

DETERMINANTES DA ERRADICAÇÃO DA FEBRE AFTOSA NO BRASIL

Determinants for foot and mouth disease eradication in Brazil

Carlos André da Silva Müller¹, Leonardo Bornacki de Mattos², João Eustáquio de Lima³

RESUMO

A febre aftosa é um problema para a pecuária brasileira desde o século XIX, pois afeta a produtividade e é alvo de barreiras sanitárias para as exportações. Em 1992, quando nenhum Estado era livre dessa doença foi lançado o Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA), que colheu resultados positivos. Contudo, percebeu-se que alguns estados foram reconhecidos livres de febre aftosa enquanto outros não. Neste trabalho, objetivou-se identificar porque tal fenômeno ocorreu e, para tal, foi utilizada a análise discriminante. Pelos resultados verificou-se que a intenção privada em lidar com a doença é o que diferencia os estados livres dos não-livres, além da constatação da falta de investimento público. As condições climáticas restritivas das áreas não-livres indicam tal falta de interesse. Sugere-se atenção das autoridades responsáveis quanto ao estado de Alagoas que apresentou escore para ser declarado livre de febre aftosa.

Palavras-chaves: febre aftosa, Brasil, análise discriminante, pecuária, PNEFA.

ABSTRACT

Foot and mouth disease (FMD) has been a problem for the Brazilian livestock since the XIX century. Once it affects the livestock productivity and has always been a problem for the country exports due to the imposition of sanitary barriers. In 1992, when no state was free from FMD, the National Program for Eradication of FMD (PNEFA) was implemented. Since then good results has been obtained with control and eradication of the disease in some states. However, in other states the problem still persists. It is important to determine why some states have faced difficulties in reaching the status of free from FMD while others not. This work aimed to identify the factors which discriminate the populations of states free from FMD from those not free. The results showed that the private efforts in controlling the disease are the most important variables for differentiating the states free from the non-free ones, together with the lack of public investment. The bad climatic conditions of most of the non-free states seem to contribute to the lack of interest to eradicate the disease. It is suggested attention of the authorities in relation to the state of Alagoas which has presented sufficient scores to be considered free from FMD.

Key words: foot and mouth disease, Brazil, discriminant analysis, livestock, PNEFA.

1 INTRODUÇÃO

A febre aftosa, uma doença animal transmitida por vírus, tem afetado a pecuária brasileira desde o século XIX, resultando em elevadas perdas produtivas, principalmente nos sistemas pecuários de bovinos e suínos. Além disso, a ocorrência da doença resulta em barreiras às exportações, conforme previsto no Acordo Sanitário e Fitossanitário (Acordo SPS) da Rodada do Uruguai do GATT, em que se prescreveu a harmonização de medidas seguindo padrões internacionais na busca do provimento de segurança animal, vegetal e do ser humano (WORLD TRADE ORGANIZATION, 1994).

Parece, portanto, que uma eventual erradicação da febre aftosa seria vantajosa para o Brasil, seja via perdas

produtivas evitadas, seja via ganhos com exportações. Contudo, apesar de programas públicos nacionais implementados desde a década de 60, os resultados das ações de combate à febre aftosa foram apenas parciais devido, principalmente, à baixa adesão do setor produtivo, que demonstrou pouco interesse em realizar esforços contra a enfermidade até o início da década de 90⁴.

De acordo com Ferreira Filho (1999), uma explicação para essa falta de interesse pode ser encontrada no fato de que, em períodos com altas taxas de inflação, a pecuária de

⁴Existem casos isolados como o Rio Grande do Sul e Santa Catarina que despenderam maiores esforços contra a febre aftosa desde a década de 60.

¹Doutorando em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa – DER/UFV, Bolsista FAPEMIG; Professor Assistente Departamento de Administração Núcleo de Ciências Sociais – Universidade Federal de Rondônia/UNIR – BR-364, Km 9,5 – Campus Universitário, S/N – 78900-000 – Porto Velho, RO – carlos.andre@universidade.net.

²Doutorando em Economia Aplicada pelo Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa – DER/UFV – Av. PH Holfs, s/n – Departamento de Economia Rural – Campus Universitário – 36571-000 – Viçosa, MG – leobornacki@yahoo.com.br

³Pós-Doutor pela University of Florida, Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa/UFV – Av. PH Holfs, s/n – Departamento de Economia Rural – Campus Universitário – 36571-000 – Viçosa, MG – jelima@ufv.br

Recebido em 07/03/06 e aprovado em 13/04/07

corte, a mais afetada pela febre aftosa, tinha no gado bovino uma reserva de valor com preços dolarizados e elevada liquidez. Além disso, o protecionismo comercial que vigorava na economia brasileira conferia razoável poder de barganha ao produtor perante à indústria frigorífica.

