACCO, 2006) identificou a prevalência de tuberculose nas diferentes regiões brasileiras e constatou que as maiores prevalências se encontravam nas regiões Norte e Nordeste, com 3,62% e 3,31%, respectivamente. Unindo esses aos resultados deste trabalho, observa-se que o menor uso dos exames ocorreu na região de maior prevalência, o que deve ser um alerta para os órgãos estaduais e federais responsáveis, pois são fontes de contaminação animais domésticos e selvagens, podendo espalhar a doença para outros Estados, além de ser risco potencial para as pessoas dessas regiões.

Paulin e Ferreira Neto (2003) discutiram a erradicação de brucelose; os comentários feitos por eles são também adequados à erradicação da tuberculose. Segundo esses autores, vários programas de sucesso em outros países previam a regionalização das ações, principalmente nos de grande território. Esse fato aproxima os alvos das ações daqueles que têm por função planejá-las e executá-las, permitindo maior agilidade dos procedimentos, além da troca de experiências, que trazem como resultado o amadurecimento e a racionalização dos esforços. Entretanto, programas bem sucedidos também mostram uma forte presença centralizadora do governo central, tanto na gestão dos recursos financeiros quanto na elaboração e fiscalização do cumprimento das metas estabelecidas.

Os exames de tuberculose não apresentaram tendência crescente ao longo do tempo, oscilando entre três e cinco exames para cada mil animais, entre 1996 e 2004. Em 2005 e 2006 ocorreu uma mudança, com a média nacional ficando entre 7 e 11 exames por mil animais, respectivamente, o que é atribuído à intensificação das ações do PNCEBT.

Apesar do aumento nos dois últimos anos da análise, esses resultados ainda ficaram muito aquém dos encontrados em outros países que buscam a erradicação da doença. Na Grã-Bretanha, região que busca intensamente a erradicação da doença, em 2007, foi realizado 1,1 exame por animal (DEFRA, 2007).

Outros países da União Europeia que ainda não estão oficialmente livres de tuberculose (Grécia, Espanha, Irlanda, Itália, Irlanda do Norte e Portugal, entre outros) têm entre 90% e 100% dos seus rebanhos livres (GORDEJO; VERMEERSCH, 2006). No Brasil, a certificação de propriedades livres se iniciou com a implantação do

PNCEBT em 2001, porém a primeira propriedade certificada livre do País foi reconhecida apenas em 2005. Em 2006, segundo dados do MAPA, 11 propriedades eram reconhecidas livre de brucelose e tuberculose e 117 estavam em processo de certificação.

### 2.5.1.2 Análise do número de bezerras vacinadas contra brucelose

A seguir são discutidos os dados de vacinação contra brucelose. A Tabela 4 apresenta a estatística descritiva do número de vacinações realizadas por animal para os Estados brasileiros.

Tabela 4 – Estatística descritiva do número de vacinações contra brucelose por animal, de 1996 a 2006

Estado	Observações	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
AC	11	0,016756	0,031451	0,000000	0,095042
AL	11	0,000070	0,000232	0,000000	0,006816
AM	11	0,005448	0,005371	0,000234	0,017424
AP	11	0,002260	0,007494	0,000000	0,024855
BA	11	0,011813	0,026436	0,000000	0,072463
CE	11	0,001440	0,003024	0,000153	0,010447
DF	11	0,012455	0,024300	0,000000	0,063439
ES	11	0,025620	0,011144	0,007641	0,049528
GO	11	0,033335	0,018033	0,012999	0,070449
MA	11	0,001961	0,001132	0,000250	0,003248
MG	11	0,061271	0,017423	0,034557	0,083691
MS	11	0,046986	0,025546	0,009733	0,090544
MT	11	0,019840	0,027206	0,000573	0,091891
PA	11	0,002357	0,002017	0,000583	0,007425
PB	11	0,000236	0,000275	0,000000	0,000797
PE	11	0,001100	0,001900	0,000093	0,006767
PI	11	0,000610	0,000617	0,000028	0,001811
PR	11	0,022750	0,026162	0,003700	0,076249
RJ	11	0,006042	0,005304	0,001779	0,018659
RN	11	0,000092	0,000141	0,000000	0,000343
RO	11	0,030409	0,016957	0,014035	0,059568
RR	11	0,001021	0,001377	0,000000	0,004548
RS	11	0,008024	0,007801	0,000302	0,025105
SC	11	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
SE	11	0,002754	0,003545	0,000249	0,010056
SP	11	0,001191	0,000590	0,000549	0,002504
TO	11	0,018773	0,022201	0,005485	0,079370
Brasil	297	0,012393	0,021159	0,000000	0,095042

Fonte: Elaboração da autora a partir de dados da pesquisa.

Observa-se que nove Estados, em algum ano da análise, não realizaram a vacinação das bezerras. Além disso, da mesma forma que os dados de exames, há grande variação no número de vacinações: desde Estados com médias muito baixas, como Piauí, Paraíba, Rio Grande do Norte e Alagoas, com menos de uma vacinação para cada mil animais do rebanho, até estados com médias quatro vezes maior que a do Brasil, como Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, o que indica novamente as diferenças sanitárias regionais.

Um caso particular é o Estado de Santa Catarina, que não realiza vacinações, pois em estudo epidemiológico no Estado em 2002 foi observado que a prevalência da brucelose bovina é extremamente baixa; nesse caso, a vacinação não traria efeitos benéficos. Nesse sentido, o MAPA, pela portaria número 11 de 26 de janeiro de 2004, excluiu o Estado da obrigatoriedade de vacinação das fêmeas bovinas e bubalinas contra a brucelose.

A tabela seguinte mostra os resultados da estatística I de Moran para o número de bezerras vacinadas contra brucelose entre 1996 e 2006. Como já mencionado, uma característica que diferencia essa das outras práticas sanitárias estudadas até aqui é que, a partir de 2004, a vacinação das bezerras de três a oito meses de idade passou a ser obrigatória. A análise da estatística mostra que apenas ocorre autocorrelação espacial entre os anos de 2005 e 2006, ou seja, para esses anos, Estados próximos adotaram níveis semelhantes de vacinação.

Tabela 5 - Resultados do I de Moran para o número de bezerras vacinadas

Ano	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z-valor	Probabilidade
1996	0,1036998	-0,038	0,132127	1,075945	0,281952
1997	0,07155527	-0,038	0,132127	0,83266	0,405037
1998	0,05151502	-0,038	0,132127	0,680986	0,495881
1999	0,1490599	-0,038	0,132127	1,419252	0,155826
2000	0,1125392	-0,038	0,132127	1,142846	0,253103
2001	0,1413192	-0,038	0,132127	1,360667	0,173619
2002	0,1045772	-0,038	0,132127	1,082585	0,278993
2003	0,0419947	-0,038	0,132127	0,608931	0,54257
2004	0,1702741	-0,038	0,132127	1,579811	0,11415
2005	0,4603782	-0,038	0,132127	3,775457	0,00016
2006	0,4037376	-0,038	0,132127	3,346774	0,000818

Fonte: Dados da pesquisa.

Nessa análise, apenas para o ano de 2006 não foram observadas discrepâncias. Os Estados que apareciam mais frequentemente como discrepantes foram: Minas Gerais

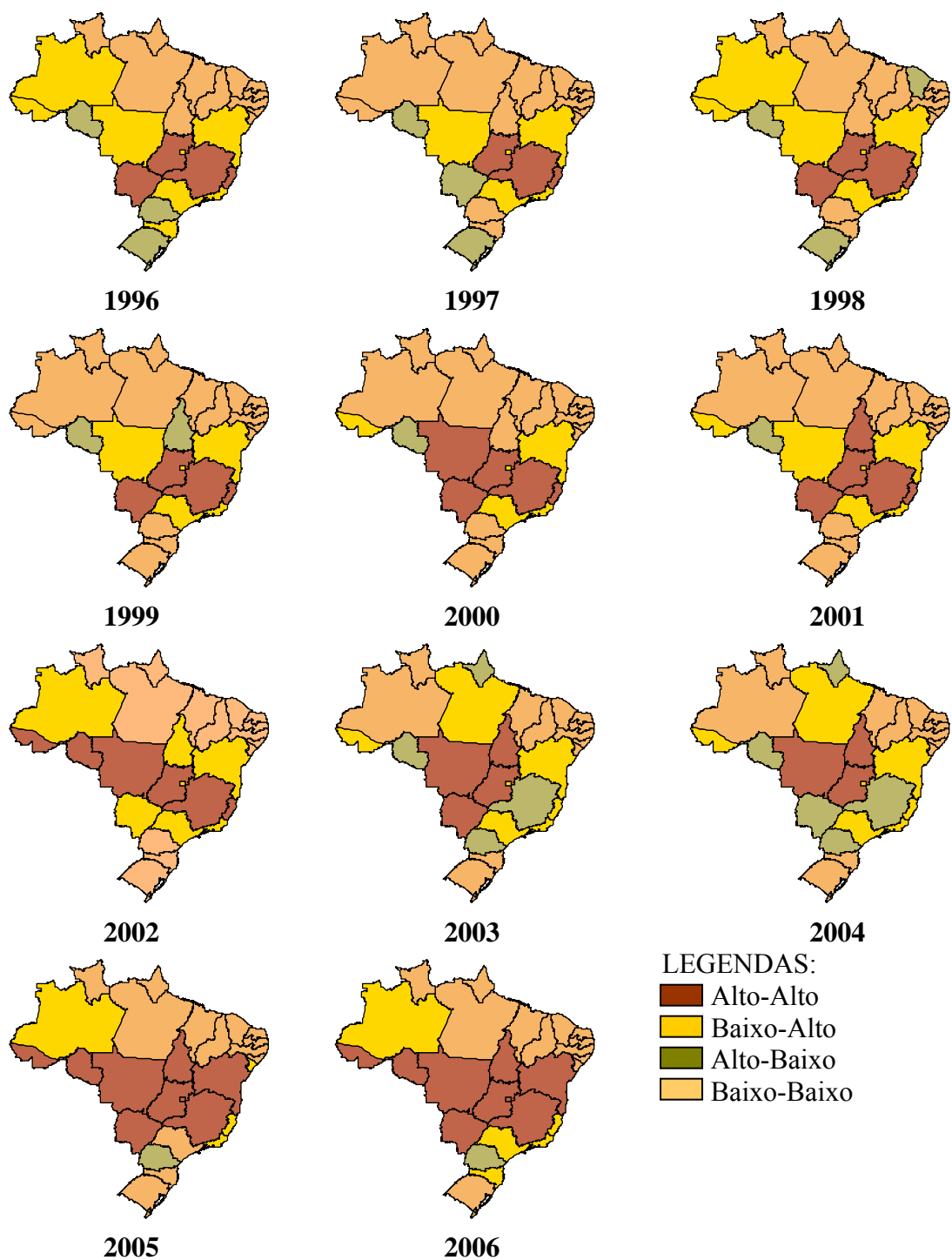
e Mato Grosso do Sul. O primeiro só não foi discrepante em 2002, 2004 e 2006, e o Mato Grosso do Sul, além dos anos citados, em 1998.

No caso de Minas Gerais, esse fato pode ser explicado, uma vez que o Estado implantou um programa de obrigatoriedade da vacinação desde 1994; segundo Poester et al. (2002), a vacinação em 2002 cobria 75% das bezerras em idade vacinal.

Em se tratando do Mato Grosso do Sul, a obrigatoriedade foi implantada a partir de 2002. As discrepâncias observadas nos anos anteriores a este são atribuídas à cultura de vacinação dos produtores locais. Segundo comunicação verbal de funcionária do órgão de defesa sanitária animal do Estado, mesmo antes da obrigatoriedade as vendas de vacina sempre foram muito altas e a cobertura vacinal era de 60% das fêmeas aptas. Ainda segundo a mesma fonte, após 2002, essa cobertura nunca foi menor que 75%.

De fato, nos Estados do Centro-Oeste brasileiro a vacinação é uma prática comum, pois os animais estão muito suscetíveis a doenças como o botulismo bovino, que são geralmente prevenidas por meio de vacinações. A ocorrência dessas doenças pode ser bastante onerosa, devido à escala de produção nessas áreas. Por exemplo, um artigo bastante divulgado trata do estudo de casos de botulismo que ocorreram nos Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Neste último, o surto foi responsável pela morte de 2.500 dos 7.000 animais existentes em uma propriedade de Campo Grande – MS (DUTRA et al., 2001). Dessa forma, acredita-se que a vacinação contra brucelose nessa região tenha sido facilmente incorporada às práticas de manejo locais.

A distribuição dos Estados de acordo com os resultados do I de Moran é apresentada na Figura 10.



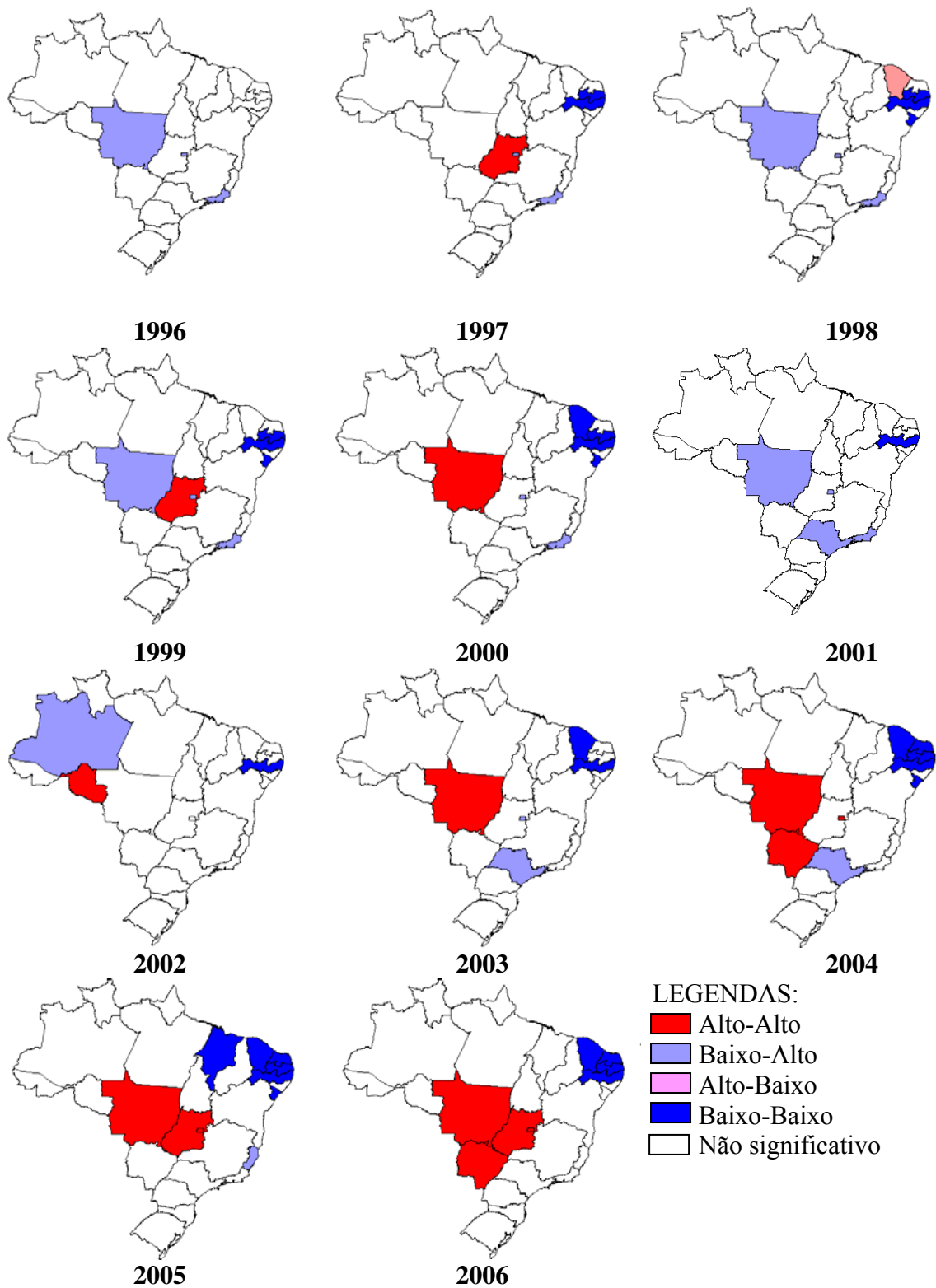
Fonte: Elaboração do autor a partir de dados da pesquisa.

Figura 10 - Mapa de dispersão de Moran para vacinação contra brucelose, de 1996 a 2006.

Em consonância com os resultados para os exames, em todo o período de análise os Estados do Norte e Nordeste eram regiões de baixo uso de vacinas (exceto Acre, Tocantins e Bahia). De acordo com o PNCEBT (BRASIL, 2006), em regiões onde há carência de veterinários privados, ou nos casos em que eles não atendam plenamente às necessidades do programa, o serviço oficial de defesa sanitária animal poderá executar ou supervisionar as atividades de vacinação. Fica claro, nesta análise, que nessas regiões o serviço oficial deveria ser mais atuante e agir como recomendado pelo programa.

Ainda, observa-se que os Estados de Mato Grosso do Sul e Goiás estão, praticamente em todo o período de análise, em região de alto uso de vacinação. A partir de 2000 o Estado do Mato Grosso também aparece nessa região (exceto no ano de 2001). Esse fato se deve à maior conscientização dos produtores da região quanto à importância das vacinações. Para 2005 e 2006, observa-se um aglomerado de Estados, desde o Acre até Minas Gerais e Bahia, de alto uso de vacinas, fato que pode ser atribuído à obrigatoriedade da vacinação. Espera-se que esse comportamento se mantenha e outros Estados, com o amadurecimento do PNCEBT, passem a apresentar características semelhantes.

Na Figura 10 encontra-se o mapa de *clusters* para o número de bezerras vacinadas. É interessante notar que foram identificados, conforme já indicava a análise anterior, *clusters* significativos de alto uso de vacinas nos Estados do Centro-Oeste, principalmente a partir de 2004, o que também se deve ao fato de esses Estados serem grandes produtores bovinos de corte. Isso porque, para a emissão da guia de trânsito animal (GTA) para animais destinados ao abate, os exames não são obrigatórios, mas a fazenda deve comprovar estar em dia com as vacinações obrigatórias, fato que, provavelmente, estimula esse comportamento.



Fonte: Elaboração do autor a partir de dados da pesquisa.  
 Figura 11 – Mapa de *clusters* para número de bezerras vacinadas por animal, de 1996 a 2006.

A partir de 1997, Estados da região Nordeste vão se revezando até formar, a partir de 2004, *clusters* constantes de baixo uso de vacinas. Esse resultado indica a precariedade dos serviços de vigilância locais, pois são contrários aos resultados dos exames de tuberculose, nos quais havia formação de *clusters* de alto uso, contrariando uma possível conclusão de boa adesão ao programa. Esse resultado deve ser pesquisado posteriormente, pois não faz sentido a parte compulsória do programa não ser atendida, e sim a parte opcional.

Conforme informações da coordenação nacional do PNCEBT, esses Estados têm seus serviços de defesa sanitária mal estruturados, e não é apenas esse programa, especificamente, que se encontra mais atrasado nessa região. Dessa forma, sugere-se que sejam criadas políticas voltadas especificamente para esses Estados, o que permitirá o maior desenvolvimento da atividade pecuária local.

Com relação à média brasileira de vacinação, esta ficava entre 6 e 10 bezerras vacinadas por mil animais do rebanho até o ano de 2003. Em 2004 esse número subiu para 13 e, em 2006, já foi de 30, mostrando que realmente a implantação da obrigatoriedade foi importante para o maior uso da vacinação. Esses números são bem próximos aos verificados na Argentina, que, em 2000, eram de 10 vacinações para cada 1.000 animais (SAMARTINO, 2002). No México, em 2004, essa relação era de 30 bezerras vacinadas para cada 1.000 animais – nível próximo ao do Brasil em 2006. Já para os Estados Unidos, em 2006, esse número era de 45 vacinações por 1.000 animais do rebanho (USDA-APHIS, 2006), 33% superior ao do Brasil no mesmo ano.

### **2.5.2 Determinantes do uso das medidas sanitárias**

A parte seguinte da análise concentrou-se em encontrar possíveis determinantes para os diferentes usos das medidas sanitárias. Como várias observações não estavam disponíveis ou eram zero, utilizou-se um modelo Tobit, visando considerar a amostra como censurada. Nesse caso, a estimação foi feita em duas etapas. Primeiramente, fez-se uma estimação Probit para obter o valor estimado das observações zero. No segundo passo, foi feita uma regressão por máxima verossimilhança com os valores observados e os zeros substituídos pelos estimados.

Utilizou-se um modelo de dados em painel, pois as variáveis eram referentes às 27 unidades da federação e aos anos de 1996 a 2006. Para um modelo Tobit em painel, a estimação por efeitos fixos leva a estimadores inconsistentes (GREENE, 2003). Por isso, as equações foram estimadas por efeitos aleatórios.

Também foram realizadas regressões secundárias por MQO (Apêndice C), visando evitar multicolinearidade. Todas as variáveis utilizadas nesse modelo apresentaram, em suas regressões secundárias,  $R^2$  menor que 0,60. O ideal seria a estimação do modelo principal por MQO e só usar as variáveis que tivessem  $R^2$  menor que a do modelo principal, mas, devido à censura da amostra, a equação principal não apresentou um ajuste adequado, isto é, as regressões não foram significativas pelo teste F.

