

# Determinantes do Uso de Medidas Sanitárias de Controle da Brucelose e Tuberculose Bovinas

Luiza Carneiro Mareti Valente<sup>1</sup>  
Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale<sup>2</sup>  
Marcelo José Braga<sup>3</sup>

**Resumo:** 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 estabelecidas pelo Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT). Para isso, utilizou-se um modelo Tobit em painel. Os principais resultados indicam que o início efetivo do programa, 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. 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. Além disso, podem ser planejados incentivos econômicos aos produtores, de modo a estimular o aumento das práticas preventivas estudadas.

**Palavras-chave:** sanidade animal, determinantes econômicos, vacinação, tobit em painel.

**Abstract:** *The bovine livestock is one of the most important sectors in the Brazilian agribusiness. However, Brazilian herds' health – very important for the activity – is still an issue rarely studied in economic terms. Therefore, the present study tried to identify the major determinants of the use of preventive measures established in the National Program for Control and Eradication of Animal Brucellosis and Tuberculosis*

---

<sup>1</sup> Professora do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Agrossocioambiental Sustentável (MZO) da Universidade Federal Fluminense. E-mail: [lmareti@vm.uff.br](mailto:lmareti@vm.uff.br)

<sup>2</sup> Professora do Departamento de Economia Rural (DER) da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [smleite@ufv.br](mailto:smleite@ufv.br)

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Economia Rural (DER) da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [mjbraga@ufv.br](mailto:mjbraga@ufv.br)

*(PNCEBT). For this, a Panel Tobit model was used. Results show that the effective beginning of PNCEBT in 2004, has significantly stimulated the increase of measures' use. It was also observed that vaccination is not influenced by the prices paid both for meat and milk, but those affected positively the number of tuberculosis tests. Variables related to federal government transfer, by agreement, to states and meat or milk exports were not significant. It was concluded that the PNCEBT has been showing good results. Moreover, economic incentives can be planned for producers, aiming to stimulate the increase in preventive practices.*

**Key-words:** *animal health, economic determinants, vaccination, panel Tobit.*

**Classificação JEL:** C23, C24, H50.

## 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.

Até o início de 2009, o último diagnóstico da situação da brucelose bovina em âmbito nacional havia sido realizada em 1975, tendo sido estimada a porcentagem de animais soropositivos em 4% na região Sul, 7,5% no Sudeste, 6,8% no Centro-Oeste, 2,5% no Nordeste e, 4,1%, no Norte. Posteriormente, foram realizados alguns estudos isolados em âmbito estadual. Levantamento realizado em 1999 no Triângulo Mineiro e nas regiões centro e sul de Minas Gerais, envolvendo aproximadamente 1,6 mil 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 e 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 aos danos causados aos sistemas produtivos, ambas as doenças são crônicas e 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 com diagnóstico positivo 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.

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 (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 redução 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%. Isso decorre basicamente da diferença entre a prevalência da doença: 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 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 exigi-lo dos países de origem.

No entanto, vários países já têm programas de erradicação dessas doenças em fase avançada. A erradicação da tuberculose bovina foi atingida na 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).

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 co-financiados pela União Européia. Desses, os maiores números de rebanhos infectados estão em países do sul da Europa, como Grécia, Espanha, Itália e Portugal (GODFROID e KÄSBOHRER, 2006). Nos Estados Unidos, 48 estados estavam oficialmente livres da doença no final de 2006 – apenas os estados de Idaho e Texas não estão. 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).

Assim, o Brasil deve tomar as medidas necessárias para se equiparar a eles, visando evitar possíveis sanções comerciais no futuro. Com isso em vista, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) lançou, em 2001, o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT). 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 (BRASIL, 2006).

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 e, por esse motivo, considerase como início efetivo do programa o ano de 2004 (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. Dessa forma, o programa pretende envolver não só os setores públicos federal e estaduais, mas também os setores produtivo e industrial e os consumidores (BRASIL, 2006).

Dados os prejuízos econômicos e à saúde pública que a brucelose e a tuberculose bovinas podem causar, pretendeu-se averiguar neste estudo quais fatores 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 e por isso, os determinantes testados são sugeridos empiricamente. O período analisado foi de 1996 a 2006, devido à disponibilidade dos dados.

A adoção das medidas sanitárias depende da decisão do produtor que é quem realizará os 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.

Com relação ao setor privado, foram testadas a produtividade por área dos estados, os preços pagos aos produtores e o valor exportado – todas 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.

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. Referencial teórico

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 em que 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, por exemplo, no controle de qualidade de drogas e vacinas; os riscos e os custos são muito altos para o setor privado; e em situações nas quais as externalidades são prevalentes.

Ainda de acordo com Ekboir (1999), 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>4</sup>; e os custos econômicos associados à enfermidade. Produtores geralmente estão mais dispostos a participar de programas que enfocam doenças endêmicas, porque seus custos são observáveis.