Entretanto, no início dos anos 90, dois fatores foram decisivos para que essa situação fosse alterada; o primeiro, a abertura comercial promovida pelo governo expôs o pecuarista brasileiro a uma maior competição; segundo, a estabilização de preços na economia brasileira, alcançada com a implantação do Plano Real em julho de 1994, que interrompeu a trajetória de elevadas taxas de inflação até então observadas, pondo fim à utilização do boi gordo como capital especulativo.

De acordo com Batalha & Silva (2000), a terra, que também tinha função especulativa, teve seu valor depreciado com a estabilização, o que fez com que a pecuária extensiva e tradicional remunerasse insuficientemente, o capital imobilizado em terras, impondo mudança nos fatores de produção, reduzindo terra e elevando o uso de fatores alternativos como, por exemplo, a genética.

Nesse novo “cenário”, observava-se a necessidade de mudanças estruturais, pois a intensificação tecnológica e a redução de área destinada para pastos poderiam ser prejudicadas, caso a incidência de febre aftosa permanecesse em níveis até então registrados. Lidar com a doença passou a ter elevada importância sob novas condições econômicas.

Em 1992, quando nenhum dos estados brasileiros era considerado livre de febre aftosa, foi elaborado e implantado o Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA), que envolveu não apenas o setor privado, mas também, os governos estaduais e federal. Ao longo dos anos, com esse Programa, verificaram-se resultados positivos no que se refere à redução de focos de febre aftosa, ao reconhecimento de áreas livres e à abertura de comércio para as carnes bovina e suína. Entretanto, os resultados foram diferenciados entre os estados brasileiros, em que alguns conseguiram a declaração de áreas livres de febre aftosa, enquanto outros permaneceram com o *status* de áreas não-livres.

Evidenciados os aspectos negativos da presença da febre aftosa e potencialidade das exportações de carnes, a questão a ser respondida é: porque alguns estados conseguiram ser considerados livres de febre aftosa enquanto outros não?

Para responder a essa pergunta, neste trabalho pretendeu-se realizar uma análise que buscasse

compreender os motivos pelos quais alguns estados são efetivos na erradicação da febre aftosa enquanto outros não conseguem o mesmo resultado. Especificamente, pretendeu-se: determinar os fatores que melhor diferenciem os estados livres de febre aftosa daqueles não-livres; quantificar, a partir da intensidade desses fatores, a intenção de cada estado em erradicar a febre aftosa; e comparar, nos estados não-livres, a participação das iniciativas pública e privada no processo de combate à febre aftosa.

2 O PROGRAMA NACIONAL DE ERRADICAÇÃO DA FEBRE AFTOSA (PNEFA)

O Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA) não foi o primeiro programa que visou a combater a doença. Os primeiros esforços datam da década de 60, quando o Rio Grande do Sul criou o seu programa contra febre aftosa, sendo sucedido por programas nacionais, cujos resultados foram importantes, embora a efetiva erradicação não tenha acontecido.

Diferentemente dos demais programas, o PNEFA foi concebido a partir da interação público-privado, em que cada setor tinha uma função a exercer para o êxito do programa. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento era o gestor, articulador e financiador do programa; as Secretarias Estaduais de Agricultura tinham a função de prover o serviço de atenção veterinária de campo; e o setor privado, o da criação dos fundos emergenciais de erradicação e vacinar o rebanho⁵.

O avanço do PNEFA pode ser medido pelo número de focos de febre aftosa registrados no Brasil como um todo, (Figura 1). Percebe-se, a partir de 1992, uma elevação nos focos de febre aftosa até 1995, quando os registros passaram a se reduzir sucessivamente até 2002 e 2003, anos em que nenhum foco foi registrado no país.

Apesar do avanço do PNEFA, o programa teve sobressaltos, como focos da doença em áreas que já haviam sido reconhecidas como livres internacionalmente, como Rio Grande do Sul (2000 e 2001) e Mato Grosso do Sul (2005), além de incidência em áreas não-livres, como Pará e Amazonas em 2004. Em cada evento dessa natureza, perdas financeiras, econômicas e sociais foram elevadas em virtude da imposição de embargos à importação da carne bovina e suína brasileira.

⁵Fundos emergenciais são recursos financeiros reservados para pagamento aos produtores.