As duas equações estimadas utilizaram como variáveis dependentes o número de bezerras vacinadas e o número de exames de tuberculose, divididos pelo número de animais por Estado.

Os resíduos das estimações foram submetidos ao teste de I de Moran, para testar se havia a presença de dependência espacial, que deveria ser considerada no modelo. Para isso, os resíduos foram desempilhados e testados ano a ano; esses resultados são apresentados no Apêndice B. As matrizes de ponderação utilizadas nos testes foram as de contiguidade de convenção torre e as matrizes dos 3 aos 15 vizinhos mais próximos, num total de 14 matrizes. Apenas na equação de vacinação encontrou-se um valor de I de Moran significativo a 5% em um dos anos testados, para uma única matriz utilizada. Nenhum valor foi significativo a 1%. Nesse caso, considerou-se que o melhor modelo não deveria incluir variáveis espaciais.

Os resultados das equações encontram-se na Tabela 6. Como as variáveis explicativas utilizadas são as mesmas, os resultados foram discutidos conjuntamente, a fim de evitar repetições.

Tabela 6 - Resultados da estimação para número de bezerras vacinadas e exames de tuberculose realizados por animal do rebanho

Variáveis independentes	Variáveis Dependentes	
	Vacinações contra brucelose	Exames de tuberculose
	Coefficiente	Coefficiente
Constante	0,02015968 [0,01927894] (0,2957)	-0,02984297*** [0,00576703] (0,0000)
Transf	-0,00000457 [0,00013407] (0,9728)	-0,00001265 [0,00009438] (0,8933)
Dummy 2004	0,01225399** [0,00491206] (0,0126)	0,00428693*** [0,00124971] (0,0006)
PrCarne	-0,00037676 [0,00031692] (0,2345)	0,00030990*** [0,00064651] (0,0000)
LKM2	-0,00198958*** [0,00054287] (0,0002)	0,00061950** [0,00030809] (0,0443)
EQCARCKM2	0,01446278*** [0,00347843] (0,0000)	0,00556403*** [0,00141646] (0,0001)
PrLeite	0,00224641 [0,00637447] (0,7245)	0,00391156** [0,00189163] (0,0387)
EXPCARNE	0,00001145 [0,00011459] (0,9204)	-0,00092762 [0,00013347] (0,4871)
EXPLEITE	-0,00038343 [0,00118883] (0,7471)	0,00034639 [0,00038925] (0,9291)
Log da Função de Máxima Verossimilhança	585,4543	848,0841
Log da Função de Máxima Verossimilhança Restrita	520,1409	780,3846
Qui-quadrado	130,6269	135,3989
P-Valor	0,0000000	0,0000

Nota: Os valores entre colchetes referem-se ao desvio-padrão, e entre parênteses, ao p-valor. Os coeficientes marcados com (\*) são significativos a 10%; com (\*\*), a 5%; e os com (\*\*\*), a 1%.

Fonte: Dados da pesquisa.

A variável *transf*, referente às transferências por convênios do governo federal aos Estados divididas pelo número de animais, não foi significativa nas equações estimadas. Esperava-se que, quanto maiores fossem as transferências, maior seria o número de exames, seja por aumento de fiscalização ou por campanhas de educação sanitária. Com esse resultado, percebe-se que as transferências por convênios do MAPA

não têm efeito significativo nem sobre o número de exames nem sobre o número de animais vacinados. Esses resultados indicam que esses recursos não estão sendo usados de modo a melhorar a implantação especificamente do programa analisado. Para melhor interpretação desse resultado, a tabela a seguir mostra a estatística descritiva dessa variável por regiões do Brasil.

Tabela 7 – Estatística descritiva das transferências do MAPA aos Estados, em reais por animal, por regiões brasileiras, de 1996 a 2006

Região	Observações	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Norte	77	0,3788	0,6706	0,0000	4,5306
Nordeste	99	40,47	294,7187	0,0000	2634,9000
Centro-Oeste	44	0,2233	0,6069	0,0000	3,0881
Sudeste	44	0,2661	0,2380	0,0000	0,8069
Sul	33	0,3348	0,4817	0,0000	2,1430

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa.

A tabela indica que as maiores transferências por animal são direcionadas aos Estados que possuem sistemas de vigilância menos desenvolvidos – das regiões Norte e Nordeste – o que deve ter o intuito de modernizá-los e torná-los mais eficazes. Assim, os resultados dessas transferências seriam observados apenas após o período de maturação desses investimentos.

A *dummy* de 2004 foi significativa em ambas as equações estimadas, mostrando aumento no uso de exames e de vacinações. Para as últimas, esse resultado era esperado, pois a vacinação se tornou obrigatória a partir dessa data; assim, é de fácil compreensão o fato de a magnitude desse coeficiente ser maior que para os exames.

Já o aumento no número de exames se deve ao tempo que o PNCEBT levou até ser efetivamente iniciado. A implantação do PNCEBT ocorreu em 2001, porém, como foram necessários a estruturação dos cursos, o treinamento dos veterinários e a montagem da estrutura adequada para realização dos exames, apenas a partir de 2004 é que o programa teve início efetivo. Assim, a primeira propriedade livre foi certificada<sup>8</sup> em 2005, e as duas seguintes, em 2006. Como o tempo mínimo de certificação das propriedades livres de brucelose e tuberculose é de nove meses (BRASIL, 2006), devido

<sup>8</sup> A certificação aumenta o número de exames, pois para a manutenção do *status* livre são necessários exames anuais negativos de todos os animais em propriedades produtoras de leite. Em propriedades com *status* monitorado (apenas para bovinos de corte) com menos de 350 fêmeas adultas e machos reprodutores, devem ser feitos 255 exames no teste inicial e 200 para as repetições periódicas. Para estabelecimentos com maior número de animais, existe tabela específica. Mais detalhes, consultar MAPA (2006).

à necessidade de intervalo entre os três testes, a propriedade certificada em 2005 iniciou o processo no ano anterior.

A variável preço da carne (*PrCarne*) foi significativa apenas para os exames de tuberculose, indicando que em locais com maior preço pago pela arroba são feitos mais exames desse tipo. Isso pode ser explicado pelo fato de que a identificação de animais suspeitos de tuberculose leva à condenação total ou parcial das carcaças, de acordo com as normas do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), e em nenhuma hipótese elas poderão servir para o comércio internacional (BRASIL, 1952). Dessa forma, os donos de animais positivos recebem valor proporcional à parte aproveitada e ao tipo de consumo permitido para essas carcaças, o que é uma forma de punição no pagamento. Por isso, produtores que recebem mais pela carne têm estímulo para aumentar o diagnóstico e controle dessa doença e evitar perdas financeiras relacionadas a ela.

A variável *PrLeite*, referente ao preço pago ao produtor por litro de leite, também foi significativa para exames de tuberculose, indicando um maior número de animais examinados em Estados onde o preço é maior. Isso ocorre porque as empresas que pagam mais exigem maior qualidade do produto, apesar de ainda não haver exigências específicas com relação a essas doenças. Além disso, eventualmente esse tipo de teste é usado pelos serviços de inspeção (federal e estadual, principalmente) como forma de garantir a qualidade da matéria-prima aos consumidores finais.

Nesse sentido, Lôbo (2008), ao realizar análise custo-benefício da certificação de propriedades livres de tuberculose bovina, afirma que o saneamento não associado a adicionais no preço do leite não se mostrou compensador em dois cenários estudados. Esse investimento só seria viável para propriedades de alta produção e num período de 10 anos. O autor concluiu que a adesão dos pecuaristas à certificação vai depender dos incentivos econômicos oferecidos pela indústria ou pelos órgãos governamentais.

Esse incentivo é tendência mundial e já ocorre em outros países. Samartino (2002) afirma que, na Argentina, desde 1998 a indústria laticinista paga de forma diferenciada o leite proveniente de propriedades livres de brucelose. Essa medida induziu os produtores a melhorarem o *status* sanitário dos rebanhos, o que permitiu redução da prevalência da doença. O mesmo tipo de atitude fez com que, no México, o

número de rebanhos certificados livres aumentasse em 400% entre 1998 e 2001 (LUNA-MARTINEZ; MEJÍA-TERÁN, 2002).

O fato de ambos os preços não terem sido significativos na equação de vacinação se deve à obrigatoriedade da vacinação imposta pelo programa, o que faz com que os produtores não respondam aos preços como estímulo à prática.

A produtividade por área, representada nas equações pelas variáveis EqCarckm2 (equivalente carcaça por quilômetro quadrado) e lkm2 (litros por quilômetro quadrado), apresentou sinais diferentes. A relacionada à produção de carne indicou aumento das práticas de manejo sanitário quanto mais intensivas forem essas atividades no Estado. Já a produtividade de leite por quilômetro quadrado mostrou relação inversa com a quantidade de fêmeas vacinadas. Esse resultado é contrário ao do trabalho de Assis (2005), o qual afirma que, quanto mais intensivos os sistemas produtores de leite, melhores suas práticas sanitárias. Também, Barreto (2007), ao estudar uma amostra de 110 propriedades produtoras de leite do município de Itaperuna, RJ, verificou que a média de propriedades que praticavam a vacinação variava de 6% no estrato de produtores de até 50 litros por dia até 77,78% nas de produção maior que 300 litros/dia.

Entretanto, essa diferença pode ser explicada pela diferença nos sistemas produtivos entre carne e leite. Alves (2004), utilizando dados do Censo Agropecuário de 1995/96, constatou que os mini e pequenos produtores de leite corresponderam a 98,1% do universo de informantes e a 72% do abastecimento nacional. Essa concentração de pequenos produtores dificulta a profissionalização do setor, fazendo com que a adoção de medidas sanitárias seja deixada em segundo plano. Barreto (2007) afirmou que o principal argumento apresentado pelos produtores de leite como motivo para não vacinar as bezerras é o elevado custo da vacinação e o desconhecimento da existência do PNCEBT. Esse fato deixa evidente a necessidade de campanhas de educação sanitária voltadas principalmente aos pequenos produtores de leite.

Já na cadeia de produção de carne bovina, os pecuaristas procuraram, a partir da década de 1990, melhorar seu índices produtivos para concorrer principalmente com produtos vindos do Mercosul. Além disso, mudanças como o desenvolvimento de novas tecnologias por centros de pesquisas, o processo de profissionalização do mercado – desde os fornecedores de insumos até o varejo – e a segmentação da produção, o que

gerou alianças comerciais, e do consumo a qualificaram para os mercados nacional e internacional (POLAQUINI et al., 2006). Assim, Estados com maior concentração de produção de carne realizam mais exames e vacinações que aqueles mais concentrados na produção de leite.

As variáveis relativas às exportações não foram significativas em nenhuma das equações. Esperava-se que, com o aumento das exigências sanitárias cada vez mais impostas aos países exportadores, houvesse aumento do uso das medidas sanitárias nos Estados onde ocorre maior exportação.

Os locais que possuem exigências específicas com relação à tuberculose bovina são apenas a Rússia e a União Europeia. Apesar de esses países ainda representarem parcela importante das exportações, uma estratégia utilizada está sendo a diversificação dos mercados importadores, aumentando as vendas para países que sejam mais flexíveis em suas exigências (inclusive as sanitárias). Segundo dados do Intercâmbio Comercial do Agronegócio (BRASIL, 2008a) os países em desenvolvimento aumentaram suas importações a uma taxa média de 20,0% ao ano. Dessa forma, é expressiva a queda na participação da União Europeia e dos Estados Unidos. Os principais responsáveis por esse crescimento são: a China, que aumentou a sua participação no comércio de 3,7% para 8,0% entre 2001 e 2007, e nações do Oriente Médio e da África.

As restrições da China, África do Sul, Angola, Argélia, Egito e Marrocos, por exemplo, à carne bovina brasileira são principalmente relacionadas à febre aftosa. Já para os Emirados Árabes Unidos, não existe nenhum acordo com o Brasil relativo a questões sanitárias ou fitossanitárias (LOPES et al., 2007).

## **2.6 Conclusões**

As questões relacionadas à sanidade dos rebanhos brasileiros têm conquistado cada vez mais espaço nas mídias nacional e internacional. Entre essas questões, duas doenças que provavelmente receberão maior atenção nos próximos anos são a brucelose e a tuberculose bovinas, devido a seu caráter contagioso e zoonótico.

Este capítulo abordou as medidas sanitárias relativas a essas doenças com foco no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Bovinas. Especificamente com relação à vacinação, observou-se que grande parte das regiões Sul,

Sudeste e Centro-Oeste são áreas de alta vacinação, apesar de ainda não formarem um *cluster* único. Nos anos de 2005 e 2006 os estados brasileiros já apresentavam I de Moran significativo, indicando aglomeração das medidas. Esse resultado se deve aos bons resultados do PNCEBT, principalmente no tocante à vacinação. Além disso, foi observado que a vigência da obrigatoriedade dessa prática levou a um aumento significativo, fazendo com que o Brasil tenha passado de níveis muito baixos para níveis próximos ao de países que também investem no controle da brucelose.

Já os resultados relativos aos exames de tuberculose não são tão bons. Apesar de o nível de exames apresentar aumento significativo a partir do início efetivo do PNCEBT, a quantidade brasileira de exames ainda é muito baixa se comparada à de outros países. Além disso, também foram observados *clusters* de baixo uso dessa medida, sobretudo na região Norte do país, provavelmente em razão da deficiência dos serviços de defesa sanitária animal. Assim, espera-se que sejam adotadas medidas visando diagnosticar e sanar tais problemas, a fim de permitir que todos os produtores se beneficiem da redução e posterior erradicação dessas doenças.

Assim, ainda são necessárias ações educativas que visem dar ciência aos produtores da legislação vigente e a reciclagem de profissionais que atuam nas áreas de baixo uso das medidas preventivas, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Alguns programas existem de maneira isolada, por iniciativa dos municípios. Entretanto, um planejamento para esse tipo de ação em âmbito nacional é imprescindível para que um grande número de propriedades passe a agir na prevenção dessas doenças.

Alguns instrumentos econômicos podem ser usados, visando melhorar os resultados. Verificou-se que os preços influenciaram positivamente a realização dos exames. Assim, alguns incentivos econômicos devem ser planejados. Esses podem vir, do lado governamental, por meio de subsídios aos exames ou, do lado privado na forma de diferenciais nos preços pagos à estabelecimentos certificados. Contudo, outros estudos são necessários para indicar quantitativamente qual a melhor opção.

Além disso, observou-se que países importadores ainda não fazem exigências com relação às doenças abordadas pelo PNCEBT. No entanto, as empresas exportadoras devem agir de maneira pró-ativa e estar preparadas para tais exigências. Dessa forma, é necessário o estabelecimento de estratégias que visem tornar seus fornecedores

estabelecimentos certificados livres, impedindo assim possíveis prejuízos à nação provenientes de sanções internacionais.

### **3 DETERMINANTES DO GASTO PRIVADO COM PREVENÇÃO E TRATAMENTO EM FAZENDAS PRODUTORAS DE LEITE DE MINAS GERAIS**

#### **3.1 Introdução**

Quatro fases do desenvolvimento da medicina veterinária preventiva foram descritas por Radostitis et al. (2002). A primeira ocorreu no final do século XIX e início do século XX, quando o foco principal da atividade era a erradicação de doenças infecciosas clínicas, que dizimavam os rebanhos.

A segunda fase começou após 1940, época em que o serviço veterinário se voltou ao tratamento das doenças individuais dos animais. Nessa época, havia uma crescente expansão da demanda por alimentos e os animais de produção tinham alto valor econômico, o que tornava o tratamento individual lucrativo e aumentava a demanda por serviços veterinários. Os esforços de prevenção continuaram a ser direcionados a doenças que poderiam devastar os rebanhos, e a vacinação começou a ser usada paralelamente.

A terceira fase começou no meio da década de 1960, quando os veterinários buscavam intervenções pró-ativas ao invés de reativas. O maior avanço dessa época foi o reconhecimento das doenças subclínicas<sup>9</sup> como fator limitante da produtividade. Foi

---

<sup>9</sup> Doenças subclínicas não apresentam manifestações aparentes de sintomas, mas lentamente causam a redução da produção dos animais (THRUSFIELD, 2004). Alguns exemplos são as parasitoses e doenças crônicas, como a tuberculose.

nesse período que os produtores passaram a pagar por visitas periódicas dos veterinários mesmo sem um animal doente para ser tratado.

A quarta fase começou no final da década de 1980, quando os programas de sanidade de rebanhos já estavam bem estabelecidos. A conexão entre a natureza das doenças e o menor desempenho animal era cada vez mais reconhecida. De lá até a presente data, dois grandes avanços foram feitos: o primeiro foi a mudança do foco no tratamento clínico das doenças para a sua prevenção, e o segundo, a mudança de abordagem de um animal, para grupos e então para rebanhos (LEBLANC et al., 2006).

O manejo sanitário faz parte de um conjunto de normas essenciais para o planejamento de uma empresa pecuária cujo objetivo seja alcançar êxito na exploração da atividade leiteira (BARRETO, 2007). Entende-se por manejo sanitário a promoção da saúde, o aumento de produtividade e prevenção das doenças animais, aliados ao bem-estar animal, segurança alimentar, saúde pública e sustentabilidade ambiental (LEBLANC et al., 2006).

Nesse sentido, Ribeiro (2006) afirma que é possível diminuir os custos de produção quando se adotam medidas preventivas. Uma das mais disseminadas é o uso de vermifugações periódicas. Nesse sentido, Bianchini et al. (1995 citado por SAURESSIG, 2006), ao estudarem o uso estratégico de vermífugos, constataram que estes têm o potencial para proporcionar redução de 2% em mortalidade e ganho médio de 41 quilos a mais por animal, proporcionando um potencial retorno econômico para o Centro-Oeste de 167 milhões de dólares anuais.

Assim, duas abordagens são possíveis com relação ao manejo de doenças. O produtor pode optar por agir preventivamente, tendo custos anteriores ao aparecimento das doenças, de modo a reduzir o surgimento principalmente das doenças infecciosas. A própria legislação induz certo nível de manejo preventivo ao obrigar a vacinação contra brucelose e aftosa. Outra opção é o manejo curativo; nesse caso, o tratamento ocorre após o surgimento das doenças. Mesmo que a opção seja pela prevenção, sempre haverá gastos com tratamento, pois algumas doenças não infecciosas não podem ser prevenidas. Por isso, os sistemas produtivos realizam ambos os gastos, com maior ou menor intensidade.

Na produção de leite, a sanidade é ainda mais importante, visto que seus principais consumidores são crianças e idosos. Assim, a produção de um alimento seguro passa pelo uso de um calendário preventivo, tentando-se evitar ao máximo o uso de medicamentos que apresentem resíduos no leite ou possíveis patógenos.

### **3.1.1 O problema e sua importância**

Em 2007, o Brasil foi o sexto maior produtor de leite do mundo, com um total de 25,327 milhões de litros produzidos. Apesar de esse produto ainda representar pequena parcela das exportações, tem um grande mercado consumidor nacional. Prova disso é que, no mesmo ano, o consumo brasileiro foi de 77 litros por habitante. Ademais, o agronegócio do leite tem um importante papel social, por gerar emprego e renda em 1,34 milhão de estabelecimentos produtores, segundo dados do Censo Agropecuário de 2006.

A produção de leite concentra-se principalmente nas regiões Sul, Sudeste e, recentemente, no Centro-Oeste. Minas Gerais é historicamente o maior Estado produtor de leite. Em 2007, foi responsável por 28,10% da produção nacional, conforme dados do IBGE.

Dado o papel de destaque do Estado de Minas Gerais na produção leiteira e a importância do manejo preventivo nesses sistemas produtivos, este trabalho abordou os gastos de suas fazendas produtoras de leite. Pretendeu-se identificar as características dos sistemas produtivos que levam produtores a investir em sanidade animal. Para isso, foram usadas tanto variáveis relativas ao grau de especialização e intensividade, quanto variáveis que tentaram captar as diferenças no manejo dos animais com relação à mão-de-obra e assistência técnica contratada, além de uma *proxy* para a experiência do produtor.

Além disso, pretendeu-se verificar a existência de relação contrária entre prevenção e tratamento. Nesse sentido, produtores que gastam relativamente mais com prevenção deveriam gastar menos com tratamento. Esse comportamento é possível, pois a prevenção deve ser capaz de reduzir a incidência de doenças infecciosas, o que levaria à redução de seus casos e, conseqüentemente, do gasto realizados para tratá-los.

### 3.1.2 Objetivos

#### 3.1.2.1 Objetivo Geral

Identificar, no sistema produtivo de leite de Minas Gerais, os fatores que determinam os gastos preventivos e curativos com o rebanho bovino.

#### 3.1.2.2 Objetivo Específico

- a) Identificar os determinantes do gasto privado em prevenção e tratamento nos sistemas produtivos de leite em Minas Gerais no ano de 2004.
- b) Avaliar a influência dos gastos com prevenção sobre os gastos com tratamento.

### 3.2 Referencial Teórico

A teoria utilizada neste trabalho foi desenvolvida por Chi et al. (2002), os quais estenderam a abordagem de Lichtenberg e Zilberman (1986) desenvolvida para pesticidas ao controle de doenças do gado leiteiro.