A teoria separa os bens em duas categorias: os bens públicos e privados. 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 excludíveis.

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. Assim, neste estudo, a sanidade animal, isto é, um ambiente saudável para os animais de produção, pode ser considerada um bem público.

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, por estar em um ambiente de baixa ou nenhuma prevalência de certas doenças, não toma as medidas preventivas necessárias, 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.

---

<sup>4</sup> Uma doença é considerada exótica quando não tem ocorrência comum em uma área geográfica determinada.

Os produtores também não podem coordenar suas ações sem uma intervenção centralizada por causa do *free-rider*<sup>5</sup> e da complexidade e 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 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.

### 3. Referencial analítico

Neste trabalho foi realizada uma análise econométrica considerando a possível dependência espacial. Para isso, após a estimação dos modelos Tobit em Painel, os erros foram desempilhados e separados nos 11 anos de análise para cada uma das duas equações estimadas. Esses resíduos foram testados

---

<sup>5</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, com isso, é verdade para todos os agentes, a contribuição total seria menor que a necessária para o esforço adequado.

pelo teste de I de Moran. Segundo Almeida (2008), se não houver dependência em nenhum ano, não há necessidade da utilização de variáveis espaciais. A estatística do I de Moran 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 e probabilidades são obtidas comparando-se o valor obtido ao da estatística Z (ANSELIN, 1995).

O modelo utilizado foi o 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.

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

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

em que as variáveis observadas são:

$$y_{it} = \begin{cases} y_{it}^* & \text{se } y_{it} > 0 \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (5)$$

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).

### 3.1. 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 um 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 dividida pelo rebanho. As variáveis de  $transf$  e  $prleite$  e  $prcarne$  foram deflacionadas pelo IGP-DI de dezembro de 2006.

### 3.2. 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 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 relacionadas à sanidade animal, 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.

## 5. Resultados

Para o teste de I de Moran dos resíduos utilizou-se as matrizes de ponderação de contiguidade de convenção torre e as matrizes dos três 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.

Também foram realizadas regressões secundárias por MQO, 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 utilizar 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.

Os resultados das equações encontram-se na Tabela 1. Os resultados foram discutidos conjuntamente visando evitar repetições, visto que as variáveis explicativas utilizadas são as mesmas em ambas as equações.

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 tais recursos não são usados de modo a melhorar a implantação especificamente do programa analisado. Para melhor interpretação desse resultado, a tabela 2 mostra a estatística descritiva dessa variável por regiões do Brasil.

**Tabela 1.** Resultado da estimação para número de bezerras vacinadas contra brucelose 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%, os com (\*\*) a 5% e os com (\*\*\*) a 1%.

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 2.** 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 pelos autores a partir de dados da pesquisa.

A tabela 2 indica que as maiores transferências por animal são direcionadas aos estados que possuem sistemas de vigilância menos desenvolvidos – das regiões Norte e Nordeste. Espera-se que tal resultado ocorra visando modernizar e tornar os sistemas de vigilância estaduais 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 após o início efetivo do programa. 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>6</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 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

<sup>6</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 Brasil(2006).

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.

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.

Incentivos desse tipo são tendências mundiais e já ocorrem 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 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 e 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 distinção 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 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).

## 6. Conclusões

A brucelose e a tuberculose bovinas são doenças que ameaçam os rebanhos brasileiros. Entretanto, por serem doenças crônicas e não apresentarem sintomas específicos, muitas vezes não são diagnosticadas e o produtor passa a conviver com elas. Por esse motivo, foi importante a iniciativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de implantar o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal. Esse programa, embora novo, já apresentou bons resultados, como o aumento significativo das medidas sanitárias analisadas. Entretanto, para melhorá-los, alguns instrumentos econômicos podem ser usados. Verificou-se que os preços influenciaram positivamente a realização dos exames. Assim, alguns incentivos econômicos podem ser planejados, seja pelo lado governamental, por meio de subsídios aos exames ou, pelo lado privado na forma de diferenciais nos preços pagos a estabelecimentos certificados. Contudo, outros estudos são necessários para indicar quantitativamente qual a melhor opção.

Além disso, sabe-se que países importadores ainda não fazem exigências com relação às doenças abordadas pelo PNCEBT, o que resultou na não significância das variáveis relacionadas às exportações. Entretanto, as empresas exportadoras devem agir de maneira pró-ativa, estando 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.

Finalmente, os órgãos estaduais de defesa sanitária responsáveis pela coleta dos dados de vacinação e exames devem tomar especial cuidado nessas atividades. Isso porque uma coleta o mais próximo da realidade possível viabiliza outros trabalhos como esse além de uma avaliação adequada do programa.

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

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.

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.

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. *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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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

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

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.

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

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.

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