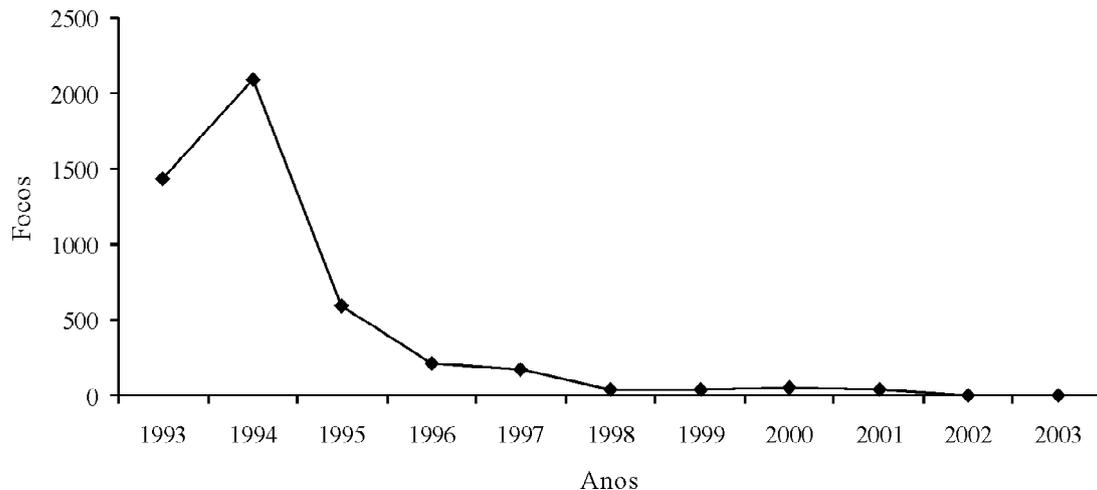


FIGURA 1 – Evolução de focos de febre aftosa no Brasil no período de 1984 a 2003.

Fonte: Boletim de Defesa Sanitária Animal (2001) e Relatório Anual do PNEFA (2003).

3 METODOLOGIA

3.1 Análise Discriminante

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, optou-se pelo uso da técnica estatística multivariada, mais precisamente a Análise Discriminante. Segundo Barroso & Artes (2003), essa técnica é freqüentemente utilizada para diferenciar populações e/ou classificar objetos em populações pré-definidas.

Em linhas gerais, pode-se dizer que a Análise Discriminante possui quatro objetivos principais: a) determinar uma ou mais funções que sejam capazes de efetuar a discriminação máxima entre duas ou mais populações; b) testar a classificação prévia de um elemento (objeto) em uma população específica; c) estabelecer uma regra para alocar um ou mais elementos em uma ou mais populações; e d) identificar, entre as variáveis observadas que caracterizam os elementos, quais têm maior poder de discriminação.

De acordo com Manly (1994), a maneira mais simples de se obter funções capazes de discriminar grupos consiste em determinar combinações lineares $Y = a' X$ das variáveis X que caracterizam os elementos de ambos os grupos, determinando-se coeficientes a_1, a_2, \dots, a_p , que tornam máximas tanto a homogeneidade dentro de cada grupo quanto a heterogeneidade entre os grupos. Um dos métodos mais utilizados para determinar tais coeficientes é o método de Fisher.

O método de Fisher, para duas populações, tem como suposição apenas que as matrizes de covariância das variáveis que caracterizam os elementos de ambos os grupos sejam iguais, ou seja, $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma$.

Para mostrar como a função discriminante de Fisher é obtida, define-se, inicialmente, π_1 e π_2 como os grupos para os quais se deseja realizar a análise discriminante, sendo n_1 e n_2 o número de elementos em π_1 e π_2 , respectivamente. Define-se também $X' = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_p]$ como o vetor p de variáveis que caracterizam os elementos.

Definindo S_1 e S_2 como as matrizes de variância e covariância amostrais das variáveis X em π_1 e π_2 , respectivamente, pode-se obter uma matriz S_p representativa da variância conjunta das variáveis, determinada a partir de uma média ponderada de S_1 e S_2 , tal que:

$$S_p = \frac{(n_1 - 1) S_1 + (n_2 - 1) S_2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (1)$$

O princípio básico do método de Fisher consiste em determinar uma ou mais combinações lineares das variáveis $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$, dadas por:

$$Y = a' x \quad (2)$$

de maneira que os valores de Y obtidos para cada um dos elementos de π_1 sejam o máximo possível separados dos valores de Y obtidos para cada um dos elementos de π_2 .