#### 3.2.1 Os efeitos das doenças na produção

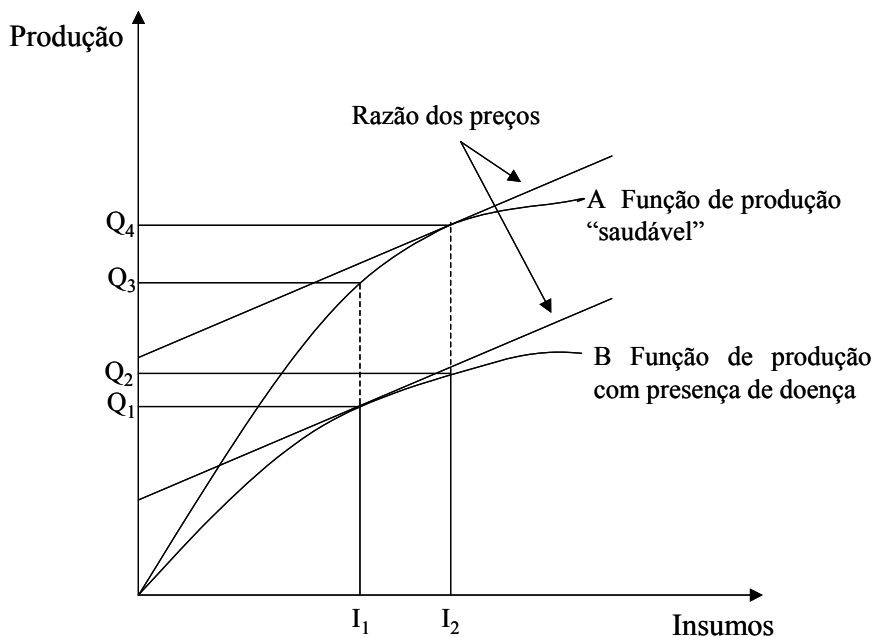
Os efeitos diretos de doenças infecciosas podem ser representados na seguinte função de produção:

$$Q = f(R/\bar{N}, \bar{K}) \quad (8)$$

em que  $Q$  é o nível de produto;  $R$ , o nível de insumos variáveis;  $\bar{N}$ , o tamanho do rebanho; e  $\bar{K}$ , o nível de fatores fixos. A doença pode reduzir o produto por aumentar a taxa de mortalidade (reduzindo  $N$ ) ou reduzir a eficiência do uso dos insumos. O último efeito é capturado por uma variação da equação (8), que pressupõe a presença de doença:  $f^D(R/\bar{N}, \bar{K})$ . (9)

A figura a seguir foi adaptada de McInerney (1996) e ilustra as funções de produção em dois sistemas: a função B é relativa à presença de doenças, e a A, a um nível ótimo de sanidade animal. Em ambas as funções pressupõe-se que a fazenda esteja usando os insumos de produção da forma mais eficiente possível, e a diferença na altura das curvas é dada apenas pela menor eficiência atingida quando se trabalha em um

sistema menos sadio. As linhas tangentes são a razão dos preços (preço do insumo/preço do produto) e indicam os pontos em que o nível de uso de insumo maximiza o lucro. A partir delas, pode-se observar que o ponto de maximização de lucro num sistema sadio é mais alto que no outro sistema.



Fonte: Adaptado de McInerney (1996).  
 Figura 12 - Ajuste de recursos e custos de doenças.

Os custos das doenças são verificados pela distância entre as curvas com um mesmo nível de uso de fatores, isto é, a perda de produção, vezes o preço recebido pelo leite; em outras palavras, é o que se deixa de receber pelo que não se produz em função da presença de doenças.

Alguns pontos devem ser observados ao comparar os custos de doenças. Primeiramente, eles variam dependendo do tamanho da produção e da intensidade de uso dos fatores. Sistemas menos intensivos têm menores custos associados a doenças infecciosas, pois a produção dos animais, por ser mais baixa, não é tão impactada ( $Q_2 - Q_1$ ). Quando a produção vai ficando mais intensiva, os custos vão sendo relativamente maiores ( $Q_4 - Q_3$ ). Isso ocorre porque a distância entre as curvas aumenta com o aumento dos fatores.

Em segundo lugar, o uso de insumos também será afetado, razão pela qual os custos econômicos devem considerar também esse ajuste. Portanto, as perdas reais são as diferenças nos lucros  $(P_Q Q_4 - P_I I_2) - (P_Q Q_1 - P_I I_1)$ , em que  $P_Q$  é o preço do produto e  $P_I$  é o preço dos insumos.

Em terceiro lugar, deve-se considerar a tendência de pagamento pela qualidade do leite, o que já ocorre em grandes empresas captadoras. Por exemplo, um dos parâmetros utilizados é a quantidade de células somáticas no leite, que são um indicador da sanidade do úbere. Outro exame que também pode ser feito é o teste do anel do leite para brucelose, que indica se há algum animal brucélico em uma amostra de leite. Por esse motivo, sistemas com menor sanidade podem receber menos pelo seu produto, o que levaria a um prejuízo de maior extensão devido à redução da receita da propriedade.

### 3.2.2 O Modelo de Controle de Doenças

No que tange ao controle de doenças, deve-se assumir a existência de dois tipos de gastos: os gastos com prevenção ( $V_p$ ), que são uma resposta *ex ante* às doenças; e os gastos com tratamento ( $V_t$ ), que são uma resposta *ex post* a elas. O nível de doença é dado por  $D$ , no qual  $D_o$  indica o nível presente, depois do controle *ex ante*. Assume-se que o presente nível de doença depende do nível de tratamento preventivo e de outros insumos ( $I$ ):

$$D = D_o(V_p, I) \quad (10)$$

em que:  $\partial D / \partial V_p < 0$ , isto é, o nível de doença é inversamente relacionado ao nível de gastos com prevenção. A função é considerada convexa, pois níveis crescentes de cuidados preventivos são necessários para reduzir os níveis de doença a uma dada quantidade ( $\partial^2 D / \partial V_p^2 < 0$ ).

O nível resultante de doença após o controle *ex ante* afeta a produção  $Q$  pela seguinte função de dano:

$$Q = Q_o(I)[1 - F(D)] \quad (11)$$

em que  $Q_o$  é o nível de produção sem doença que depende do nível convencional de insumos  $I$ ; e  $F(D)$  é a proporção de perda de produto com o nível de doença  $D$ . Os

parâmetros  $N$  e  $K$  foram retirados da função de produção para simplificação do modelo.  $F(D)$  é um número fixo entre zero e 1, com  $Q=Q_0$  se  $F(0)=0$  e  $Q=0$  com  $F(\infty)=1$ .

Como a produção é afetada pelos gastos *ex ante*,  $V_p$ , os gastos com tratamento,  $V_t$ , podem ser influenciados pelo nível presente de doença  $D$ . Isso pode ser demonstrado pela seguinte função de controle:

$$V_t = \alpha Q(D) \quad (12)$$

em que  $D$  é o nível de doença depois da prevenção e  $\alpha$  é a magnitude da resposta ao tratamento, reduzindo os sintomas dos animais infectados.  $\alpha$  é maior ou igual a zero, mas não pode ser maior que 1 porque custos com tratamento que forem maiores que as perdas diretas à produção, para um produtor individual, não são racionais. Neste modelo não são admitidos tratamentos elevados, dados a animais de alto valor zootécnico. Se  $\alpha$  for alto, os produtores usam mais tratamento que quando ele for baixo. O  $\alpha$  se aproxima de zero quando animais doentes não são tratados,  $V_t=0$ .

O problema da maximização do lucro ao produtor pode ser expresso como:

$$\pi = P_Q Q - P_I I - P_{V_p} V_p - P_{V_t} V_t - F \quad (13)$$

em que  $\pi$  é o lucro anual e  $F$  são os custos fixos.

Substituindo a função (10) em (11), obtém-se:

$$Q = Q_0(I)[1 - F(D_0(V_p, R))] \quad (14)$$

Substituindo (14) em (13), tem-se um problema de maximização de lucro, para o qual a condição de primeira ordem para o controle preventivo é:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial V_p} &= P_Q \frac{\partial Q}{\partial D} \frac{\partial D}{\partial D_0} \frac{\partial D_0}{\partial V_p} - P_{V_p} = 0 \\ &= P_Q (-Q_0) \frac{\partial D}{\partial D_0} \frac{\partial D_0}{\partial V_p} - P_{V_p} \end{aligned} \quad (15)$$

Assim, para um dado nível de preços, o produto marginal do cuidado preventivo e seu nível de uso dependem do potencial de produção sem doenças,  $Q_0$ , da severidade da redução do produto pela doença  $\left(\frac{\partial D}{\partial D_0}\right)$ , de sua efetividade em reduzir a incidência inicial  $\left(\frac{\partial D_0}{\partial V_p}\right)$  e do efeito da doença no produto  $\left(\frac{\partial Q}{\partial D}\right)$ .

Da mesma forma, a condição de primeira ordem para o tratamento é:

$$\frac{\partial \pi}{\partial V_T} = -P_{VT} \alpha Q(D) = 0 \quad (16)$$

O produto marginal do tratamento é relacionado à resposta ao tratamento em reduzir os sintomas dos animais infectados,  $\alpha$ , e à redução na produção com o nível de doença presente  $Q(D)$ .

Também, o nível ótimo de uso dos outros insumos variáveis é dado por:

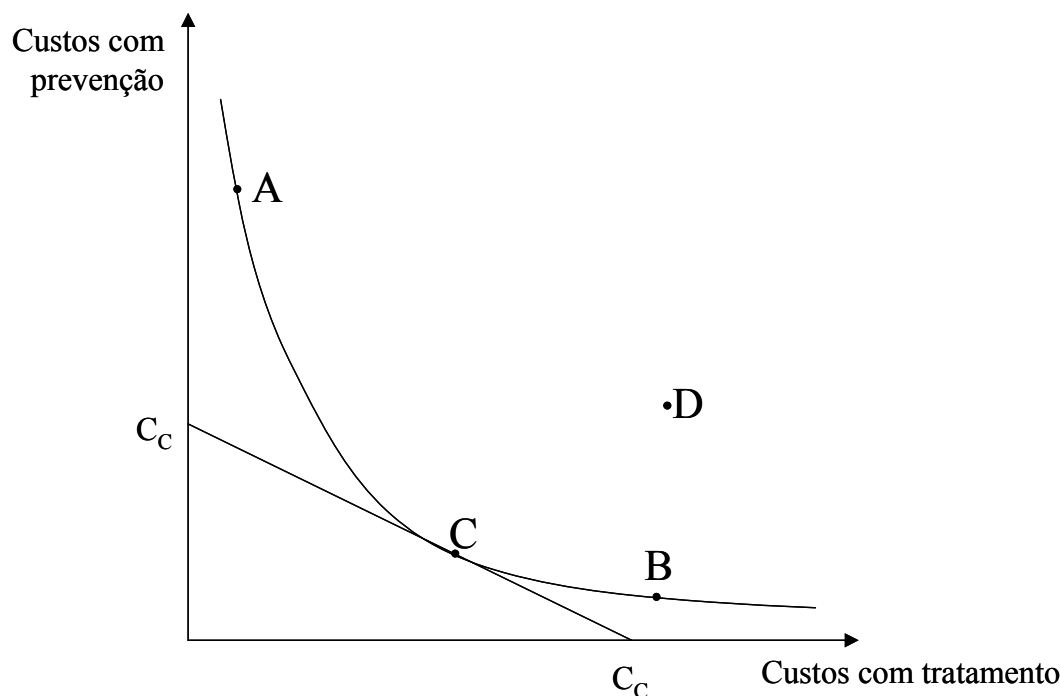
$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial I} &= P_Q \frac{\partial Q}{\partial I} - P_R = 0 \\ &= P_Q \left\{ \left[ \frac{\partial Q_0}{\partial I} (1 - F(D)) \right] + \left( Q_0 \frac{\partial D}{\partial D_0} \frac{\partial D_0}{\partial I} \right) \right\} - P_R = 0 \end{aligned} \quad (17)$$

O uso de outros fatores que maximizam o lucro depende então de como estes afetam o produto com um sistema de produção livre de doenças  $\left( \frac{\partial Q_0}{\partial I} \right)$  e de como afetam o nível inicial da doença  $\left( \frac{\partial D_0}{\partial I} \right)$ .

Pode-se chegar aos níveis ótimos de uso dos insumos ( $I^*$ ,  $V_p^*$  e  $V_t^*$ ) resolvendo-se as três equações de primeira ordem. Com eles, pode-se chegar ao nível ótimo de doença que leva tanto aos benefícios de prevenção de perda de produto quanto aos de baixos custos de tratamento. Este nível pode ser expresso por  $D^* = D(V_p^*, V_t^*, I^*)$ . A combinação de insumos que maximiza o lucro também é a que minimiza as perdas advindas dos efeitos das doenças. Essas perdas são a diferença entre o lucro de um sistema sem doenças e os lucros de outra estratégia qualquer  $i$ :

$$\begin{aligned} \pi^0 - \pi^i &= [P_Q Q_0(I_0) - P_I(I_0)] - [P_Q Q^i(V_p^i, I^i) - P_R I^i - P_{VT} V_T^i - P_{VT} V_P^i] \\ &= P_Q [Q_0(I_0) - Q^i(V_p^i, I^i)] - P_R (I_0 - I^i) + P_{VT} V_T^i + P_{VT} V_P^i \end{aligned} \quad (18)$$

A expressão anterior é a da isoquanta entre os insumos de tratamento e prevenção. Assumindo-se que o uso dos outros insumos não é afetado pelo nível da doença ( $I_0 = I^i$ ), os dois custos podem ser plotados num mesmo gráfico (Figura 12). Neste gráfico, podem-se comparar diferentes opções de estratégias de controle (A, B, C, D).



Fonte: Chi et al. (2002).

Nota: A isoquanta não toca os eixos, pois se admite a utilização de valores fixos de prevenção (estabelecidos em lei) e tratamento (para doenças não preveníveis).

Figura 13 - Custos de prevenção e tratamento de quatro estratégias de controle de doenças.

Das quatro combinações de gastos com tratamento e prevenção (estratégias de controle de doença), apenas a combinação D não é eficiente. A melhor estratégia é a que tangencia a mais baixa linha de isocusto, C. Os custos não podem ser diminuídos além do ponto  $C_c$ , pois este representa os custos inevitáveis, os quais apenas podem ser reduzidos por avanços tecnológicos e não por decisão do produtor.

### 3.3 Referencial Analítico

Para escolher o modelo adequado, foi feito o teste de endogeneidade descrito em Wooldridge (2002); os resultados desse teste são apresentados no Apêndice D. Após detectada a endogeneidade, para analisar a relação entre gastos com controle e prevenção o método escolhido foi o de Mínimos Quadrados em Três Estágios (MQ3E). Esse foi considerado o mais adequado, por ser capaz de considerar a endogeneidade entre os gastos, além de contornar o problema de correlação contemporânea entre os erros.

A endogeneidade é esperada, pois os gastos de um produtor com tratamento (*ex-post*) são feitos de acordo com os gastos com prevenção (*ex-ante*), isto é, os gastos com tratamento são definidos em função do nível de doença: quanto maior esse nível, maior o gasto. Entretanto, o nível de doença é reduzido com maiores gastos com prevenção.

Já a correlação contemporânea dos erros é esperada, visto que ambas as variáveis dependentes são parcelas de gastos. Trabalhos que tratam dessas parcelas, assim como das parcelas de lucros, são usualmente estimados por modelos SUR (equações aparentemente não relacionadas); como exemplo, citam-se os trabalhos de Conte e Ferreira Filho (2007) e Ferreira Júnior e Teixeira (2005).

O método de MQ3E deve ser visto como um análogo do modelo SUR com variáveis endógenas. Por ser uma extensão do modelo de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E), esse foi o primeiro modelo explicado; em seguida, as particularidades do modelo de três estágios são apresentadas.

### **3.3.1 Mínimos Quadrados em Dois Estágios**

Num sistema de equações, duas formas podem ser encontradas. A forma reduzida é a equação em que uma variável endógena é explicada apenas por variáveis exógenas – neste trabalho essa será a equação de gastos com prevenção. Já a forma estrutural é a equação em que uma variável endógena – gasto com tratamento – é escrita em termos de variáveis tanto exógenas quanto endógenas – gasto com prevenção. Numa estimação por MQ2E, ambas as equações compõem o sistema.

A necessidade do MQ2E aparece quando se pretende estimar uma equação estrutural. A introdução da variável endógena como explicativa em um modelo acarreta problemas se a estimação for feita por MQO, pois esta é correlacionada com o termo erro. Nesse caso, o MQO produz estimadores inconsistentes, e o MQ2E fornece estimadores eficientes e consistentes. Por outro lado, caso não haja endogeneidade, o MQO será consistente e eficiente, e o MQ2E será consistente mas não eficiente.

Para evitar esses problemas, o MQ2E substitui as variáveis explicativas endógenas por variáveis instrumentais (VI). Assim, no primeiro estágio, são feitas as regressões das formas reduzidas. No segundo estágio, os valores esperados das variáveis explicativas endógenas são usados na estimação da equação estrutural. De acordo com

Judge et al. (1988), esse procedimento implica não covariância entre as variáveis explicativas endógenas e o erro das equações que fazem parte do formato original. No entanto, isso também leva a uma matriz de covariância não escalar, ou seja, não equivale ao produto de uma constante e uma matriz identidade. Para contornar esse problema, é empregado o método de Mínimos Quadrados em Dois Estágios Generalizados (MQ2EG). Neste, são aplicados pesos no segundo estágio. Dessa forma, o vetor de coeficientes deixa de ser:

$$B_{MQ2E} = (Z'Z)^{-1}Z'Y \quad (19)$$

e passa a ser:

$$B_{MQ2EG} = (Z'V^{-1}Z)^{-1}Z'V^{-1}Y \quad (20)$$

em que  $Z$  é o vetor de variáveis explicativas tanto endógenas quanto exógenas;  $Y$ , o vetor da variável dependente; e  $V^{-1}$ , a matriz de variância estimada usando os resíduos do MQ2E.

Um teste relevante quando se trabalha com variáveis instrumentais é o de endogeneidade sugerido em Wooldridge (2002). Isso porque o MQ2E estimado em função apenas de variáveis explicativas exógenas é menos eficiente, visto que suas estimativas podem ter elevados erros-padrão. Por esse motivo, é importante que esse pressuposto seja testado. Para uma única variável endógena explicativa, esse teste consiste em estimar sua forma reduzida e obter os resíduos estimados. Esse resíduo, então, deve ser colocado do lado direito da forma estrutural – sem excluir a variável endógena. Se o coeficiente desse resíduo for estatisticamente diferente de zero, pelo teste T, conclui-se que a variável testada é endógena.

Outro ponto que cabe ser destacado é que, conforme Wooldridge (2002), o  $R^2$  em modelos que utilizam VI pode ser negativo, pois a soma dos quadrados dos resíduos da VI pode ser maior que a soma de quadrados totais. Outro fato que torna essa medida pouco útil é que, quando uma variável explicativa é correlacionada com o erro, a decomposição da variância de  $y$  não pode ser feita em  $\beta_1^2 Var(x) + Var(v)$ ; assim, o  $R^2$  não possui interpretação natural.

### 3.3.2 Extensão ao modelo de Mínimos Quadrados em Três estágios

Tratando-se de gastos com medicamentos, nos erros podem estar fatores subjetivos da escolha – por exemplo, a preferência do proprietário ou do técnico responsável por um nível maior ou menor de prevenção. Como os mesmos fatores subjetivos podem determinar ambos os gastos, os erros das equações podem ser relacionados.

Nesse caso, já que os estimadores de MQ2E não consideram as covariâncias entre os resíduos, eles não são totalmente eficientes. O MQ3E estima todos os coeficientes de forma conjunta e reestima o modelo usando a matriz de pesos estimada, corrigindo esse aspecto.

Os primeiros dois estágios são os mesmos do MQ2E. No terceiro estágio é aplicado o método de mínimos quadrados generalizados exequíveis, de maneira análoga à dos estimadores SUR. O estimador SUR de covariância não pode ser usado, pois não é consistente na presença de variáveis endógenas. Assim, o MQ3E utiliza os erros das estimativas de MQ2E para obter uma estimativa consistente de  $\Sigma$ . Assim, os seus estimadores podem ser expressos como:

$$B_{MQ3E} = \left( Z(\hat{\Sigma}^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}X')Z^{-1} \right)^{-1} Z(\hat{\Sigma}^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}X')Y \quad (21)$$

em que  $X$  é o vetor de variáveis explicativas apenas exógenas.

#### 3.3.2.1 Teste de erro de especificação de Hausman

Neste trabalho foi feito o teste de especificação de Hausman para erro de especificação do modelo proposto por Holly em 1988, citado por Baltagi (1998). Esse teste pode ser utilizado para auxiliar na escolha entre o modelo de Mínimos Quadrados em Dois ou Três Estágios. A estatística do teste é:

$$H = (MQ3E - MQ2E)'[Cov(MQ2E) - Cov(MQ3E)]^{-1}(MQ3E - MQ2E) \sim \chi_j^2 \quad (22)$$

em que MQ3E e MQ2E são os vetores dos coeficientes estimados pelo método de três e dois estágios, respectivamente, e  $j$  é o número de parâmetros estimados. Nesse teste, a hipótese nula é de que todas as equações estão adequadamente especificadas; nesse caso, o método em três estágios é eficiente. Esta hipótese é testada contra a hipótese alternativa, de que pelo menos uma equação não está adequadamente especificada; nesse caso, o método em três estágios é consistente, mas não é eficiente.