A separação entre os dois grupos é feita de maneira a maximizar a razão entre a heterogeneidade entre os grupos e a homogeneidade dentro dos grupos, ou seja, maximizar:

$$\frac{(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)}{s_y} \quad (3)$$

em que \bar{Y}_1 e \bar{Y}_2 são os valores médios (ou centróides) de Y calculados para os elementos de π_1 e π_2 , respectivamente, e s_y é o desvio-padrão de Y .

Elevando-se (3) ao quadrado, tem-se:

$$\frac{(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)^2}{s_y^2} = \frac{\text{distância ao quadrado entre as médias}}{\text{variância de } Y} \quad (4)$$

Dado que $\bar{Y}_1 = a' \bar{X}_1$ e $\bar{Y}_2 = a' \bar{X}_2$, sendo \bar{X}_1 e \bar{X}_2 vetores de médias das variáveis explicativas em π_1 e π_2 , respectivamente, tem-se que:

$$\frac{(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)^2}{s_y^2} = \frac{(a' \bar{X}_1 - a' \bar{X}_2)^2}{a' S_p a} \quad (5)$$

Segundo Johnson & Wichern (1992), pode-se mostrar que a combinação linear que maximiza a razão expressa em (5) é dada por:

$$Y = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^T S_p^{-1} X \quad (6)$$

que é a notação matricial da função discriminante de Fisher para dois grupos. Igualando-se (6) a (2), tem-se que:

$$a' = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^T S_p^{-1} \quad (7)$$

O número máximo de funções discriminantes (combinações lineares) possíveis é dado pelo mínimo entre p e $g - 1$, sendo p número de variáveis explicativas e g o número de grupos ou populações a serem discriminados. Assim, em se tratando de apenas duas populações, é possível obter uma única função discriminante.

Uma forma de se testar a adequabilidade da classificação dos elementos no modelo é feita por meio da Regra de Bayes. Segundo Pinare (1985), tal regra leva em consideração a probabilidade de se classificar erroneamente um elemento na população π_1 quando, na verdade, esse pertence à π_2 (Figura 2).

Na Figura 2 verifica-se que dado um valor de Y_i , para determinado indivíduo, ele pode ser classificado em π_1 e, na verdade, pertencer a π_2 , ou vice-versa. Suponha uma regra em que o indivíduo seja classificado em π_1 se $Y_i \leq c$ e classificado em π_2 se $Y_i > c$. Então, se $Y_i \leq c$ e o indivíduo realmente pertencer a π_2 , a probabilidade de classificação errada $P(1/2)$ é dada pela área "A". Da mesma forma, se $Y_i > c$ e o indivíduo pertencer a π_1 , a probabilidade de classificação errada $P(2/1)$ é representada pela área "B".

3.2 Operacionalização das variáveis

Neste estudo tomaram-se como referência os estados brasileiros, que foram divididos em dois grupos. Um primeiro grupo é formado por 15 elementos e contempla todos os estados brasileiros considerados áreas livres de febre aftosa, a saber: Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato

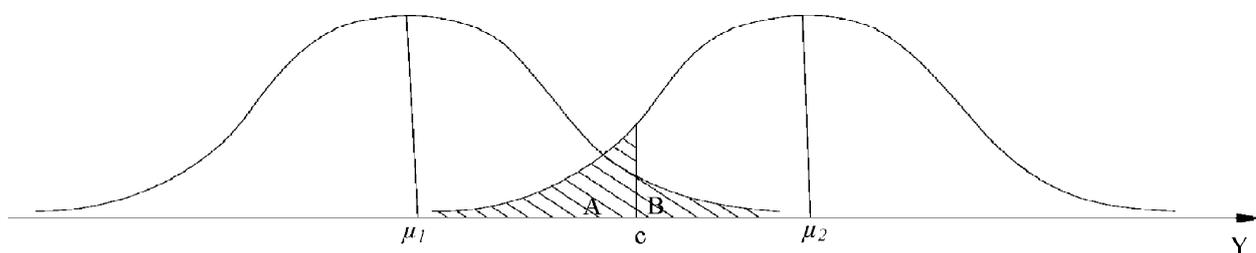


FIGURA 2 – Representação de probabilidade de classificação errônea.

Fonte: Pinare (1985).

Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Geais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Rondônia, Santa Catarina⁶, São Paulo, Sergipe, Tocantins, além do Distrito Federal

O segundo grupo, composto por 12 elementos, é formado pelos demais estados brasileiros que são considerados não-livres de febre aftosa. Portanto, esse grupo é formado pelos seguintes estados: Acre⁷, Alagoas, Amapá Amazonas, Ceará, Maranhão, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Roraima.