### 3.3.3 Modelo Empírico

Neste trabalho, o sistema a ser estimado é:

$$\begin{cases} y_{prevenção} = \beta_0 + \beta_1 \text{Dummy Técnico} + \beta_2 \text{Litros por área} + \beta_3 \text{Dummy de MDO familiar} + \\ + \beta_4 \text{Idade} + \beta_5 \text{Gasto com MDO} + \beta_6 \text{Gasto com Minerais} + \nu_1 \\ y_{tratamento} = \alpha_1 y_{prevenção} + \beta_7 + \beta_8 \text{Vacas em lactação} + \beta_9 \text{Dummy Técnico} + \\ + \beta_{10} \text{Litros por área} + \beta_{11} \text{Dummy de MDO familiar} + \beta_{12} \text{Idade} + \beta_{13} \text{Gasto com MDO} + \nu_2 \end{cases} \quad (23)$$

em que  $y_{prevenção}$  são os gastos com prevenção;  $y_{tratamento}$  são os gastos com medicamentos;  $\alpha$  é o coeficiente da variável explicativa endógena; os  $\beta$  são os coeficientes das variáveis exógenas: *Dummy Técnico*, *Litros por área*, *Dummy de MDO familiar*, *Idade*, *Gasto com MDO*, *Gasto com minerais* e *Vacas em Lactação* (descritas a seguir); e  $\nu$  são os erros das equações. Para permitir a estimação do modelo, a equação de gastos com prevenção apresenta a variável gastos com minerais, que não está presente na equação de gastos com medicamentos.

### 3.3.4 Variáveis

Os dados<sup>10</sup> foram obtidos do questionário utilizado para publicação do Diagnóstico da Pecuária de Leite do Estado de Minas Gerais em 2005 (GOMES, 2006). Para maior representatividade do universo de produtores, a amostra foi estratificada conforme dois critérios: quantidade de leite produzida e número de produtores. Inicialmente, a amostra foi dividida em meso/microrregiões homogêneas de acordo com as quantidades produzidas em 2004, segundo a Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE. O segundo critério consistiu em dividir o número de produtores de cada microrregião de acordo com o Censo da Indústria de Laticínios de Minas Gerais. No total, foram realizadas 1.000 entrevistas, porém os dados completos para este trabalho foram obtidos em 861 delas. As propriedades utilizadas na análise tinham em média 72,5 animais e produção de 795 litros por animal por ano.

---

<sup>10</sup> Dados gentilmente cedidos pelo Professor Sebastião Teixeira Gomes.

De acordo com a publicação, os dados correspondem à média do ano, e não apenas a resultados do primeiro semestre, quando os preços foram favoráveis ao produtor, nem aos do segundo, quando houve queda no preço de leite.

As variáveis dependentes foram:

*y*<sub>prevenção</sub>: gastos com vacinas e vermífugos; e

*y*<sub>tratamento</sub>: gastos com medicamentos, excluindo-se os gastos com prevenção.

Conforme sugerido no referencial teórico, os custos da doença variam com a intensidade do uso de fatores. Dessa forma, as variáveis usadas para quantificar a intensidade foram: percentual de vacas em lactação, litros por área e gasto com mão-de-obra. Elas foram definidas da seguinte forma:

*Vacas em Lactação*: percentual do rebanho total composto por vacas em lactação.

*Litros por área*: litros de leite produzido dividido pela área destinada ao gado de leite da propriedade.

*Gasto com MDO*: gastos com mão-de-obra (contratada e familiar).

Assis et al. (2005), ao caracterizarem os sistemas de produção de leite no Brasil, sugeriram que o controle sanitário dos rebanhos melhora à medida que os sistemas se tornam mais intensivos. Dessa forma, espera-se que os gastos com prevenção sejam diretamente proporcionais às medidas de intensidade. Assim, essas mesmas variáveis foram utilizadas para explicar esses gastos, exceto o percentual de vacas em lactação, que não deve ter relação com estes, conforme explicado na seção de resultados. Como *proxy* de manejo sanitário, também foi incluída na primeira equação a variável gastos com minerais:

*Gasto com minerais*: gastos com minerais, excluindo-se os gastos com sal comum.

Além dessas, outras três variáveis foram incluídas em ambas as equações: duas *dummies*, que caracterizam qualitativamente os sistemas; e a *idade* do proprietário, que foi utilizada como *proxy* para experiência. As *dummies* foram definidas como:

*Dummy Técnico*: *dummy* que assume o valor 1, se a propriedade recebe a visita de um técnico mais de seis vezes ao ano, e 0, caso contrário;

*Dummy de MDO familiar*<sup>11</sup>: *dummy* que assume o valor 1, caso mais de 50% da mão-de-obra utilizada na propriedade seja familiar, e 0, caso contrário.

Todas as variáveis referentes a gastos, inclusive as dependentes, foram divididas pelo número de animais, a fim de evitar a influência do tamanho do rebanho na análise. Outras variáveis de intensidade de fatores foram testadas, mas foram mantidas no modelo apenas as que apresentaram menor grau de multicolinearidade. Para isso, foram realizadas estimações secundárias de uma variável explicativa contra as demais; as que apresentaram  $R^2$  maior que o  $R^2$  das equações principais estimadas por MQO foram descartadas da análise (essas equações são apresentadas no Apêndice E). O modelo estimado é robusto à presença de autocorrelação e heterocedasticidade.

### 3.4 Resultados

A análise realizada neste capítulo visava a identificação dos determinantes de gastos com tratamento e prevenção. Da mesma forma, por meio desses resultados esperava-se avaliar a interação entre os dois gastos.

Com relação à composição de cada um dos gastos, aqueles com prevenção foram definidos como todos os gastos com vacinações e com vermífugos, pois se considerou a prática de vermifugação uma estratégia fundamentalmente preventiva. Os carrapaticidas foram incluídos nos gastos com medicamentos porque, apesar da indicação de que este seja utilizado como tratamento preventivo, ao se adotar um calendário estratégico de banhos de carrapaticidas, é de conhecimento dos pesquisadores da área que os banhos são utilizados, na prática, com fins curativos, uma vez que o momento ideal de aplicação desse medicamento não é respeitado<sup>12</sup>. Por exemplo, Barreto (2007), pesquisando 110

---

<sup>11</sup> Apesar de o PRONAF considerar agricultura familiar apenas as propriedades com menos de dois empregados permanentes, esse termo, em sua origem, é relacionado à intensidade do emprego familiar (GONÇALVES; DE SOUZA, 2005). Por esse motivo, e de acordo com a disponibilidade de dados, a definição de agricultura familiar adotada foi a utilizada por Guilhoto et al. (citado por GONÇALVES; DE SOUZA, 2005) como sendo aqueles estabelecimentos rurais cuja direção dos trabalhos é exercida pelo produtor e onde o trabalho familiar supera o trabalho contratado.

<sup>12</sup> O momento ideal para a aplicação de carrapaticida é quando os carrapatos estão na fase de ninfa, com 2 a 3 mm de tamanho. Entretanto, o que acontece na prática é que os banhos são aplicados quando o produtor começa a observar os carrapatos adultos (mamonas) nos animais. Nesse momento, a aplicação do remédio é essencialmente curativa, pois visa a redução da infestação. Essa prática de manejo é inadequada, embora amplamente utilizada, visto que favorece a resistência dos carrapatos à base

propriedades do município de Itaperuna, RJ, confirmou esse fato ao constatar que nenhum dos produtores entrevistados tinha planejamento para a execução desse combate. Os demais gastos com medicamentos foram incluídos em gastos com tratamento.

Dessa forma, os gastos com prevenção foram, em média, de R\$ 6,58 por animal, e os com tratamento, de R\$ 22,03. A estatística descritiva dos componentes de cada gasto encontra-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Estatística descritiva dos gastos com medicamentos

Variável	Observações	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
<b>Gastos com Tratamento</b>	861	22,03342	6,66667	62,73601	0	1096,308
<i>Outros Medicamentos</i>	861	13,24245	0,00000	59,06757	0	1076,923
<i>Modificador Orgânico</i>	861	0,182230	0,00000	0,85823	0	12,82051
<i>Matabicheira</i>	861	1,051555	0,61538	2,19315	0	51,28205
<i>Medicamentos para deficiência de cálcio</i>	861	0,416615	0,00000	1,95609	0	30,76923
<i>Complexos Vitamínicos</i>	861	0,298430	0,00000	2,14276	0	51,28205
<i>Antibióticos</i>	861	6,155792	1,53846	15,90029	0	184,6154
<i>Antitóxicos</i>	861	0,418798	0,00000	2,19539	0	46,15385
<i>Bernicidas e Carrapaticidas</i>	861	0,267545	0,00000	1,16696	0	25,64103
<b>Gastos com Prevenção</b>	861	6,584146	4,10256	10,08172	0	146,4103
<i>Vermífugos</i>	861	4,029303	1,92308	8,12724	0	128,2051
<i>Vacinas Obrigatórias (Aftosa e Brucelose)</i>	861	1,958773	1,22769	2,63204	0	28,20513
<i>Outras vacinas</i>	861	0,596070	0,29230	0,83569	0	7,692307

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que o maior dos gastos com tratamento, excluindo o item outros medicamentos, foi com antibióticos. Da mesma forma, esse foi o que apresentou maior desvio-padrão, indicando grande variabilidade no uso. Realmente, o observado na prática é que os antibióticos são amplamente utilizados. Uma observação nessa discussão é que, possivelmente, esses gastos poderiam ser expressivamente diminuídos com manejo sanitário adequado, sobretudo no que se refere ao manejo pré e pós-ordenha, evitando o aparecimento de muitos casos de mastite e os gastos com

---

farmacêutica utilizada, fazendo com que, cada vez mais, sejam necessárias maiores doses, até que o remédio tenha de ser trocado por não ter eficácia.

antibióticos intramamários. Outro ponto é que a grande utilização desses medicamentos deveria ser seguida de descarte do leite proveniente dos animais tratados, pois a maioria dos antibióticos deixa resíduos no leite, o que pode causar malefícios à saúde humana. O descarte desse leite não foi objetivo desta pesquisa, porém deve ser considerado em estudos de custos de doenças que necessitem do uso de antibióticos. Acredita-se que as fazendas que apresentaram menor gasto com esse medicamento tenham melhores práticas de manejo sanitário.

Ao analisar os componentes do gasto com prevenção, o maior componente foram os gastos com vermífugos. Realmente, as vacinas são a parte mais barata da prevenção, e talvez por isso tenham sido negligenciadas por alguns produtores da amostra, que apresentaram gasto zero com esse componente. Isso porque muitos produtores não acreditam na eficácia das vacinas e não a fazem quando não são fiscalizados.

Outro ponto a ser destacado é que, mesmo com toda a fiscalização verificada no Estado de Minas Gerais, graças à atuação do Instituto Mineiro Agropecuário, ainda foram observadas fazendas que não apresentavam gastos com as vacinas obrigatórias (aftosa e brucelose).

No tocante ao modelo utilizado, dois testes foram realizados. O primeiro foi o teste de endogeneidade, para verificar a existência desta com relação à variável gasto com prevenção. Para isso, a equação de prevenção foi estimada e seus resíduos foram incluídos na equação de tratamento. A equação estimada para o teste encontra-se no Apêndice D. Como o coeficiente do resíduo foi altamente significativo, rejeitou-se a hipótese nula de ausência de endogeneidade. O segundo foi o teste de erro de especificação de Hausman, cujo resultado encontra-se na Tabela 9.

Uma exigência para que haja adequada estimação é que sejam excluídas da forma estrutural tantas variáveis explicativas quantas forem as endógenas. Assim, a variável gastos com minerais aparece apenas na explicação dos gastos com prevenção. A escolha dessa variável ocorre porque se espera que ela seja uma *proxy* para manejo sanitário. Isso porque a utilização de sal mineral na complementação da dieta animal é considerada parte de um manejo preventivo, assim como as vacinações, pois é capaz de evitar doenças advindas de deficiências minerais. Por isso, os gastos com sal comum foram excluídos dessa variável, pois trata-se de uma necessidade dos animais e sua

ausência causa comportamentos característicos dos animais, o que induz os proprietários a fornecê-los mesmo sem a preocupação com um manejo preventivo.

Tabela 9 - Resultado da explicação dos gastos com tratamento e prevenção

	<b>Gastos com tratamento</b>	<b>Gastos com prevenção</b>
<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Coefficiente</b>
<i>Constante</i>	-3,270001 [3,280263] (0,3190)	0,985787 [0,826196] (0,2330)
<i>Vacas em Lactação</i>	0,126469*** [0,036797] (0,0006)	
<i>Dummy Técnico</i>	6,339976*** [1,590176] (0,0001)	-1,708589*** [0,504403] (0,0007)
<i>Litros por Área</i>	0,000497*** [0,000188] (0,0084)	0,000040 [0,000069] (0,5605)
<i>Yprevenção</i>	1,058531** [0,528869] (0,0455)	
<i>Dummy de MDO Familiar</i>	-4,454740*** [1,292100] (0,0006)	1,696477*** [0,388861] (0,0000)
<i>Idade</i>	-0,038704 [0,035378] (0,2741)	0,025983** [0,012429] (0,0367)
<i>Gasto com MDO</i>	0,040601*** [0,008356] (0,0000)	0,009044*** [0,002129] (0,0000)
<i>Gasto com mineral</i>		0,081997*** [0,015114] (0,0000)
<b>R<sup>2</sup></b>	0,027901	0,089915
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,019924	0,083521
<b>Soma Explicada da regressão</b>	13,45652	4,882436
<b>Média Variável Dependente</b>	12,90398	5,100059
<b>SQR</b>	154459,5	20357,81
<b>Durbin Watson Stat</b>	1,517976	1,525971
<b>Teste de Hausman</b>	0,00511	
$\chi^2_{1,18}$ tabelado	34,81	

Nota: Os valores entre colchetes referem-se ao desvio-padrão, e entre parênteses, ao p-valor. Os coeficientes marcados com (\*) são significativos a 10%; com (\*\*), a 5%; e com (\*\*\*), a 1%.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ainda, a variável percentual de vacas em lactação não foi incluída na explicação de gastos com prevenção, uma vez que não há evidências da influência dela nos calendários sanitários e, conseqüentemente, nos gastos com prevenção, ou seja, os gastos com prevenção geralmente não variam com a variação do percentual de vacas em lactação. Espera-se que o contrário ocorra com gastos com tratamento. As demais variáveis foram consideradas como de possível influência em ambos os gastos.

Os resultados da explicação dos gastos são apresentados na Tabela 9. Observa-se que a variável idade, utilizada neste trabalho como *proxy* para experiência, não foi significativa na equação de gastos com tratamento, indicando que o produtor não altera seus níveis de gastos com o aumento da idade. Já na equação de gastos com prevenção essa variável foi significativa e teve sinal positivo, indicando que, quanto maior a idade, maiores são os gastos com prevenção, isto é, o produtor aprende que devem ser tomadas maiores precauções com relação à prevenção ao longo da vida.

Já a variável que indica a intensidade da produção (litros por área) só foi significativa para gastos com tratamento, indicando maiores gastos para maior intensificação. Esse resultado era esperado, pois, com o aumento da intensificação, a aglomeração tende a se elevar, o que aumenta a possibilidade de transmissão de doença. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Fourichon et al. (2001a), ao compararem a incidência de doenças em diferentes sistemas de manejo no oeste da França. Embora não tenha trabalhado diretamente com os custos, sabe-se que estes devem ser diretamente proporcionais à presença de doença. Nesse estudo, os autores encontraram alto índice de doenças na maioria dos sistemas intensivos, sugerindo que pode ser mais difícil manter a sanidade em tais condições; entretanto, 20% das fazendas do grupo intensivo tinham excelente *status* de sanidade. Esses resultados podem ser explicados, visto que os animais de maior produção são mais exigidos metabolicamente e, assim, ficam mais suscetíveis a doenças<sup>13</sup>, por despenderem muito de seu consumo e de suas reservas energéticas para a produção. Além disso, segundo Rogers et al. (1999), é amplamente aceita a existência de antagonismo genético entre produção de leite e incidência de doenças.

---

<sup>13</sup> Principalmente na época de balanço energético negativo, que ocorre nos primeiros meses de lactação, quando o animal gasta mais nutrientes para a produção do que é capaz de ingerir.

No que se refere à prevenção, a maior aglomeração dos animais geralmente não é motivo para calendários sanitários mais intensivos, embora, em casos eventuais, essa prática possa ser adotada (principalmente com relação à frequência do uso de vermífugos). Fourichon (2001b) encontrou resultado semelhante, em que a proporção de gastos preventivos não estava associada ao aumento da intensificação.

A variável gasto com mão-de-obra foi significativa em ambas as equações, e seu sinal sugere que, quanto maior a variável, maiores os gastos tanto com tratamento quanto com prevenção. Podia-se esperar que os gastos com tratamento diminuíssem, pois funcionários em maior quantidade ou mais bem pagos tomariam maiores cuidados e evitariam o aparecimento de certas doenças. Entretanto, como sugeriram Olson (1993) e Emanuelson e Oltenacu (1998), em estudos suecos, que evidenciaram aumento da incidência de tratamentos com o incremento da produção de leite, o aumento do primeiro pode ser devido ao melhor manejo, resultando em aumento do uso de medicamentos e não somente em aumento da incidência de doenças. Da mesma forma, Fourichon et al. (2001b) confirmam a idéia de que se presta maior atenção aos cuidados com saúde em rebanhos mais intensivos. Esses argumentos explicam o sinal das variáveis dependentes deste trabalho, indicando que sistemas mais intensivos em mão-de-obra têm maior cuidado tanto com a prevenção quanto com o tratamento de animais doentes.

A variável gasto com minerais teve seus resultados de acordo com o esperado, indicando que maiores gastos com minerais andam junto com maior gasto com prevenção. Isso indica que ambas as variáveis fazem parte de um manejo sanitário que visa evitar o surgimento das doenças.

Também como esperado, o aumento do percentual de vacas em lactação aumenta o gasto com tratamento, pois esses animais estão mais suscetíveis a doenças como mastites e doenças do pós-parto (como hipocalcemia e infecções uterinas, entre outras). As duas doenças de maior incidência no mesmo estudo de Fourichon (2001b) foram mastite e desordens do periparto. Para o Brasil não foram encontradas estimativas das doenças de maior incidência, mas as citadas são muito frequentes nos rebanhos.

A *dummy* para mão-de-obra familiar também foi significativa em ambas as estimações. Esta indicou que propriedades que a utilizam gastam em média R\$ 4,45 a

menos por animal com tratamento e R\$ 1,69 a mais com prevenção. Acredita-se que o fato de os trabalhadores também serem donos da propriedade leve a um maior cuidado quanto a prevenção e, conseqüentemente, a um manejo preventivo mais adequado, o que aumenta o gasto com prevenção. Com relação à redução nos gastos com tratamento, esse pode ocorrer por dois fatores: o primeiro é que o manejo pode ser realmente muito melhor, levando a uma redução no nível de doença. Entretanto, o mesmo resultado pode ser explicado pela menor renda dessas propriedades e pelas piores condições para adquirir os medicamentos necessários.

A *dummy* para visita do técnico indicou que fazendas que recebem a visita de um técnico mais de seis vezes por ano gastaram, em média, 6,33 reais a mais em tratamento e 1,70 reais a menos com prevenção. O primeiro indica que a presença mais frequente do técnico auxilia na identificação de animais doentes, aumentando, conseqüentemente, o tratamento. No estudo de Barreto (2007) foi observado que a presença de um técnico mais de seis vezes por ano ocorreu de forma mais acentuada nos estratos com produção maior de 50 litros por dia. A maior média dessa frequência de visitas foi de 16,67%, nas fazendas com produção entre 100 e 300 litros por dia, valor esse muito aquém do desejado.

O segundo resultado foi contrário ao esperado, pois os técnicos deveriam aumentar a prevenção nas fazendas. Entretanto, a pergunta realizada dá margem a dúvida, uma vez que o técnico pode ser tanto um veterinário, um agrônomo, um zootecnista ou um técnico agrícola, e suas recomendações podem ser apenas relativas ao manejo e não necessariamente gerar custos. Ainda, essas recomendações podem não ser seguidas, pois geralmente se referem a mudanças no comportamento dos trabalhadores, o que requer certo esforço, até que sejam incorporadas à rotina. Além disso, muito se discute no meio acadêmico veterinário se a formação desse profissional está correta. Muitas vezes, o médico-veterinário é formado numa abordagem muito mais clínica e curativa do que preocupada com o manejo sanitário e a prevenção – tal fato pode também explicar esse resultado.

O papel fundamental dos técnicos hoje deve ser de maximizar os lucros da propriedade. Dessa forma, deve-se buscar, além do aumento da produtividade até um

ponto ótimo, reduzir os custos, evitando gastos desnecessários ou evitáveis e fazendo uma correta prevenção.

A variável de maior interesse desta pesquisa foi a que aponta a relação entre os gastos com tratamento e prevenção. Ela indicou que ambos os gastos aumentaram no mesmo sentido. Esperava-se que maiores gastos com prevenção provocassem a redução dos gastos com tratamento, devido à redução do nível de doença. Contudo, Fourichon et al. (2001b) encontraram resultados semelhantes. Além disso, indicaram que a preferência do produtor por tratamento ou prevenção varia muito, independentemente do *status* sanitário do rebanho. Dessa forma, esses autores sugerem que as ações consideradas preventivas podem ser, na verdade, implementadas como ações corretivas quando as desordens de saúde são frequentes. Naquele estudo, essa afirmativa foi confirmada pela detecção de alto custo com programas preventivos em grupos de fazendas com custo elevado para todas as doenças estudadas.

Essa justificativa, apesar de se referir a propriedades francesas, é adequada à realidade brasileira. Nesse sentido, Barreto (2007) afirma que, no município estudado, as atividades sanitárias têm predominantemente caráter curativo, em detrimento da prevenção. Muitas vezes, as propriedades só passam a vacinar para uma determinada enfermidade quando já houve casos na região ou na própria fazenda. Esse tipo de comportamento acaba fazendo com que os gastos com prevenção e tratamento se deem no mesmo sentido.

### **3.5 Conclusões**

O manejo preventivo deve ser peça fundamental nos sistemas de produção de leite, a exemplo do que já ocorre em outros países. Contudo, os resultados deste capítulo indicam uma ação reativa e não pró-ativa com relação à sanidade, isto é, produtores só passam a utilizar medidas preventivas quando o nível de doença for bastante alto (e consequentemente os gastos curativos). Tais resultados parecem mostrar que os produtores agem de forma irracional, já que foi mostrado que os gastos com prevenção são de cerca de 25% do valor com os gastos curativos. Entretanto, acredita-se que os produtores estejam agindo de maneira racional, pois os ganhos privados percebidos por eles são baixos, principalmente os relativos às doenças abordadas por campanhas

nacionais, como a brucelose e a febre aftosa. Isso porque a brucelose causa baixa mortalidade e abortos esporádicos são aceitos como inerentes aos sistemas de produção de bovinos. Já a aftosa é uma doença que não causa mortes e suas consequências já não são observadas nos sistemas produtivos, visto que está praticamente extinta da maior parte dos estados brasileiros. Além disso, a vacinação contra febre aftosa causa um granuloma na região aplicada, que é visto como inconveniente por alguns produtores, embora essa característica seja um dos motivos de sua aplicação ser apenas semestral. Essa resistência à vacinação não ocorre para outras doenças, como o carbúnculo, que mata os animais não vacinados. Por isso, sugere-se que campanhas educativas sejam feitas de modo a alertar e conscientizar os produtores quanto aos riscos da reintrodução da aftosa e dos prejuízos causados por doenças endêmicas como a brucelose e a tuberculose, que não são percebidos como passíveis de prevenção.

Algumas limitações deste estudo são de que os gastos com prevenção e tratamento podem não estar diretamente relacionados, isto é, os gastos com tratamento podem não estar diretamente relacionados às doenças prevenidas. Além disso, há toda uma parte do manejo sanitário que não gera custos por se tratar apenas de mudanças nas práticas adotadas, que não pode ser contemplada neste trabalho.

Finalmente, sugere-se que este estudo possa ser aplicado restringindo-se aos gastos direcionados a uma doença específica ou em sistemas produtivos mais profissionalizados (como é o caso da produção de suínos e aves). Nesses casos, acredita-se que a relação pesquisada entre prevenção e tratamento seja encontrada.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Sabe-se que a interação entre os setores público e privado é fundamental quando se trata de sanidade animal. Isso porque o setor privado é quem efetiva a maior parte das ações diretas. O setor público fica, então, responsável por estabelecer as normas mínimas necessárias e fiscalizá-las. São essas normas que moldam o comportamento privado.

Com isso em vista, este trabalho buscou identificar os principais determinantes do uso de medidas sanitárias. Para isso, foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo discutiu a aplicação de uma política pública – o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Bovinas (PNCEBT) – e encontrou os determinantes, em âmbito estadual, de duas medidas preventivas estabelecidas por ele: a vacinação e os exames de tuberculose. Já o segundo capítulo abordou o lado privado dos investimentos em sanidade animal. A partir de entrevistas realizadas com 861 produtores de leite do Estado de Minas Gerais, identificaram-se as variáveis dos sistemas produtivos que estão relacionadas aos gastos com sanidade. Dessa forma, buscou-se discutir de que maneira pode ser alcançado um balanço adequado entre o setor público e o privado, a fim de atingir níveis sanitários satisfatórios.

Um ponto claro na análise é que a política estudada não é aplicada de maneira uniforme entre os Estados. Estados da região Norte apresentaram baixo número de exames de tuberculose e os da região Nordeste, baixa vacinação contra brucelose. Apesar disso, o PNCEBT vem apresentando bons resultados, pois levou ao aumento das

medidas sanitárias estudadas. Grande parte dos estados brasileiros está em região de alto uso de vacinação. Além disso, observou-se para os dois últimos anos de análise tendência de aglomeração, fato que permitirá o aproveitamento das externalidades positivas geradas por redução de risco de contágio.

Para os exames de tuberculose também foi observado aumento ao longo do período estudado, porém sua quantidade ainda está muito aquém da ideal. Entretanto, como essa medida não é obrigatória, já era esperado que seu aumento fosse mais sutil que o das vacinações. Além disso, esses exames são influenciados pelos preços pagos. Por isso recomenda-se um sistema de preços que beneficie produtos de maior qualidade sanitária, principalmente os originados em propriedades certificadas livres ou monitoradas, o que aumentará o número de certificações e conseqüentemente de exames realizados, já que nesses estabelecimentos se tornam compulsórios. Outros tipos de incentivos, como o subsídio governamental no preço dos exames, também merecem ser analisados. No entanto, o melhor modo de incentivo merece estudos econômicos específicos.

Outro ponto é que as transferências do MAPA por convênios não influenciaram as medidas estudadas. Conforme demonstrado, esses recursos têm sido destinados com maior intensidade às regiões Norte e Nordeste do País, onde os sistemas de defesa sanitária animal têm infraestrutura precária. Espera-se que após a maturação desses investimentos tais regiões apresentem melhoria nos índices estudados. Além disso, deve-se melhorar a articulação entre os órgãos estaduais de defesa sanitária e o MAPA, identificando-se quais as dificuldades enfrentadas por cada estado e como contorná-las. Em outras palavras, é necessário um planejamento adequado visando melhorar os resultados do PNCEBT, estabelecendo-se metas, pontos de controle e modos de ação adaptados às características regionais, direcionando os recursos públicos de maneira eficiente e melhorando a aplicação da política.

Os resultados mostraram também que os sistemas menos intensivos adotam menos medidas preventivas, tanto em nível estadual (indicado pela deficiência nas regiões Norte e Nordeste) quanto em nível dos estabelecimentos privados. Sabe-se que os pequenos produtores, em geral, são os maiores causadores de externalidades negativas, por manterem as doenças presentes nos sistemas produtivos, devido à adoção

de baixos níveis sanitários. Assim, ações planejadas para eles visando a melhoria do manejo devem ser estabelecidas. Essas ações devem ter caráter principalmente educacional e ser de responsabilidade do setor público, pois trarão benefícios para toda a sociedade.

Além disso, a educação de todos os produtores é importante para deixá-los atentos ao risco de não investirem em sanidade animal. Para as doenças crônicas endêmicas esse ponto é fundamental, visto que seus prejuízos são, muitas vezes, considerados normais nos sistemas de produção de bovinos, o que dificulta a percepção da importância dessas doenças para os produtores.

Ainda, recomenda-se que um sistema de preços estruturado, capaz de remunerar melhor os produtos de maior qualidade sanitária, deve ser implantado, a fim de estimular todos os produtores a adotarem maiores medidas preventivas.

Algumas limitações encontradas para a realização deste estudo foram relativas à inconsistência de alguns dos dados, o que impossibilitou a análise dos exames de brucelose. Além disso, a falta de coleta dessas informações em alguns estados levou à necessidade de utilização do modelo Tobit. Assim, os órgãos responsáveis pela coleta dos dados devem realizá-la da melhor maneira possível, de modo a permitir não só a realização de outros trabalhos como esse, mas também adequada avaliação dos programas de sanidade, o que deve levar ao correto direcionamento dos gastos públicos e maior eficácia desses programas, essenciais ao desempenho da bovinocultura brasileira.

Finalmente, sabe-se que estudos dessa natureza são necessários para outros programas de sanidade nacional, pois são capazes, além de avaliá-los, de apontar áreas nas quais incentivos são necessários e geram maior impacto nos resultados esperados. Além disso, abordando-se apenas o lado privado, ainda são necessários estudos econômicos que caracterizem os impactos econômicos de doenças específicas e suas influências sobre os gastos dos produtores e sobre a produtividade dos sistemas. Esses estudos podem indicar a necessidade de novos programas nacionais, além de alertar os produtores dos prejuízos a que estão sujeitos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. S. **Procedimento de estimação de modelo de painel de dados com dependência espacial**. Mimeo., Departamento de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

ALVES, E. Retornas à escala e mercado competitivo: teoria e evidências empíricas. **Revista de Economia e Agronegócio** v.2, n.3, p.311-333. 2004.

ANUÁRIO DA PECUARIA BRASILEIRA – ANUALPEC. São Paulo: FNP. 2007.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Dordrecht: Studies in Operational Regional Sciences, Kluwer Academic Publishers, 1988. 284 p.

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

ANSELIN, L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. In: LONGLEY, P.A.; GOODCHILD, M.F.; MAGUIRE, D.J.; WIND, D.W. (Eds.). **Geographical Information System: principles, techniques, management and applications**. New York: John Wiley, p.251-264, 1999.

ASSIS, A.G.; STOCK, L.A.; CAMPOS, O.F.; GOMES, A.T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M.R. Sistemas de produção de leite no Brasil. Circular Técnica 85. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. 2005. 6p.

BALTAGI, B.H. “Pooling under misspecification: some Monte Carlo evidence on the Kmenta and the error components techniques”. **Econometric Theory**, v.2. p.429-440, 1986.

BALTAGI, B. H. **Econometrics**. Berlin: Springer. 1998. 396 p.

BARRETO, L.C.N. **Aspectos zootécnicos e sanitários de propriedades leiteiras do município de Itaperuna – RJ em 2005**. 2007. 75f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BAUMGARTEN, D. Brucellosis: a short review of the disease situation in Paraguay. **Veterinary Microbiology** v.90 p.63-69. 2002.

BAUMONT, C. **Spatial effects in housing price models: do housing prices capitalize urban development policies in the agglomeration of Dijon (1999)?** Mimeo., Université de Bourgogne, 2000. Disponível em <<http://www.u-bourgogne.fr/leg/documents-de-travail/e2004-04.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Balança comercial do agronegócio: exportações recordes superam US\$70 bilhões em 2008. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 09 de jan de 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Intercambio comercial do agronegócio: trinta principais parceiros comerciais**. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. Brasília: MAPA, 2008 a. 376p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relatório anual do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa**. Brasília: MAPA/DSA/SDA. 2008 b. 38p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT)**. Organizadores: Figueiredo, V.C.F.; Lôbo, J.R.; Gongalves, V.S.P. Brasília: MAPA/SDA/DSA, 2006. 188p.

BRASIL. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília:MAPA, 1952.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S.; CRUZ, O.G.; CORREA, V. Análise de dados de área. In: FUKS, S.D.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. (Eds.). **Análise espacial de dados geográficos**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Divisão de Processamento de Imagens, 2001. 44p.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Pib do Agronegócio**. Disponível em:< [http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/other/Pib\\_Cepea\\_94\\_07.xls](http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/other/Pib_Cepea_94_07.xls)> Acesso em: 30 maio 2008.

CHI, J.; WEERSINK, A.; VANLEEUEWEN, J.A.; KEEFE, G. P. The economics of controlling infectious diseases on dairy farms. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v.50, p.237-256. 2002.

COFFEY, B. MINTERT, J.; FOX, S.; SCHROEDER, T.; VALENTIN, L. **The economic impact of BSE on the US beef industry: product value losses, regulatory costs and consumer reactions**. Manhattan: Kansas State University 2005.

CONTE, L.; FERREIRA FILHO, J.B.S. Substituição de Fatores Produtivos na produção de soja no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.45, n.2, p.475-495. 2007.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO – CGU. **Várias tabelas**. Disponível em: <<http://www.portaltransparencia.gov.br/convenios>> Acesso em: 20 ago. 2008

COSTA, J. G.; SANTOS, A. C.; RODRIGUES, L.C.; BARRETO, M. L.; ROBERTS, J.A. Tuberculose em Salvador : custos para o sistema de saúde e para as famílias. **Revista de Saúde Pública**, n.1, v. 39, p.122-128. 2005.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS – DEFRA. **Zoonoses Report**. 2007. Disponível em <[www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)> Acesso em 26 out.2008

DUTRA, I.S.; DÖBEREINER, J.; ROSA, I.V.; SOUZA, L.A.A.; NONATO, M. Surtos de botulismo em bovinos no Brasil associados à ingestão de água contaminada. **Pesquisa Veterinária Brasileira** v.21, n.2, p.43-48, 2001.

EKBOIR, J. M. The role of the public sector in the development and implementation of animal health policies. **Preventive Veterinary Medicine**, v.40, p. 101-115, 1999

EMANUELSON, U.; OLTENCU, P.A. Incidences and effects of disease on the performance of Swedish dairy herds stratified by production. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2376-2382. 1998.

FERREIRA JUNIOR, S.; TEIXEIRA, E.C. Relações de produção na pecuária leiteira: um estudo de caso das respostas da produção aos preços mensais. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.3. n.2. 2005.

FOURICHON, C.; BEAUDEAU, F.; BAREILLE,N.; SEEGER, H. Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. **Livestock Production Science**, v.68, p.157-170. 2001 a.

FOURICHON, C.; SEEGER, H.; BEAUDEAU, F.; VERFAILLE, L.; BAREILLE,N. Health-control costs in dairy farming systems in western France. **Livestock Production Science**, v.68, p.141-156. 2001 b

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. FGVDADOS. **Várias tabelas**. Disponível em: <<http://fgvdados.fgv.br>> Acesso em: 30 jul. 2008

GODFROID, J.; KÄSBOHRER, A. Brucellosis in the European Union and Norway at the turn of the twenty-first century. **Veterinary microbiology**, v.90, n.135-145. 2002.

GOMES, S.T. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005:** relatório de pesquisa. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 156p.

GONÇALVES, E. **A distribuição espacial da atividade inovadora brasileira:** uma análise exploratória. Texto para discussão n.246. Belo Horizonte:UFMG, 2005. 33p.

GONÇALVES, E. Estrutura urbana e atividade tecnológica em Minas Gerais. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v.10, n.4, p.481-502, 2006.

GONÇALVES, J.S.; DE SOUZA, S.A.M. **Agricultura familiar: limites do conceito e evolução do crédito.**2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=2521>>. Acesso em: 17 dez. 2008.

GORDEJO, F.J.R.; VERMEERSCH, J.P. Towards eradication of bovine tuberculosis in the European Union. **Veterinary Microbiology** v.112, p.101-109. 2006.

GREENE, W.H. **Econometrics Analysis.** Prentice Hall: New Jersey, 2003. 1026p.

HANLEY, N.; SHOGREN, J. F.; WHITE, B. **Environmental economics in theory and practice.** Oxford University Press, 1997. 464p.

HOLDEN, S. The economics of the delivery of veterinary services, **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoo.** v.18 , p. 425–439.1999.

HOMEM, V. S. F. **Brucelose e tuberculose bovinas no município de Pirassununga, SP: prevalências, fatores de risco e estudo econômico.** 112p. Tese de doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

HOWE, K.S., WHITTAKER, J.M. Guiding decisions on methods and responsibilities for epidemic disease prevention and control: perspectives from environmental and insurance economics. **Proceedings of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine**, p.223-235, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Sistema IBGE de recuperação Automática –SIDRA. **Várias tabelas.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 29 ago. 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS APLICADAS - IPEADATA. **Dados de População Residente – 1º de julho – Estimativas.** Disponível em <[http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=1447363114&Tick=1229431501562&VAR\\_FUNCAO=Ser\\_Temas%28133%29&Mod=R](http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=1447363114&Tick=1229431501562&VAR_FUNCAO=Ser_Temas%28133%29&Mod=R)> Acesso em: 16 dez. 2008.

JUDGE, G.G.; HILL, R.C.; GRIFFITHS, W.E.; LUTKEPOHL, H.; LEE, T.C. Introduction to the theory and practice of econometrics. 2 ed. New York: Wiley. 1988. 1064p.

KANTOR, I. N.; RITACCO, V. Bovine tuberculosis in Latin América and the Caribbean: current status, control and eradication problems. **Veterinary Microbiology**, v.40, p.5-14, 1994.

KANTOR, I.N.; RITACCO, V. An update on bovine tuberculosis programmes in Latin American and Caribbean countries. **Veterinary Microbiology** v. 112, p. 111-118. 2006.

KMENTA, J. **Elements of Econometrics**. Mac Milan: New York, 1986.

LEBLANC, S.J.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F.; DUFFIELD, T. F.; LESLIE, K. E. Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.4, p.1267-1279. 2006.

LICHTENBERG, E.; ZILBERMAN, D. The economics of damage control: why specification matters. **American Journal of Agricultural Economics** v.68, p.261-273. 1986.

LÔBO, J.R. **Análise custo-benefício da certificação de propriedades livres de tuberculose bovina**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 2008. 84p.

LOPES, E. L.; ALMEIDA, A.G.; MARQUES, E.S.; KREISMANN, F.A.P.; MACÊDO, F.S.; SIMÕES, F.B.; GIOMETTI, G. **Intercâmbio comercial do agronegócio: trinta principais parceiros comerciais**. 2 ed. Brasília: MAPA/SRI/DPI/CGOE, 2007. 280p.

LUCAS, A. **Simulação de impacto econômico da brucelose bovina em rebanhos produtores de leite nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LUNA-MARTÍNEZ, J.E.; MEJÍA-TERÁN, C. Brucellosis in Mexico: current status and trends. **Veterinary Microbiology**, v.90, p.19-30. 2002.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA), SECRETARIA DE AGRICULTURA FAMILIAR (SAF); PROGRAMA NACIONAL DE FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR( PRONAF). **Número de contratos e montante do crédito rural do pronaf por estado e ano fiscal**. Disponível em:

<[http://smap.mda.gov.br/credito/anofiscal/rel\\_anofiscaluf.asp?cboAnoInicio=2005&cboAnoTermino=2006&cboUF=&SiglaDaUF=&NomeDaUF=&cboCDMunicipio=>](http://smap.mda.gov.br/credito/anofiscal/rel_anofiscaluf.asp?cboAnoInicio=2005&cboAnoTermino=2006&cboUF=&SiglaDaUF=&NomeDaUF=&cboCDMunicipio=>)

Acesso em: 16 de dez. 2008

MCINERNEY, J.P. Old economics for problems – livestock disease: presidential address. **Journal of Agricultural Economics** v.47, n.3, p.295-314. 1996.

MS. Ministério da Saude. Programa Nacional de Controle da Tuberculose- PNCT. Disponível em <<http://portal.saude.gov.br/portal/saude>> . Acesso em: 06 ago. 2008.

OLSON, S.O. Facts on disease and feeding in he national Swedish dairy herd. **Acta Veterinaria Scandinavica** suppl.89, p.29-32, 1993.

PAULIN, L.M. Brucelose. Artigo de revisão. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, n.2, p.239-249.2003.

PAULIN, L.M.; FERREIRA NETO, J.S. **O combate à brucelose bovina situação brasileira**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 154p.

PAVLIK, I. The experience of new European Union Member States concerning the control of bovine tuberculosis. **Veterinary Microbiology**, v.112, p.221-230. 2006.

POESTER, F. P.; GONÇALVES, V.S.P.; LAGE, A.P. Brucellosis in Brazil. **Veterinary Microbiology**, v.90, p.55-62. 2002.

POLAQUINI, L.E.M.; SOUZA, J. G.; GEBARA, J.J. Transformações técnico-produtivas e comerciais na pecuária de corte brasileira a partir da década de 90. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.1, p.321-325, 2006.

PRICHETT, J.; THILMANY, D.; JOHNSON, K. Animal disease economic impact: a survey of literature and typology of research approaches. **International Food and Agribusiness Management Review**, v.8, I.1. 2005.

RADOSTITIS, O.M.; GAY, C.C.; BLOOD, D.C.; HINCHCLIFF, K.W. **Clínica veterinária – um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9ed. Guanabara: Rio de Janeiro, 2002. 1737p.

RADUNZ,B. Surveillance and risk management during the latter stages of eradication: experiences from Australia. **Veterinary microbiology**, v.112, p.283-290. 2006.

REYNOLDS, D. A review of tuberculosis science and policy in Great Britain. **Veterinary Microbiology**, v.112, p.119-126. 2006.

RIBEIRO, A. C. C. L. Controle sanitário dos rebanhos de leite. **Informação Técnica para o produtor de leite**. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpql.embrapa.br/pastprod/09Instrucao.pdf>>. Acesso em 01 maio 2008.

ROGERS, G.W.; BANOS, G.; SANDER-NIELSEN,U. Genetic correlation among protein yield, productive life and traits from the United States and diseases other than mastitis from Denmark and Sweden. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1331-1338. 1999.

SAMARTINO, L.E. Brucellosis in Argentina. **Veterinary Microbiology**, v.90, p.71-80. 2002.

SANTOS, M.V. Impacto econômico da mastite bovina. **Revista a hora veterinária**, n.131, p.31-35. 2003.

SAUERESSIG, T.M. **Produção de proteína animal de qualidade com sustentabilidade**: controle racional das parasitoses dos bovinos. Documento n.157. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 45p.