Posteriormente, fez-se necessário identificar um conjunto de variáveis que caracterizam os 27 estados brasileiros no que se refere às medidas adotadas no sentido de erradicar a febre aftosa. A presença e a intensidade dessas variáveis devem ser capazes de justificar o sucesso do PNEFA em alguns estados e em outros, não.

Basicamente, a escolha das variáveis foi fundamentada na estratégia brasileira para a erradicação da febre aftosa, em que foram definidas tarefas a serem executadas pelos setores públicos e privados, em conformidade com a regulação internacional⁸.

As variáveis que caracterizam os investimentos públicos anti-aftosa são: estrutura física (edificações), número de veterinários, número de técnicos e auxiliares (outros recursos humanos) e número de veículos. Em vez de se trabalhar com valores absolutos dessas variáveis, buscou-se ponderá-los pelo número de propriedades pecuárias existentes em cada Estado, procurando, dessa forma, atenuar as diferenças entre as estruturas pecuárias existentes. Assim, as variáveis referentes às ações governamentais foram descritas da seguinte maneira:

- EFI_j – Estrutura física por propriedade pecuária no estado j ;
- VET_j – N° de veterinários por propriedade pecuária no estado j ;
- ORH_j – N° de técnicos e auxiliares por propriedade pecuária no estado j ; e
- VEI_j – N° de veículos por propriedade pecuária no estado j .

No que se refere à intenção privada em erradicar a febre aftosa, foram utilizadas as seguintes variáveis: percentual de bovinos vacinados, produção *per capita* e densidade demográfica do rebanho. O índice de vacinação é considerado a variável que melhor explicita a intenção privada em erradicar a febre aftosa, uma vez que essa mostra se o produtor está comprometido com a sua erradicação por meio de aquisição da vacina.

O uso da variável produção *per capita* pode ser justificado pelo fato de quanto menor seu valor, maiores são as possibilidades de o estado não conseguir atender a sua própria demanda e, portanto, ser um importador de carne. Considera-se que os estados importadores têm

menores estímulos à erradicação da febre aftosa, visto que esses não se beneficiariam dos ganhos obtidos por meio das exportações. Ressalta-se que essa é uma situação que ocorre com elevada frequência nos estados das Regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Por fim, o uso da variável densidade demográfica bovina baseou-se na suposição de que quanto maior for o valor dessa variável, maior a possibilidade de ocorrência e transmissão de febre aftosa e, por isso, maior também o interesse em erradicar a enfermidade. As variáveis referentes às ações do setor privado foram assim descritas:

- VAC_j – percentual de bovinos vacinados no estado j ;
- PRO_j – Produção *per capita* de carne bovina no estado j ; e
- REB_j – Densidade demográfica bovina no estado j .

De uma forma geral, procurou-se medir os investimentos públicos contra febre aftosa e intenção privada em lidar com essa doença. Em razão de as variáveis apresentarem unidades de medidas diversas, optou-se por padronizá-las antes da operacionalização do modelo⁹.

3.3. Fontes dos dados

Os dados, por Estado, referentes ao número de veterinários, número de técnicos e auxiliares, número de unidades locais e regionais, números de veículos, índices de vacinação e rebanho bovino foram obtidos no Relatório Anual do PNEFA, para o exercício de 2003. A área geográfica de cada estado e a população estadual foram obtidos no *site* de banco de dados do IBGE (www.sidra.ibge.gov.br).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o primeiro teste realizado, objetivo-se verificar se as médias das variáveis são estatisticamente iguais em cada grupo de estados. Caso sejam, significa que as variáveis selecionadas não podem explicar a diferenciação entre estados livres de não-livres de febre aftosa, ou seja, não são capazes de discriminar os dois grupos. Na Tabela 1 verifica-se o resultado do teste da igualdade das médias.

⁶Santa Catarina tem a vacinação do rebanho suspenso, como pré-requisito para o reconhecimento internacional de área livre de febre aftosa sem vacinação, o *status* máximo quanto ao nível de segurança de infecção da doença.

⁷O Acre foi considerado livre de febre aftosa em 2005; contudo, os dados se referem a 2003, quando ainda não era livre.

⁸Para maiores detalhes, ver MAPA (2003) e Office International des Epizooties (2005).

⁹As análises foram feitas com o *software* SPSS®

TABELA 1 – Teste da igualdade das médias das variáveis, para os grupos de estados livres e não-livres de febre aftosa, 2003.

Variáveis	Média das Variáveis		Estatística F	Nível de Significância
	livres	não-livres		
Estrutura física (EFI)	0,01346	0,000532	4,747	0,039
Número de veterinários (VET)	0,002428	0,002652	0,004	0,953
Número de técnicos e auxiliares (ORH)	0,007722	0,003678	2,632	0,117
Número de veículos (VEI)	0,003848	0,002981	0,513	0,480
Índice de vacinação (VAC)	0,958288	0,58135	27,939	0,000
Produção <i>per capita</i> de carne (PRO)	118,5259	24,02549	4,285	0,049
Densidade demográfica bovina (REB)	43,6294	11,21385	33,298	0,000

Fonte: Dados de pesquisa.

Nota: Testa-se a hipótese nula $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ contra a hipótese alternativa $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$.

Considerando a significância de 10%, pelo teste de igualdade de médias na Tabela 1, verificou-se que a presença de veterinários, outros recursos humanos (técnicos e auxiliares) e a disponibilidade de veículos nos estados têm médias semelhantes tanto nos estados livres de febre aftosa como os não-livres, o que significa dizer que os investimentos dessa natureza ocorrem de forma semelhante em ambos os grupos.

O resultado foi contrário ao esperado, uma vez que se acreditava haver discrepância nesses investimentos, que são públicos. Assim sendo, as variáveis que não discriminaram os dois grupos de estados foram excluídas da análise discriminante.

Para investimentos públicos em estrutura física, não se pôde rejeitar, a 1% de significância estatística, a hipótese nula de igualdade nas médias entre os dois grupos, isto é, a capacidade de o serviço de vigilância sanitária estar próximo da produção é de fato diferente entre os estados livre e os não-livres de febre aftosa.

É importante ressaltar que investimento em recursos humanos e veículos, sem uma estrutura física (edificações) capaz de atender ao sistema de vigilância sanitária animal, prejudica significativamente os resultados de esforços para reconhecimento de áreas livres de febre aftosa.

Entre as variáveis que representam a intenção do setor privado em erradicar a febre aftosa, todas apresentaram diferenças de médias estatisticamente significativas ou, de outra forma, essas variáveis diferenciam estados livres de não-livres da doença, o que sugere que os estados da área não-livre encontram-se em tais condições por causa, principalmente, do desinteresse do setor produtivo.

A explicação para esse fenômeno decorre dos estados considerados não-livres situarem-se nas Regiões

Norte ou Nordeste do Brasil, cujas produções sofrem elevadas restrições ambientais, tais como o semi-árido nordestino ou a floresta amazônica, impedindo ganhos de escala na produção pecuária, o que faz com que a erradicação da enfermidade não seja considerada prioritária pelos produtores.

Por outro lado, no que diz respeito à esfera pública, investir no serviço de atenção veterinária exige gastos que esbarram no custo de oportunidade de investimentos destinados ao turismo, a porta de entrada de divisas nesses estados.

Depois de definidas as variáveis a serem utilizadas na análise, foi determinada a função discriminante para os grupos de estados livres e não-livres de febre aftosa. Conforme pode ser observado na Tabela 2, a função discriminante obtida é significativa a 1% de significância.

TABELA 2 – Função discriminante para os grupos de estados livres e não-livres de febre aftosa, 2003.

Função Discriminante (Y)	
Variáveis	Coefficientes
Densidade demográfica bovina (REB)	0,554
Índice de vacinação (VAC)	0,647
Estrutura física (EFI)	0,179
Produção <i>per capita</i> de carne (PRO)	0,074
Teste de significância da Função	
λ de Wilks	0,325
Estatística χ^2	25,864
p-valor	0,000

Fonte: Dados de pesquisa.

A utilização de variáveis padronizadas na análise discriminante permite que os coeficientes da função discriminante, apresentada na Tabela 2, possam ser utilizados como indicadores do poder discriminatório de cada uma das variáveis. Assim, pelos resultados, infere-se que as variáveis índice de vacinação (VAC) e densidade demográfica bovina (REB), que representam a intenção privada em erradicar a febre aftosa, são, respectivamente, as que possuem maior poder discriminatório entre os estados livres e não-livres de febre aftosa.

A função discriminante pode ainda ser utilizada para quantificar a intenção dos estados em erradicar a febre aftosa. Faz-se necessário obter escores (pontuação) para cada estado, o qual é feito substituindo-se os valores observados das variáveis explicativas na função discriminante. Pelos escores obtidos, pode-se inferir, quantitativamente, quais são os estados que mais investem contra a febre aftosa e os que menos investem. Na Figura 3 apresentam-se os escores calculados para os 27 estados brasileiros.