SOBESTIANSKY, J.; COSTA, O.A.D.; MORÉS, N.; BARIONI JUNIOR, W.; PIFFER, I.A.; GUZZO, R. **Estudos ecopatológicos das doenças respiratórias dos suínos**: prevalência e impacto econômico em sistemas de produção dos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná. Comunicado Técnico 287. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2001. 6p.

THOMPSON, D.; MURIEL, P.; RUSSELL, D.; OSBORNE, P.; BROMLEY, A.; ROWLAND, M.; CREIGH-TYTE, S.; BROWN, C. Economic costs of the foot and mouth disease outbreak in the United Kingdom in 2001. **Scientific and Technical Review**, n.3, v.21, p.675-687. 2002.

THRUSFIELD, M. **Epidemiologia veterinária**. São Paulo: Rocca, 2004. 556p.

UMALI, D. L.; FEDER, G.; HAAN, C. Animal health services: finding the balance between public and private delivery. **The World Bank Research Observer**, v.9, n.1, p.71-96. 1994.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE (USDA-APHIS). **Animal health report**. Agriculture Information Bulletin n.801. 2006. 192p. Disponível em: <[http://www.aphis.usda.gov/animal\\_health/animal\\_health\\_report.shtml](http://www.aphis.usda.gov/animal_health/animal_health_report.shtml)> Acesso em: 26 out. 2008.

VEIGA NETO, F.C. **Análise de incentivos econômicos nas políticas públicas para o meio ambiente – O caso do ICMS ecológico em Minas Gerais**. Rio de Janeiro, RJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000. 161p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade).

VISCUSI, W. K., VERNON, J. M., HARRINGTON, J.E. **Economics of regulation and antitrust**. 2 ed. The MIT Press, 1995.

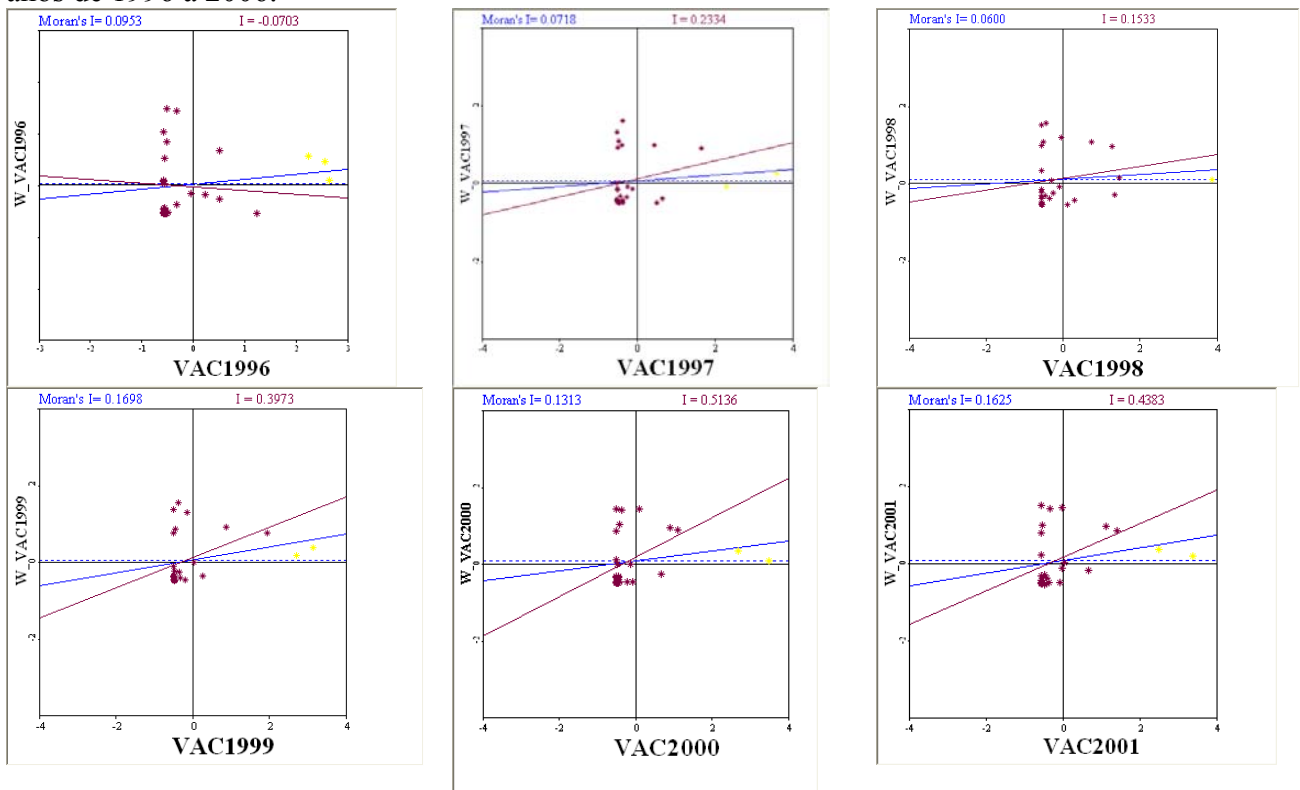
WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria**: uma abordagem moderna. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 684p.

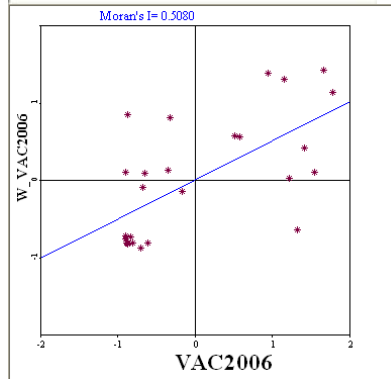
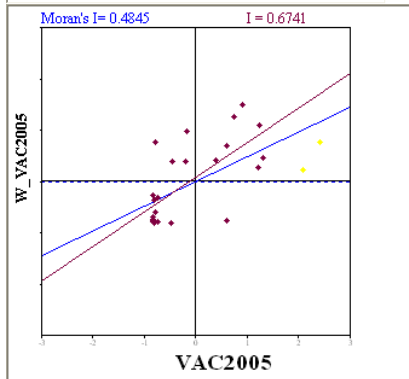
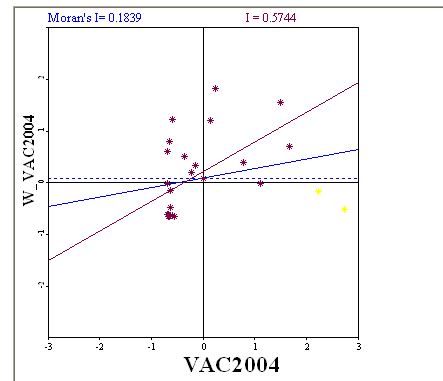
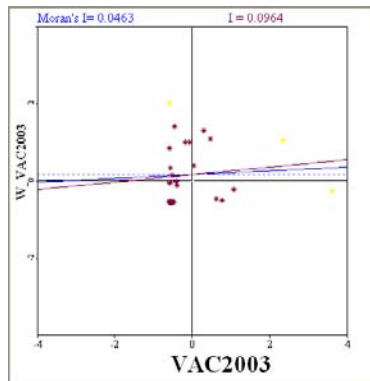
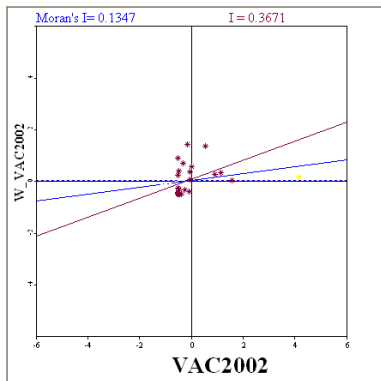
## APÊNDICES

### APÊNDICE A – DIAGRAMAS DE DISPERSÃO DE MORAN

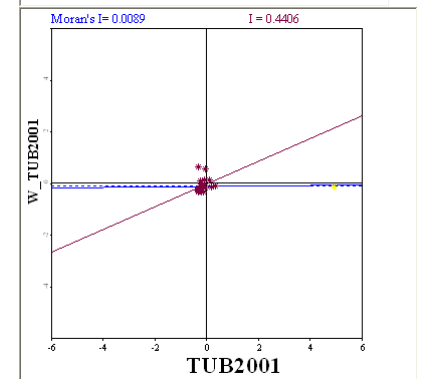
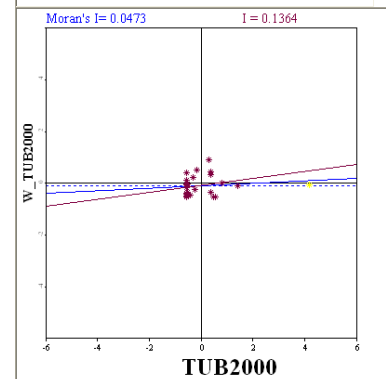
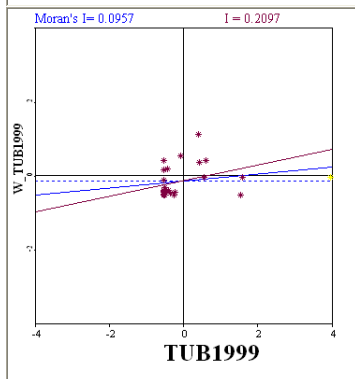
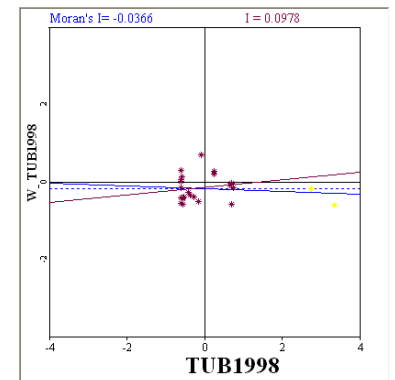
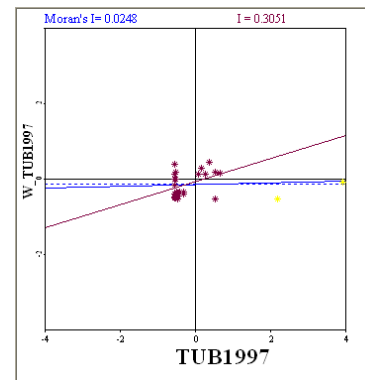
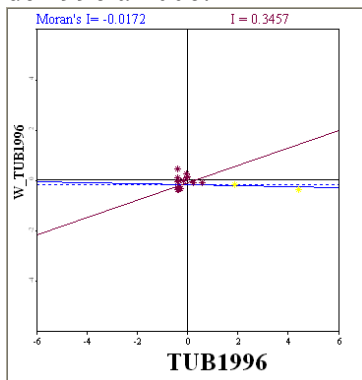
O I em vermelho, refere-se ao I de Moran calculado excluindo-se as observações discrepantes. Como optou-se por manter tais observações na amostra de modo a permitir a generalização da análise, esse resultado não foi discutido.

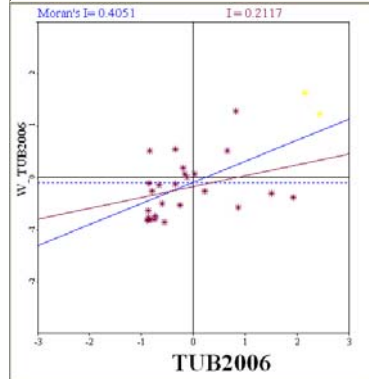
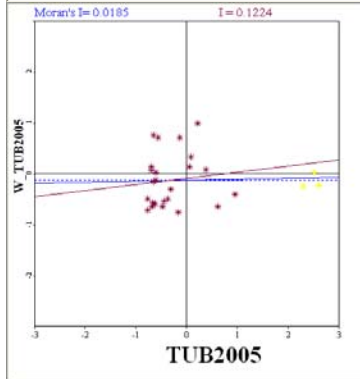
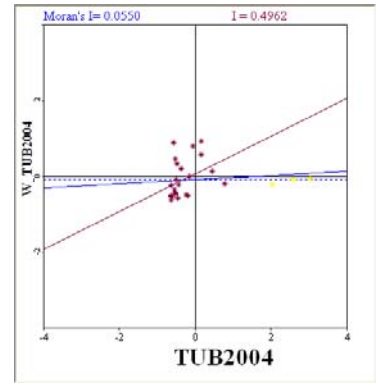
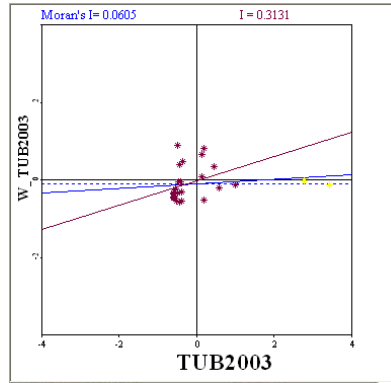
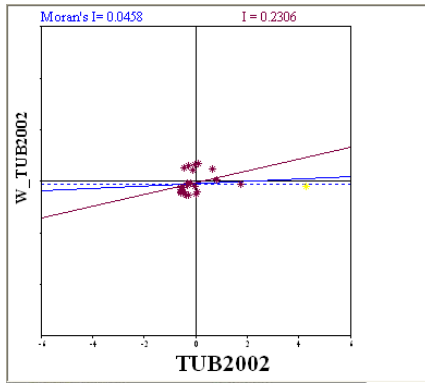
Diagramas de dispersão de Moran para vacinação contra brucelose por Animal para os anos de 1996 a 2006.





Diagramas de dispersão de Moran dos Exames de Tuberculose por Animal para os anos de 1996 a 2006.





APÊNDICE B- RESULTADOS DO I DE MORAN PARA OS RESÍDUOS DA ESTIMAÇÃO TOBIT

Variável	Matriz	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z	P-valor
RESV96	K10	-0,08029667	-0,038	0,059763	-0,70002	0,483915
RESV97	K10	-0,07880576	-0,038	0,059763	-0,67507	0,499629
RESV98	K10	-0,09955547	-0,038	0,059763	-1,02228	0,306651
RESV99	K10	-0,05682644	-0,038	0,059763	-0,3073	0,758617
RESV00	K10	-0,08309533	-0,038	0,059763	-0,74685	0,455154
RESV01	K10	-0,08524689	-0,038	0,059763	-0,78285	0,433714
RESV02	K10	-0,07419958	-0,038	0,059763	-0,598	0,549841
RESV03	K10	-0,1044561	-0,038	0,059763	-1,10428	0,269473
RESV04	K10	-0,02128048	-0,038	0,059763	0,287488	0,773739
RESV05	K10	-0,09435225	-0,038	0,059763	-0,93521	0,34968
RESV06	K10	-0,1130443	-0,038	0,059763	-1,24798	0,212038
REST96	K10	-0,01793822	-0,038	0,059763	0,343413	0,731288
REST97	K10	-0,04049396	-0,038	0,059763	-0,03401	0,972871
REST98	K10	-0,04437252	-0,038	0,059763	-0,09891	0,921212
REST99	K10	-0,04214113	-0,038	0,059763	-0,06157	0,950905
REST00	K10	-0,04198171	-0,038	0,059763	-0,0589	0,95303
REST01	K10	-0,05864295	-0,038	0,059763	-0,33769	0,735595
REST02	K10	-0,04520257	-0,038	0,059763	-0,1128	0,910192
REST03	K10	-0,04678869	-0,038	0,059763	-0,13934	0,889184
REST04	K10	-0,04365623	-0,038	0,059763	-0,08692	0,930734
REST05	K10	-0,03536296	-0,038	0,059763	0,051848	0,95865
REST06	K10	-0,01013762	-0,038	0,059763	0,473939	0,635543
RESV96	K9	-0,08999225	-0,038	0,065921	-0,7817	0,434389
RESV97	K9	-0,08564805	-0,038	0,065921	-0,7158	0,474113
RESV98	K9	-0,1075305	-0,038	0,065921	-1,04775	0,294752
RESV99	K9	-0,05800089	-0,038	0,065921	-0,29641	0,766921
RESV00	K9	-0,08827092	-0,038	0,065921	-0,75559	0,449894
RESV01	K9	-0,09504422	-0,038	0,065921	-0,85834	0,390705
RESV02	K9	-0,0772423	-0,038	0,065921	-0,58829	0,556337
RESV03	K9	-0,1209348	-0,038	0,065921	-1,25109	0,210901
RESV04	K9	-0,03081068	-0,038	0,065921	0,116061	0,907604
RESV05	K9	-0,1156393	-0,038	0,065921	-1,17076	0,241695
RESV06	K9	-0,1329307	-0,038	0,065921	-1,43306	0,151839
REST96	K9	-0,01258555	-0,038	0,065921	0,39253	0,694667
REST97	K9	-0,03535535	-0,038	0,065921	0,04712	0,962418
REST98	K9	-0,03305127	-0,038	0,065921	0,082072	0,93459
REST99	K9	-0,03689275	-0,038	0,065921	0,023798	0,981014
REST00	K9	-0,03318153	-0,038	0,065921	0,080096	0,936161
REST01	K9	-0,05949175	-0,038	0,065921	-0,31902	0,749711
REST02	K9	-0,05298894	-0,038	0,065921	-0,22038	0,825579
REST03	K9	-0,06454604	-0,038	0,065921	-0,39569	0,692332
REST04	K9	-0,0804574	-0,038	0,065921	-0,63706	0,524084
REST05	K9	-0,06005001	-0,038	0,065921	-0,32749	0,743298
REST06	K9	-0,007762133	-0,038	0,065921	0,465699	0,641431

Resultados do I de Moran para os Resíduos da Estimação Tobit (cont.)

Variável	Matriz	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z	P-valor
RESV96	K8	-0,09494831	-0,038	0,071899	-0,78564	0,432077
RESV97	K8	-0,08905588	-0,038	0,071899	-0,70369	0,481627
RESV98	K8	-0,1167655	-0,038	0,071899	-1,08909	0,276116
RESV99	K8	-0,06106169	-0,038	0,071899	-0,31433	0,753268
RESV00	K8	-0,0962482	-0,038	0,071899	-0,80372	0,421558
RESV01	K8	-0,1054879	-0,038	0,071899	-0,93223	0,351217
RESV02	K8	-0,1207024	-0,038	0,071899	-1,14384	0,25269
RESV03	K8	-0,1223597	-0,038	0,071899	-1,16689	0,243254
RESV04	K8	-0,0224629	-0,038	0,071899	0,222516	0,823912
RESV05	K8	-0,1145986	-0,038	0,071899	-1,05895	0,289624
RESV06	K8	-0,1200333	-0,038	0,071899	-1,13454	0,25657
REST96	K8	-0,07800506	-0,038	0,071899	-0,54999	0,582327
REST97	K8	-0,07719298	-0,038	0,071899	-0,53869	0,590098
REST98	K8	-0,08885653	-0,038	0,071899	-0,70092	0,483356
REST99	K8	-0,06070401	-0,038	0,071899	-0,30936	0,757049
REST00	K8	-0,03720867	-0,038	0,071899	0,017426	0,986097
REST01	K8	-0,04209266	-0,038	0,071899	-0,0505	0,959721
REST02	K8	-0,03543274	-0,038	0,071899	0,042126	0,966398
REST03	K8	-0,05330843	-0,038	0,071899	-0,2065	0,836403
REST04	K8	-0,1200263	-0,038	0,071899	-1,13444	0,256611
REST05	K8	-0,1225598	-0,038	0,071899	-1,16968	0,242132
REST06	K8	-0,04236863	-0,038	0,071899	-0,05434	0,956663
RESV96	K7	-0,1051658	-0,038	0,079981	-0,834	0,404282
RESV97	K7	-0,09412247	-0,038	0,079981	-0,69593	0,486476
RESV98	K7	-0,1297443	-0,038	0,079981	-1,1413	0,253744
RESV99	K7	-0,06697729	-0,038	0,079981	-0,35653	0,721443
RESV00	K7	-0,1143416	-0,038	0,079981	-0,94872	0,342762
RESV01	K7	-0,1237134	-0,038	0,079981	-1,0659	0,286469
RESV02	K7	-0,1275304	-0,038	0,079981	-1,11362	0,265442
RESV03	K7	-0,1401757	-0,038	0,079981	-1,27173	0,203471
RESV04	K7	-0,02913316	-0,038	0,079981	0,116632	0,907152
RESV05	K7	-0,1339629	-0,038	0,079981	-1,19405	0,232459
RESV06	K7	-0,1526782	-0,038	0,079981	-1,42804	0,15328
REST96	K7	-0,08852973	-0,038	0,079981	-0,626	0,531315
REST97	K7	-0,07771139	-0,038	0,079981	-0,49074	0,623612
REST98	K7	-0,1024229	-0,038	0,079981	-0,7997	0,423882
REST99	K7	-0,08751882	-0,038	0,079981	-0,61336	0,539638
REST00	K7	-0,06347317	-0,038	0,079981	-0,31272	0,754494
REST01	K7	-0,04623276	-0,038	0,079981	-0,09716	0,922597
REST02	K7	-0,03572388	-0,038	0,079981	0,034229	0,972695
REST03	K7	-0,05347704	-0,038	0,079981	-0,18774	0,851082
REST04	K7	-0,1085435	-0,038	0,079981	-0,87623	0,380905
REST05	K7	-0,1183987	-0,038	0,079981	-0,99945	0,317577
REST06	K7	-0,061709	-0,038	0,079981	-0,29066	0,77131
RESV96	K6	-0,1169531	-0,038	0,0902	-0,87019	0,384195
RESV97	K6	-0,09823848	-0,038	0,0902	-0,66271	0,507514

Resultados do I de Moran para os Resíduos da Estimação Tobit (cont.)