Uma vez que foram utilizadas variáveis padronizadas na análise discriminante, a média de pontuação dos dois grupos em conjunto, indicada pela linha tracejada, é zero. Como se esperava, os escores obtidos para os estados livres de febre aftosa são, em valores absolutos, maiores que aqueles obtidos para os estado não-livres.

A exceção ocorre com o Estado de Alagoas, cujo escore é maior que os escores do Distrito Federal e dos estados da Bahia e Mato Grosso. Tal fato pode ser justificado em razão de Alagoas ter uma boa estrutura física, associado a um bom índice de vacinação do rebanho e, por ser um Estado pequeno, qualquer investimento em zoonosidade implica uma maior magnitude na pontuação, quando comparada a estados como Bahia e Mato Grosso.

O resultado pode ser importante para a tomada de decisão, uma vez que Alagoas faz fronteira com Sergipe, considerado área livre, e com Pernambuco, área não-livre. Assim, caso seja possível implementar uma atenção veterinária que consiga realizar uma boa atuação de fronteira, Alagoas poderia tanto requisitar a possibilidade de ser área livre de febre aftosa, ou, no mínimo, ser elevado ao enquadramento de área tampão¹⁰. Tal fato, se concretizado, seria um marco, já que nenhum Estado do Circuito Pecuário Nordeste ainda foi declarado livre¹¹.

¹⁰Área tampão é um espaço geográfico que divide a área livre da área não-livre.

¹¹Na formação dos Circuitos Pecuários, Bahia e Sergipe fizeram parte do Circuito Pecuário Leste e não Nordeste.

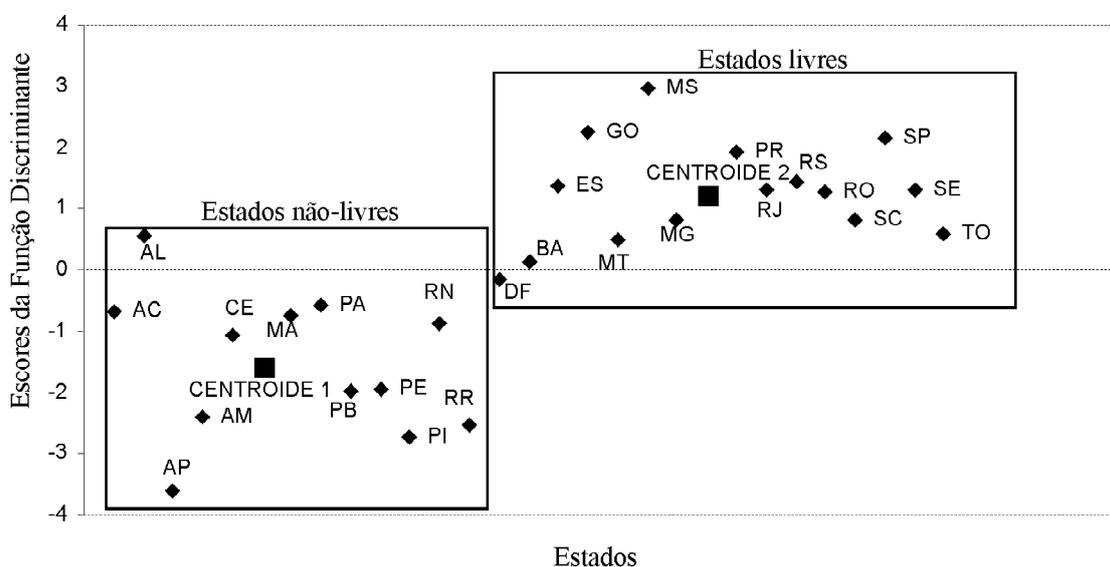


FIGURA 3 – Escores quanto à erradicação da febre aftosa, por estado da federação.

Fonte: Dados de Pesquisa.

Um aspecto relevante a ser mencionado é o fato de o Mato Grosso do Sul ser o estado que possui a maior pontuação, de acordo com a função discriminante estimada e, ainda assim, ter registrado em 2005 focos de febre aftosa. Ocorre que o estado possui uma das maiores fronteiras, em que investimentos contra febre aftosa devem ser maiores, quando comparados aos demais estados brasileiros.