Variável	Matriz	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z	P-valor
RESV98	K6	-0,1292521	-0,038	0,0902	-1,00654	0,314154
RESV99	K6	-0,06457469	-0,038	0,0902	-0,2895	0,772197
RESV00	K6	-0,1191848	-0,038	0,0902	-0,89493	0,370823
RESV01	K6	-0,1340237	-0,038	0,0902	-1,05944	0,289398
RESV02	K6	-0,2006524	-0,038	0,0902	-1,79812	0,072158
RESV03	K6	-0,1561789	-0,038	0,0902	-1,30507	0,19187
RESV04	K6	-0,03183772	-0,038	0,0902	0,073435	0,94146
RESV05	K6	-0,1647558	-0,038	0,0902	-1,40015	0,161467
RESV06	K6	-0,20092	-0,038	0,0902	-1,80109	0,071689
REST96	K6	-0,09334893	-0,038	0,0902	-0,60851	0,542852
REST97	K6	-0,08477867	-0,038	0,0902	-0,51349	0,607607
REST98	K6	-0,1121117	-0,038	0,0902	-0,81652	0,414204
REST99	K6	-0,0899037	-0,038	0,0902	-0,57031	0,568467
REST00	K6	-0,05212229	-0,038	0,0902	-0,15145	0,879621
REST01	K6	-0,03884298	-0,038	0,0902	-0,00423	0,996626
REST02	K6	-0,02780198	-0,038	0,0902	0,118176	0,905928
REST03	K6	-0,03278109	-0,038	0,0902	0,062976	0,949786
REST04	K6	-0,1031142	-0,038	0,0902	-0,71677	0,473517
REST05	K6	-0,1318958	-0,038	0,0902	-1,03585	0,300271
REST06	K6	-0,08329096	-0,038	0,0902	-0,497	0,61919
RESV96	K5	0,02049565	-0,038	0,100579	0,586177	0,557756
RESV97	K5	0,03996605	-0,038	0,100579	0,77976	0,435532
RESV98	K5	0,002073408	-0,038	0,100579	0,403016	0,686937
RESV99	K5	0,04256865	-0,038	0,100579	0,805637	0,420452
RESV00	K5	-0,01296366	-0,038	0,100579	0,253511	0,799874
RESV01	K5	-0,008846523	-0,038	0,100579	0,294445	0,768418
RESV02	K5	-0,1720823	-0,038	0,100579	-1,32852	0,184008
RESV03	K5	-0,08309486	-0,038	0,100579	-0,44376	0,657214
RESV04	K5	0,04844486	-0,038	0,100579	0,86406	0,387555
RESV05	K5	-0,1231483	-0,038	0,100579	-0,84199	0,399793
RESV06	K5	-0,1642266	-0,038	0,100579	-1,25041	0,21115
REST96	K5	-0,1153568	-0,038	0,100579	-0,76453	0,444554
REST97	K5	-0,1123643	-0,038	0,100579	-0,73477	0,462478
REST98	K5	-0,146825	-0,038	0,100579	-1,0774	0,281304
REST99	K5	-0,1073123	-0,038	0,100579	-0,68454	0,493632
REST00	K5	-0,08119259	-0,038	0,100579	-0,42485	0,670946
REST01	K5	-0,05173398	-0,038	0,100579	-0,13196	0,895016
REST02	K5	-0,04861408	-0,038	0,100579	-0,10094	0,919597
REST03	K5	-0,07790986	-0,038	0,100579	-0,39221	0,694902
REST04	K5	-0,1557876	-0,038	0,100579	-1,16651	0,24341
REST05	K5	-0,1530252	-0,038	0,100579	-1,13904	0,254686
REST06	K5	-0,0285583	-0,038	0,100579	0,098462	0,921565
RESV96	K4	0,02893502	-0,038	0,115325	0,584404	0,558948
RESV97	K4	0,0579947	-0,038	0,115325	0,836384	0,402939
RESV98	K4	0,03647433	-0,038	0,115325	0,649779	0,515835
RESV99	K4	0,08039261	-0,038	0,115325	1,0306	0,302729

Resultados do I de Moran para os Resíduos da Estimação Tobit (cont.)

Variável	Matriz	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z	P-valor
RESV00	K4	0,009327846	-0,038	0,115325	0,414388	0,67859
RESV01	K4	0,01298667	-0,038	0,115325	0,446114	0,655515
RESV02	K4	-0,1748594	-0,038	0,115325	-1,18272	0,236919
RESV03	K4	-0,03828757	-0,038	0,115325	0,001509	0,998796
RESV04	K4	0,09128452	-0,038	0,115325	1,125045	0,26057
RESV05	K4	-0,03562604	-0,038	0,115325	0,024587	0,980384
RESV06	K4	-0,05970222	-0,038	0,115325	-0,18418	0,853872
REST96	K4	-0,1351125	-0,038	0,115325	-0,83807	0,40199
REST97	K4	-0,1028245	-0,038	0,115325	-0,5581	0,576777
REST98	K4	-0,1575942	-0,038	0,115325	-1,03302	0,301597
REST99	K4	-0,1028558	-0,038	0,115325	-0,55837	0,576591
REST00	K4	-0,05897661	-0,038	0,115325	-0,17789	0,85881
REST01	K4	-0,04566136	-0,038	0,115325	-0,06243	0,95022
REST02	K4	-0,01521518	-0,038	0,115325	0,201572	0,840251
REST03	K4	-0,01068115	-0,038	0,115325	0,240887	0,809642
REST04	K4	-0,09744801	-0,038	0,115325	-0,51148	0,609016
REST05	K4	-0,1053815	-0,038	0,115325	-0,58027	0,561732
REST06	K4	0,03630696	-0,038	0,115325	0,648327	0,516773
RESV96	K3	0,01338012	-0,038	0,132127	0,392362	0,69479
RESV97	K3	0,05804371	-0,038	0,132127	0,730398	0,465147
RESV98	K3	0,05147281	-0,038	0,132127	0,680666	0,496083
RESV99	K3	0,113976	-0,038	0,132127	1,15372	0,248615
RESV00	K3	0,03669391	-0,038	0,132127	0,568812	0,569484
RESV01	K3	0,0406067	-0,038	0,132127	0,598426	0,549556
RESV02	K3	-0,08615994	-0,038	0,132127	-0,361	0,718096
RESV03	K3	-0,1039263	-0,038	0,132127	-0,49547	0,620269
RESV04	K3	0,1247508	-0,038	0,132127	1,235269	0,21673
RESV05	K3	0,09137092	-0,038	0,132127	0,982634	0,325788
RESV06	K3	0,08271644	-0,038	0,132127	0,917133	0,359073
REST96	K3	-0,1355481	-0,038	0,132127	-0,7348	0,462463
REST97	K3	-0,07988016	-0,038	0,132127	-0,31348	0,753919
REST98	K3	-0,1532049	-0,038	0,132127	-0,86843	0,385158
REST99	K3	-0,09690273	-0,038	0,132127	-0,44231	0,658264
REST00	K3	-0,02743437	-0,038	0,132127	0,083459	0,933487
REST01	K3	-0,01707977	-0,038	0,132127	0,161827	0,871442
REST02	K3	-0,00968248	-0,038	0,132127	0,217814	0,827574
REST03	K3	0,0242329	-0,038	0,132127	0,474501	0,635142
REST04	K3	-0,0227917	-0,038	0,132127	0,118597	0,905595
REST05	K3	-0,03472296	-0,038	0,132127	0,028295	0,977427
REST06	K3	0,1572023	-0,038	0,132127	1,480878	0,138639
RESV96	K11	-0,07021346	-0,038	0,054025	-0,58773	0,556714
RESV97	K11	-0,07601027	-0,038	0,054025	-0,69503	0,487037
RESV98	K11	-0,09532044	-0,038	0,054025	-1,05246	0,292588
RESV99	K11	-0,06267908	-0,038	0,054025	-0,44827	0,65396
RESV00	K11	-0,08477925	-0,038	0,054025	-0,85734	0,391255

Resultados do I de Moran para os Resíduos da Estimação Tobit (cont.)

Variável	Matriz	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z	P-valor
RESV01	K11	-0,08386584	-0,038	0,054025	-0,84044	0,400664
RESV02	K11	-0,07352723	-0,038	0,054025	-0,64907	0,516295
RESV03	K11	-0,1037421	-0,038	0,054025	-1,20835	0,226914
RESV04	K11	-0,02639624	-0,038	0,054025	0,223329	0,823279
RESV05	K11	-0,09194122	-0,038	0,054025	-0,98991	0,322217
RESV06	K11	-0,112956	-0,038	0,054025	-1,3789	0,167927
REST96	K11	-0,02357902	-0,038	0,054025	0,275476	0,78295
REST97	K11	-0,03723657	-0,038	0,054025	0,022674	0,98191
REST98	K11	-0,04947703	-0,038	0,054025	-0,2039	0,838434
REST99	K11	-0,04262529	-0,038	0,054025	-0,07707	0,938567
REST00	K11	-0,03683697	-0,038	0,054025	0,030071	0,976011
REST01	K11	-0,05443085	-0,038	0,054025	-0,29559	0,767541
REST02	K11	-0,05536954	-0,038	0,054025	-0,31297	0,754305
REST03	K11	-0,05687426	-0,038	0,054025	-0,34082	0,733239
REST04	K11	-0,05771492	-0,038	0,054025	-0,35638	0,721555
REST05	K11	-0,04424699	-0,038	0,054025	-0,10709	0,914718
REST06	K11	-0,02087459	-0,038	0,054025	0,325535	0,744776
RESV96	K12	-0,06921392	-0,038	0,047009	-0,65418	0,512996
RESV97	K12	-0,07662346	-0,038	0,047009	-0,8118	0,416907
RESV98	K12	-0,09373488	-0,038	0,047009	-1,1758	0,239675
RESV99	K12	-0,06992816	-0,038	0,047009	-0,66937	0,503258
RESV00	K12	-0,09142484	-0,038	0,047009	-1,12666	0,259886
RESV01	K12	-0,08274294	-0,038	0,047009	-0,94198	0,346206
RESV02	K12	-0,07388161	-0,038	0,047009	-0,75347	0,451166
RESV03	K12	-0,1083619	-0,038	0,047009	-1,48695	0,137027
RESV04	K12	-0,03171089	-0,038	0,047009	0,143603	0,885814
RESV05	K12	-0,08419456	-0,038	0,047009	-0,97285	0,330626
RESV06	K12	-0,09879238	-0,038	0,047009	-1,28339	0,199357
REST96	K12	-0,03037928	-0,038	0,047009	0,17193	0,863493
REST97	K12	-0,04899645	-0,038	0,047009	-0,2241	0,822677
REST98	K12	-0,05660326	-0,038	0,047009	-0,38592	0,699556
REST99	K12	-0,06264234	-0,038	0,047009	-0,51439	0,606983
REST00	K12	-0,0622525	-0,038	0,047009	-0,50609	0,612792
REST01	K12	-0,07391707	-0,038	0,047009	-0,75423	0,450713
REST02	K12	-0,06896245	-0,038	0,047009	-0,64883	0,516449
REST03	K12	-0,06293628	-0,038	0,047009	-0,52064	0,602619
REST04	K12	-0,06528869	-0,038	0,047009	-0,57068	0,568217
REST05	K12	-0,06436452	-0,038	0,047009	-0,55102	0,58162
REST06	K12	-0,05775134	-0,038	0,047009	-0,41034	0,681555
RESV96	K13	-0,07093288	-0,038	0,043007	-0,75503	0,45023
RESV97	K13	-0,08452759	-0,038	0,043007	-1,07114	0,284106
RESV98	K13	-0,09690739	-0,038	0,043007	-1,359	0,174147
RESV99	K13	-0,07586937	-0,038	0,043007	-0,86982	0,3844
RESV00	K13	-0,09249449	-0,038	0,043007	-1,25639	0,208975
RESV01	K13	-0,08576601	-0,038	0,043007	-1,09994	0,27136

Resultados do I de Moran para os Resíduos da Estimação Tobit (cont.)

Variável	Matriz	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z	P-valor
RESV02	K13	-0,07523427	-0,038	0,043007	-0,85505	0,392524
RESV03	K13	-0,09767307	-0,038	0,043007	-1,3768	0,168573
RESV04	K13	-0,004884679	-0,038	0,043007	0,780738	0,434957
RESV05	K13	-0,08569107	-0,038	0,043007	-1,09819	0,27212
RESV06	K13	-0,08004112	-0,038	0,043007	-0,96682	0,333634
REST96	K13	-0,03455073	-0,038	0,043007	0,090935	0,927544
REST97	K13	-0,04808528	-0,038	0,043007	-0,22377	0,822933
REST98	K13	-0,05908056	-0,038	0,043007	-0,47944	0,631626
REST99	K13	-0,06265433	-0,038	0,043007	-0,56254	0,57375
REST00	K13	-0,06109773	-0,038	0,043007	-0,52634	0,59865
REST01	K13	-0,07091834	-0,038	0,043007	-0,75469	0,450432
REST02	K13	-0,06336507	-0,038	0,043007	-0,57906	0,562546
REST03	K13	-0,05670748	-0,038	0,043007	-0,42426	0,671377
REST04	K13	-0,04856356	-0,038	0,043007	-0,2349	0,81429
REST05	K13	-0,05192393	-0,038	0,043007	-0,31303	0,754257
REST06	K13	-0,05933095	-0,038	0,043007	-0,48526	0,627491
RESV96	K14	-0,05562513	-0,038	0,038964	-0,4405	0,659575
RESV97	K14	-0,06467943	-0,038	0,038964	-0,67288	0,501026
RESV98	K14	-0,07209966	-0,038	0,038964	-0,86332	0,387964
RESV99	K14	-0,0431454	-0,038	0,038964	-0,12021	0,904317
RESV00	K14	-0,0625097	-0,038	0,038964	-0,61719	0,537109
RESV01	K14	-0,05113545	-0,038	0,038964	-0,32527	0,744974
RESV02	K14	-0,05994507	-0,038	0,038964	-0,55137	0,58138
RESV03	K14	-0,06910077	-0,038	0,038964	-0,78635	0,431663
RESV04	K14	0,01013785	-0,038	0,038964	1,247293	0,21229
RESV05	K14	-0,07788205	-0,038	0,038964	-1,01172	0,311672
RESV06	K14	-0,06628962	-0,038	0,038964	-0,7142	0,475102
REST96	K14	-0,03112978	-0,038	0,038964	0,188168	0,850745
REST97	K14	-0,04095234	-0,038	0,038964	-0,06393	0,949029
REST98	K14	-0,05094622	-0,038	0,038964	-0,32042	0,748652
REST99	K14	-0,05295132	-0,038	0,038964	-0,37188	0,709984
REST00	K14	-0,05125158	-0,038	0,038964	-0,32825	0,74272
REST01	K14	-0,06292736	-0,038	0,038964	-0,62791	0,530063
REST02	K14	-0,04997957	-0,038	0,038964	-0,29561	0,76753
REST03	K14	-0,04778236	-0,038	0,038964	-0,23922	0,810937
REST04	K14	-0,04481959	-0,038	0,038964	-0,16318	0,870378
REST05	K14	-0,05529165	-0,038	0,038964	-0,43194	0,665784
REST06	K14	-0,05819662	-0,038	0,038964	-0,5065	0,612508
RESV96	K15	-0,03774781	-0,038	0,035424	0,020148	0,983925
RESV97	K15	-0,0545936	-0,038	0,035424	-0,4554	0,648821
RESV98	K15	-0,06846361	-0,038	0,035424	-0,84695	0,397025
RESV99	K15	-0,03477569	-0,038	0,035424	0,10405	0,91713
RESV00	K15	-0,05036167	-0,038	0,035424	-0,33594	0,736919
RESV01	K15	-0,04529232	-0,038	0,035424	-0,19283	0,847092
RESV02	K15	-0,06748032	-0,038	0,035424	-0,81919	0,412679

Resultados do I de Moran para os Resíduos da Estimação Tobit (cont.)

Variável	Matriz	I de Moran	Média	Desvio-Padrão	Z	P-valor
RESV03	K15	-0,07755792	-0,038	0,035424	-1,10367	0,269734
RESV04	K15	0,01657268	-0,038	0,035424	1,553593	0,120282
RESV05	K15	-0,07683805	-0,038	0,035424	-1,08335	0,278652
RESV06	K15	-0,06093912	-0,038	0,035424	-0,63453	0,525733
REST96	K15	-0,03306551	-0,038	0,035424	0,152328	0,878929
REST97	K15	-0,05488262	-0,038	0,035424	-0,46356	0,642963
REST98	K15	-0,05753986	-0,038	0,035424	-0,53857	0,590182
REST99	K15	-0,06751814	-0,038	0,035424	-0,82026	0,41207
REST00	K15	-0,06870366	-0,038	0,035424	-0,85372	0,393259
REST01	K15	-0,06819402	-0,038	0,035424	-0,83934	0,401281
REST02	K15	-0,06842946	-0,038	0,035424	-0,84598	0,397563
REST03	K15	-0,07231072	-0,038	0,035424	-0,95555	0,339301
REST04	K15	-0,06317727	-0,038	0,035424	-0,69772	0,485356
REST05	K15	-0,06580212	-0,038	0,035424	-0,77181	0,440225
REST06	K15	-0,04842159	-0,038	0,035424	-0,28117	0,778581
RESV96	TORRE	0,009451883	-0,038	0,141574	0,338433	0,735037
RESV97	TORRE	0,05129889	-0,038	0,141574	0,634016	0,52607
RESV98	TORRE	0,02294508	-0,038	0,141574	0,433741	0,664476
RESV99	TORRE	0,07234238	-0,038	0,141574	0,782655	0,43383
RESV00	TORRE	-0,02026051	-0,038	0,141574	0,128562	0,897705
RESV01	TORRE	-0,004646686	-0,038	0,141574	0,238849	0,811223
RESV02	TORRE	-0,02781998	-0,038	0,141574	0,075166	0,940083
RESV03	TORRE	-0,03987834	-0,038	0,141574	-0,01001	0,992015
RESV04	TORRE	0,1493363	-0,038	0,141574	1,326496	0,184675
RESV05	TORRE	-0,008697924	-0,038	0,141574	0,210233	0,833486
RESV06	TORRE	0,02733104	-0,038	0,141574	0,464721	0,642131
REST96	TORRE	-0,1642066	-0,038	0,141574	-0,88819	0,374438
REST97	TORRE	-0,1383254	-0,038	0,141574	-0,70538	0,480573
REST98	TORRE	-0,2223674	-0,038	0,141574	-1,29901	0,193942
REST99	TORRE	-0,1467708	-0,038	0,141574	-0,76503	0,444251
REST00	TORRE	-0,1039115	-0,038	0,141574	-0,4623	0,643866
REST01	TORRE	-0,04801596	-0,038	0,141574	-0,06749	0,946194
REST02	TORRE	-0,0837669	-0,038	0,141574	-0,32001	0,74896
REST03	TORRE	-0,06782683	-0,038	0,141574	-0,20742	0,835682
REST04	TORRE	-0,06738682	-0,038	0,141574	-0,20431	0,83811
REST05	TORRE	-0,0540878	-0,038	0,141574	-0,11038	0,912112
REST06	TORRE	0,186074	-0,038	0,141574	1,58599	0,112742
REST05	TORRE	-0,0540878	-0,038	0,141574	-0,11038	0,912112
REST06	TORRE	0,186074	-0,038	0,141574	1,58599	0,112742

## APÊNDICE C- TESTE DE MULTICOLINEARIDADE DO CAPÍTULO II

Testes de Multicolinearidade para as equações (6) e (7)

Já que o modelo não pode ser estimado por meio de MQO, por conter observações censuradas, a multicolinearidade foi testada fazendo-se regressões auxiliares das variáveis explicativas, e as variáveis eram incluídas no modelo se o R2 dessas regressões fossem menores que 0.60. Essas regressões são apresentadas abaixo.

**regress preocarnedeflacionado lkm2 eqcarckm2 rldeflacionado exportusreb  
expleiteusreb dummy2004 transfreb**

Source	SS	df	MS	Number of obs =	297
Model	4003.79755	7	571.971078	F( 7, 289) =	10.50
Residual	15748.184	289	54.491986	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.2027
				Adj R-squared =	0.1834
Total	19751.9815	296	66.7296672	Root MSE =	7.3819

preocarned~o	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lkm2	.3180915	.162352	1.96	0.051	-.0014507 .6376337
eqcarckm2	1.531206	.8374561	1.83	0.069	-.1170802 3.179493
rldeflacio~o	4.784584	1.326239	3.61	0.000	2.174272 7.394897
exportusreb	-.0411938	.0489317	-0.84	0.401	-.1375015 .0551138
expleiteus~b	.0822389	.3772705	0.22	0.828	-.6603074 .8247851
dummy2004	-8.941155	1.161211	-7.70	0.000	-11.22666 -6.655651
transfreb	.0044944	.0027426	1.64	0.102	-.0009035 .0098923
_cons	52.52265	1.789994	29.34	0.000	48.99957 56.04573

. regress lkm2 eqcarckm2 rldeflacionado exportusreb expleiteusreb dummy2004  
transfreb preocarnedeflacionado

Source	SS	df	MS	Number of obs =	297
Model	2765.85291	7	395.121844	F( 7, 289) =	55.97
Residual	2040.26597	289	7.05974384	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.5755
				Adj R-squared =	0.5652
Total	4806.11888	296	16.2368881	Root MSE =	2.657

lkm2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
eqcarckm2	3.347019	.2305419	14.52	0.000	2.893265 3.800773
rldeflacio~o	-.4846164	.4871617	-0.99	0.321	-1.443451 .4742183
exportusreb	-.0894929	.0168299	-5.32	0.000	-.1226175 -.0563682
expleiteus~b	.1132785	.1356417	0.84	0.404	-.1536924 .3802494
dummy2004	1.314535	.4522756	2.91	0.004	.4243628 2.204707
transfreb	-.0005189	.0009913	-0.52	0.601	-.0024699 .0014321
preocarned~o	.0412105	.0210336	1.96	0.051	-.0001879 .082609
_cons	-1.813599	1.280777	-1.42	0.158	-4.334433 .7072339

```

-----
. regress      rldeflacionado exportusreb expleiteusreb dummy2004 transfreb
preocarnedeflacionado lkm2 eqcarckm2

```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	297
Model	27.3313571	7	3.90447958	F( 7, 289) =	38.06
Residual	29.6454583	289	.10257944	Prob > F =	0.0000
Total	56.9768154	296	.192489241	R-squared =	0.4797
				Adj R-squared =	0.4671
				Root MSE =	.32028

rldeflacio~o	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
exportusreb	.0070381	.0020849	3.38	0.001	.0029346 .0111417
expleiteus~b	.0055934	.0163668	0.34	0.733	-.02662 .0378067
dummy2004	.5139041	.0463168	11.10	0.000	.4227431 .6050651
transfreb	-.0000991	.0001194	-0.83	0.407	-.0003341 .0001359
preocarned~o	.0090068	.0024966	3.61	0.000	.004093 .0139207
lkm2	-.0070416	.0070786	-0.99	0.321	-.0209736 .0068905
eqcarckm2	-.2473783	.0335225	-7.38	0.000	-.3133575 -.1813991
_cons	.6954859	.1494217	4.65	0.000	.4013932 .9895786

```

-----
. regress      exportusreb expleiteusreb dummy2004 transfreb
preocarnedeflacionado lkm2 eqcarckm2 rldeflacionado

```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	297
Model	14396.4647	7	2056.63781	F( 7, 289) =	26.18
Residual	22703.2613	289	78.5579977	Prob > F =	0.0000
Total	37099.726	296	125.336912	R-squared =	0.3880
				Adj R-squared =	0.3732
				Root MSE =	8.8633

exportusreb	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
expleiteus~b	1.400298	.4454686	3.14	0.002	.5235241 2.277072
dummy2004	1.198973	1.528969	0.78	0.434	-1.810354 4.208301
transfreb	-.0029023	.0033038	-0.88	0.380	-.0094049 .0036002
preocarned~o	-.0593868	.0705421	-0.84	0.401	-.1982281 .0794545
lkm2	-.9958409	.187276	-5.32	0.000	-1.364439 -.627243
eqcarckm2	9.587715	.8394582	11.42	0.000	7.935488 11.23994
rldeflacio~o	5.389986	1.596681	3.38	0.001	2.247387 8.532584
_cons	-7.294959	4.265689	-1.71	0.088	-15.69071 1.100798

```

-----
. regress      expleiteusreb dummy2004 transfreb preocarnedeflacionado lkm2
eqcarckm2 rldeflacionado exportusreb

```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	297
Model	98.3353429	7	14.0479061	F( 7, 289) =	10.61
Residual	382.785561	289	1.32451751	Prob > F =	0.0000
Total	481.120903	296	1.62540846	R-squared =	0.2044
				Adj R-squared =	0.1851
				Root MSE =	1.1509

expleiteus~b	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
dummy2004	.1383304	.1985773	0.70	0.487	-.2525108 .5291716
transfreb	.0028543	.0003954	7.22	0.000	.0020761 .0036325

preocarned~o		.001999	.0091702	0.22	0.828	-.0160499	.0200478
lkm2		.0212528	.0254485	0.84	0.404	-.0288351	.0713407
eqcarckm2		.0249265	.1313091	0.19	0.850	-.233517	.28337
rldeflacio~o		.072222	.2113304	0.34	0.733	-.3437199	.4881639
exportusreb		.0236096	.0075108	3.14	0.002	.0088268	.0383923
_cons		-.2353284	.5565125	-0.42	0.673	-1.33066	.8600031

```
. regress dummy2004 transfreb preocarneddeflacionado lkm2 eqcarckm2
rldeflacionado exportusreb expleiteusreb
```

Source		SS	df	MS	Number of obs =	297
Model		25.3762938	7	3.62518482	F( 7, 289) =	31.24
Residual		33.5327971	289	.11603044	Prob > F =	0.0000
Total		58.9090909	296	.199017199	R-squared =	0.4308
					Adj R-squared =	0.4170
					Root MSE =	.34063

dummy2004		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
transfreb		4.85e-06	.0001271	0.04	0.970	-.0002454 .0002551
preocarned~o		-.0190385	.0024726	-7.70	0.000	-.0239051 -.014172
lkm2		.021605	.0074334	2.91	0.004	.0069746 .0362355
eqcarckm2		.0904707	.0385008	2.35	0.019	.0146932 .1662482
rldeflacio~o		.5812911	.0523902	11.10	0.000	.4781763 .6844059
exportusreb		.0017709	.0022583	0.78	0.434	-.0026739 .0062157
expleiteus~b		.012118	.0173958	0.70	0.487	-.0221205 .0463565
_cons		.5621719	.1614129	3.48	0.001	.244478 .8798658

```
. regress transfreb preocarneddeflacionado lkm2 eqcarckm2
rldeflacionado exportusreb expleiteusreb dummy2004
```

Source		SS	df	MS	Number of obs =	297
Model		1440667.76	7	205809.68	F( 7, 289) =	8.29
Residual		7178037.1	289	24837.4986	Prob > F =	0.0000
Total		8618704.86	296	29117.2462	R-squared =	0.1672
					Adj R-squared =	0.1470
					Root MSE =	157.6

transfreb		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
preocarned~o		2.048559	1.250058	1.64	0.102	-.4118129 4.508931
lkm2		-1.825709	3.487424	-0.52	0.601	-8.689678 5.038261
eqcarckm2		-14.95597	17.96084	-0.83	0.406	-50.30662 20.39467
rldeflacio~o		-23.9858	28.91068	-0.83	0.407	-80.88799 32.91638
exportusreb		-.917616	1.044554	-0.88	0.380	-2.973513 1.138281
expleiteus~b		53.52458	7.414386	7.22	0.000	38.93153 68.11762
dummy2004		1.038823	27.2156	0.04	0.970	-52.5271 54.60475
_cons		-64.23409	76.13778	-0.84	0.400	-214.0889 85.62078

```
. regress transfreb preocarneddeflacionado lkm2 eqcarckm2
rldeflacionado exportusreb expleiteusreb dummy2004
```

Source		SS	df	MS	Number of obs =	297
Model		1440667.76	7	205809.68	F( 7, 289) =	8.29
Residual		7178037.1	289	24837.4986	Prob > F =	0.0000
Total		8618704.86	296	29117.2462	R-squared =	0.1672
					Adj R-squared =	0.1470
					Root MSE =	157.6

transfreb		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----------	--	-------	-----------	---	------	----------------------

preocarned~o	2.048559	1.250058	1.64	0.102	-.4118129	4.508931
lkm2	-1.825709	3.487424	-0.52	0.601	-8.689678	5.038261
eqcarckm2	-14.95597	17.96084	-0.83	0.406	-50.30662	20.39467
rldeflacio~o	-23.9858	28.91068	-0.83	0.407	-80.88799	32.91638
exportusreb	-.917616	1.044554	-0.88	0.380	-2.973513	1.138281
expleiteus~b	53.52458	7.414386	7.22	0.000	38.93153	68.11762
dummy2004	1.038823	27.2156	0.04	0.970	-52.5271	54.60475
_cons	-64.23409	76.13778	-0.84	0.400	-214.0889	85.62078

## APÊNDICE D- TESTE DE ENDOGENEIDADE

### Teste de Endogeneidade para a equação 23

Dependent Variable: PREV\_AN

Method: Least Squares

Date: 10/03/08 Time: 11:44

Sample (adjusted): 9 861

Included observations: 853 after adjustments

Convergence achieved after 8 iterations

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D_TEC7	-0.465136	0.500320	-0.929677	0.3528
VACA_LAC	0.007753	0.014404	0.538265	0.5905
L_AREA	-2.41E-05	6.45E-05	-0.374164	0.7084
IDADE	0.030733	0.011953	2.571014	0.0103
G_MDO_AN	0.013437	0.003800	3.536297	0.0004
G_MIN_AN	0.032991	0.014694	2.245109	0.0250
D_MDOFAM	1.111810	0.323530	3.436496	0.0006
C	0.595538	1.309221	0.454879	0.6493
AR(1)	0.192440	0.041291	4.660591	0.0000
AR(2)	0.143187	0.037337	3.834955	0.0001
AR(6)	0.148362	0.046134	3.215906	0.0014
AR(8)	0.136761	0.033242	4.114113	0.0000
R-squared	0.227743	Mean dependent var		5.600000
Adjusted R-squared	0.217642	S.D. dependent var		5.122104
S.E. of regression	4.530553	Akaike info criterion		5.873533
Sum squared resid	17262.29	Schwarz criterion		5.940339
Log likelihood	-2493.062	F-statistic		22.54687
Durbin-Watson stat	2.040029	Prob(F-statistic)		0.000000
Inverted AR Roots	.90	.55+.58i	.55-.58i	.02-.69i
	.02+.69i	-.51+.58i	-.51-.58i	-.83

Os resíduos da regressão anterior foram salvos como Resid01. Esses resíduos e a variável dependente prev\_an foram utilizados na regressão a seguir para a detecção de endogeneidade. Se os resíduos forem significativos no teste T, há endogeneidade.

Dependent Variable: TRAT\_AN

Method: Least Squares

Date: 11/03/08 Time: 16:06

Sample: 1 861

Included observations: 861

TRAT\_AN=C(1)+C(3)\* VACA\_LAC+C(4)\*D\_TEC7 +C(5)\*L\_AREA  
+C(6)\*PREV\_AN +C(7)\*D\_MDOFAM+C(8)\*IDADE+C(9)  
\*G\_MDO\_AN+C(10)\*RESID01

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-8.516586	3.242304	-2.626708	0.0088
C(3)	0.120988	0.036528	3.312207	0.0010
C(4)	10.84414	1.622008	6.685626	0.0000
C(5)	0.000276	0.000177	1.563509	0.1183
C(6)	3.923574	0.660811	5.937512	0.0000
C(7)	-8.628160	1.354604	-6.369509	0.0000
C(8)	-0.103045	0.034028	-3.028251	0.0025
C(9)	0.007768	0.009257	0.839181	0.4016
C(10)	-4.072557	0.666124	-6.113810	0.0000
R-squared	0.231196	Mean dependent var		12.90398
Adjusted R-squared	0.223977	S.D. dependent var		13.59261
S.E. of regression	11.97403	Akaike info criterion		7.813755
Sum squared resid	122157.5	Schwarz criterion		7.863491
Log likelihood	-3354.821	Durbin-Watson stat		1.607214

Dessa forma, como o coeficiente dos resíduos (C(10)) foram significativos, há presença de endogeneidade e o método de mínimos quadrados ordinários não é adequado. Por esse motivo, foi utilizado o método de mínimos quadrados em três estágios.

## Apêndice E – Testes de Multicolinearidade do Capítulo III

Testes de Multicolinearidade para a equação 23

Equações principais estimadas por MQO:

Dependent Variable: PREV\_AN

Method: Least Squares

Date: 10/03/08 Time: 11:44

Sample (adjusted): 9 861

Included observations: 853 after adjustments

Convergence achieved after 8 iterations

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D_TEC7	-0.465136	0.500320	-0.929677	0.3528
VACA_LAC	0.007753	0.014404	0.538265	0.5905
L_AREA	-2.41E-05	6.45E-05	-0.374164	0.7084
IDADE	0.030733	0.011953	2.571014	0.0103
G_MDO_AN	0.013437	0.003800	3.536297	0.0004
G_MIN_AN	0.032991	0.014694	2.245109	0.0250
D_MDOFAM	1.111810	0.323530	3.436496	0.0006
C	0.595538	1.309221	0.454879	0.6493
R-squared	0.227743	Mean dependent var		5.600000
Adjusted R-squared	0.217642	S.D. dependent var		5.122104
S.E. of regression	4.530553	Akaike info criterion		5.873533
Sum squared resid	17262.29	Schwarz criterion		5.940339
Log likelihood	-2493.062	F-statistic		22.54687
Durbin-Watson stat	2.040029	Prob(F-statistic)		0.000000

Dependent Variable: TRAT\_AN  
 Method: Least Squares  
 Date: 01/12/09 Time: 17:41  
 Sample (adjusted): 6 861  
 Included observations: 856 after adjustments  
 Convergence achieved after 8 iterations  
 White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.487200	3.173462	-0.153523	0.8780
PREV_AN	-0.009337	0.126468	-0.073826	0.9412
VACA_LAC	0.113588	0.034848	3.259520	0.0012
D_TEC7	2.769029	1.445226	1.915984	0.0557
L_AREA	0.000464	0.000234	1.983735	0.0476
D_MDOFAM	-2.114907	1.100903	-1.921066	0.0551
IDADE	-0.017538	0.024449	-0.717325	0.4734
G_MDO_AN	0.054562	0.008387	6.505770	0.0000
R-squared	0.251606	Mean dependent var		12.92891
Adjusted R-squared	0.242749	S.D. dependent var		13.62490
S.E. of regression	11.85641	Akaike info criterion		7.796382
Sum squared resid	118785.4	Schwarz criterion		7.857451
Log likelihood	-3325.851	F-statistic		28.40839
Durbin-Watson stat	2.016474	Prob(F-statistic)		0.000000

A seguir são apresentadas as equações auxiliares das variáveis explicativas. As variáveis são consideradas não colineares quando os  $R^2$  das regressões auxiliares são menores que o  $R^2$  das regressões principais. Nesse caso, nenhuma das equações a seguir poderia apresentar  $R^2$  maior que 0,22, o que não ocorreu.

## Regressões auxiliares

Dependent Variable: VACA\_LAC

Method: Least Squares

Date: 01/12/09 Time: 17:19

Sample: 1 861

Included observations: 861

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	61.53850	1.911558	32.19284	0.0000
D_TEC7	2.310139	1.165237	1.982548	0.0477
L_AREA	0.000228	0.000159	1.434975	0.1517
D_MDOFAM	-0.579004	0.898651	-0.644304	0.5196
IDADE	-0.023989	0.028713	-0.835490	0.4037
G_MDO_AN	0.039584	0.004926	8.035155	0.0000
G_MIN_AN	0.044262	0.036124	1.225308	0.2208
R-squared	0.100911	Mean dependent var		66.35477
Adjusted R-squared	0.094594	S.D. dependent var		11.78869
S.E. of regression	11.21727	Akaike info criterion		7.680883
Sum squared resid	107456.4	Schwarz criterion		7.719567
Log likelihood	-3299.620	F-statistic		15.97505
Durbin-Watson stat	1.887054	Prob(F-statistic)		0.000000

Dependent Variable: D\_TEC7

Method: Least Squares

Date: 01/12/09 Time: 17:19

Sample: 1 861

Included observations: 861

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.196411	0.083057	2.364777	0.0183
L_AREA	1.26E-05	4.64E-06	2.709804	0.0069
D_MDOFAM	-0.210407	0.025333	-8.305624	0.0000
IDADE	-0.001142	0.000841	-1.358159	0.1748
G_MDO_AN	-0.000150	0.000150	-1.003060	0.3161
G_MIN_AN	0.001558	0.001058	1.472392	0.1413
VACA_LAC	0.001983	0.001000	1.982548	0.0477
R-squared	0.100495	Mean dependent var		0.138211
Adjusted R-squared	0.094175	S.D. dependent var		0.345322
S.E. of regression	0.328660	Akaike info criterion		0.620510
Sum squared resid	92.24678	Schwarz criterion		0.659194
Log likelihood	-260.1296	F-statistic		15.90187
Durbin-Watson stat	1.670295	Prob(F-statistic)		0.000000

Dependent Variable: L\_AREA  
Method: Least Squares  
Date: 01/12/09 Time: 17:20  
Sample: 1 861  
Included observations: 861

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	471.1781	611.1881	0.770922	0.4410
D_MDOFAM	38.88366	193.2321	0.201228	0.8406
IDADE	-10.52422	6.164565	-1.707213	0.0881
G_MDO_AN	5.098658	1.084401	4.701819	0.0000
G_MIN_AN	23.06872	7.732383	2.983391	0.0029
VACA_LAC	10.54351	7.347524	1.434975	0.1517
D_TEC7	677.4591	250.0030	2.709804	0.0069

R-squared	0.073516	Mean dependent var	1706.332
Adjusted R-squared	0.067007	S.D. dependent var	2496.553
S.E. of regression	2411.460	Akaike info criterion	18.42195
Sum squared resid	4.97E+09	Schwarz criterion	18.46063
Log likelihood	-7923.649	F-statistic	11.29414
Durbin-Watson stat	1.932837	Prob(F-statistic)	0.000000

Dependent Variable: D\_MDOFAM  
Method: Least Squares  
Date: 01/12/09 Time: 17:21  
Sample: 1 861  
Included observations: 861

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.894547	0.103852	8.613634	0.0000
IDADE	-0.001606	0.001092	-1.470738	0.1417
G_MDO_AN	0.000538	0.000194	2.780733	0.0055
G_MIN_AN	-0.004713	0.001367	-3.447861	0.0006
VACA_LAC	-0.000839	0.001302	-0.644304	0.5196
D_TEC7	-0.355214	0.042768	-8.305624	0.0000
L_AREA	1.22E-06	6.06E-06	0.201228	0.8406

R-squared	0.100335	Mean dependent var	0.721254
Adjusted R-squared	0.094014	S.D. dependent var	0.448643
S.E. of regression	0.427033	Akaike info criterion	1.144186
Sum squared resid	155.7330	Schwarz criterion	1.182870
Log likelihood	-485.5720	F-statistic	15.87364

Durbin-Watson stat	1.875661	Prob(F-statistic)	0.000000
--------------------	----------	-------------------	----------

Dependent Variable: IDADE  
 Method: Least Squares  
 Date: 01/12/09 Time: 17:22  
 Sample: 1 861  
 Included observations: 861

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	57.80843	2.750638	21.01637	0.0000
G_MDO_AN	-0.007906	0.006080	-1.300182	0.1939
G_MIN_AN	-0.067459	0.043010	-1.568451	0.1171
VACA_LAC	-0.034045	0.040749	-0.835490	0.4037
D_TEC7	-1.887623	1.389840	-1.358159	0.1748
L_AREA	-0.000323	0.000189	-1.707213	0.0881
D_MDOFAM	-1.572913	1.069471	-1.470738	0.1417
R-squared	0.019798	Mean dependent var	51.72358	
Adjusted R-squared	0.012911	S.D. dependent var	13.45026	
S.E. of regression	13.36315	Akaike info criterion	8.030976	
Sum squared resid	152502.0	Schwarz criterion	8.069659	
Log likelihood	-3450.335	F-statistic	2.874838	
Durbin-Watson stat	1.880212	Prob(F-statistic)	0.008863	

Dependent Variable: G\_MDO\_AN  
 Method: Least Squares  
 Date: 01/12/09 Time: 17:22  
 Sample: 1 861  
 Included observations: 861

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-10.37835	19.04504	-0.544937	0.5859
G_MIN_AN	1.441993	0.237076	6.082413	0.0000
VACA_LAC	1.775677	0.220989	8.035155	0.0000
D_TEC7	-7.841640	7.817721	-1.003060	0.3161
L_AREA	0.004949	0.001053	4.701819	0.0000
D_MDOFAM	16.66568	5.993270	2.780733	0.0055
IDADE	-0.249890	0.192196	-1.300182	0.1939
R-squared	0.165031	Mean dependent var	131.7946	
Adjusted R-squared	0.159165	S.D. dependent var	81.93246	
S.E. of regression	75.12967	Akaike info criterion	11.48440	
Sum squared resid	4820375.	Schwarz criterion	11.52309	
Log likelihood	-4937.036	F-statistic	28.13206	
Durbin-Watson stat	1.652483	Prob(F-statistic)	0.000000	

Dependent Variable: G\_MIN\_AN

Method: Least Squares

Date: 01/12/09 Time: 17:23

Sample: 1 861

Included observations: 861

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.297963	2.672864	3.478652	0.0005
VACA_LAC	0.039649	0.032359	1.225308	0.2208
D_TEC7	1.625487	1.103977	1.472392	0.1413
L_AREA	0.000447	0.000150	2.983391	0.0029
D_MDOFAM	-2.913022	0.844878	-3.447861	0.0006
IDADE	-0.042579	0.027147	-1.568451	0.1171
G_MDO_AN	0.028795	0.004734	6.082413	0.0000
R-squared	0.096186	Mean dependent var		12.40811
Adjusted R-squared	0.089836	S.D. dependent var		11.12824
S.E. of regression	10.61662	Akaike info criterion		7.570815
Sum squared resid	96256.57	Schwarz criterion		7.609499
Log likelihood	-3252.236	F-statistic		15.14751
Durbin-Watson stat	1.801255	Prob(F-statistic)		0.000000