Destaca-se também que, além de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Goiás têm escores elevados no que tange à intenção/estrutura para erradicação da febre aftosa. Por outro lado, Amapá, Piauí e Roraima são os estados que apresentaram os menores escores, o que os caracteriza como aqueles que estariam mais distantes do sucesso no combate à febre aftosa.

Na Figura 3 observa-se também uma medida da maneira como a função discriminante obtida efetua a separação dos elementos entre os estados livres e não-livres de febre aftosa. Percebe-se que há uma distância significativa, medida no eixo vertical da Figura 3, entre os centróides das duas populações, em torno dos quais os elementos estão distribuídos.

Uma maneira alternativa para uso dos coeficientes da função discriminante para identificar o poder discriminatório das variáveis consiste na análise de correlação das variáveis com a função discriminante¹². As variáveis que apresentam os maiores coeficientes de correlação, em valores absolutos, são aquelas que melhor discriminam os grupos. Na Tabela 3 verificam-se os coeficientes de correlação das variáveis com a função discriminante.

Por se tratar de uma análise de correlação, uma informação importante está nos sinais dos coeficientes obtidos, que, nesse caso, são todos maiores que zero, indicando associação positiva entre as variáveis e a função discriminante.

TABELA 3 – Correlação entre a função discriminante (Y) e as variáveis explicativas Densidade demográfica bovina (REB), Índice de vacinação (VAC), Estrutura física (EFI), e Produção *per capita* de carne (PRO).

Variáveis	Correlação
Densidade demográfica bovina (REB)	0,800
Índice de vacinação (VAC)	0,733
Estrutura física (EFI)	0,302
Produção <i>per capita</i> de carne (PRO)	0,287

Fonte: Dados de Pesquisa.

De acordo com os coeficientes de correlação apresentados na Tabela 3, conclui-se que as variáveis mais importantes para discriminar os estados livres de febre aftosa dos não-livres são a densidade demográfica do rebanho, com o valor de 0,8 e o índice de vacinação de 0,733. Embora a ordem de importância dessas variáveis tenha sido invertida, quando comparada com a análise dos coeficientes da função discriminante, com esse resultado, ratifica-se o que já havia sido concluído pela análise dos coeficientes da função discriminante. As demais variáveis que também discriminam as duas populações apresentam baixa correlação: estrutura física com 0,302 e produção *per capita* de 0,287.

Corroborar-se, portanto, que as variáveis mais importantes na erradicação da febre aftosa são referentes à intenção privada em combater tal enfermidade, demonstrando que, de fato, essa é menor para estados não-livres da enfermidade.

Um outro teste realizado procurou avaliar a capacidade da função discriminante obtida em classificar corretamente os estados das duas populações, ou seja, alocar corretamente os elementos nos grupos de estados livres e não-livres de febre aftosa. Para implementar esse teste, utilizou-se a probabilidade bayesiana, pressupondo que as variáveis do modelo distribuam-se normalmente¹³. Considerou-se como probabilidade *a priori* aquela ponderada pelo número de estados em cada um dos grupos de estados livres de febre aftosa e não-livres. Assim, a probabilidade de um elemento pertencer ao grupo dos estados livres foi de 0,556, enquanto a probabilidade de pertencer ao outro grupo foi de 0,444. Os resultados desse teste são apresentados na Tabela 4.

De acordo com a Tabela 4, a adequabilidade do modelo quanto à classificação é bastante satisfatória. De uma forma geral, 96,3% dos estados estão devidamente classificados em suas respectivas populações. Para os estados considerados não-livres, 91,70% foram corretamente classificados, enquanto para os estados livres, o percentual foi de 100,00%. Ao todo, houve apenas uma classificação errônea, a saber: o estado de Alagoas, que é considerado não-livre, foi classificado pelo modelo como livre, conforme já observado na Figura 2.

¹²Não há, na literatura referente a esse assunto, uma definição de qual dos métodos é o melhor.

¹³Não se pode atestar que as variáveis são distribuídas normalmente devido à população ser pequena (26 estados mais o Distrito Federal), mas a pressuposição é importante para a realização do teste.

TABELA 4 – Teste de adequabilidade do modelo quanto à classificação dos estados brasileiros em livres e não-livres de febre aftosa.

	Grupo	Previsto		Total*	
		Não-livres	Livres		
Original	Unidades	Não-livres	11	12	
		Livres	0	15	
	%	Não-livres	91,70	8,30	100,00
		Livres	0,00	100,00	100,00

* 96,3% dos estados brasileiros foram corretamente classificados.

Fonte: Dados de pesquisa.

5 CONCLUSÕES

O modelo utilizado mostra-se adequado para discriminar populações livres e não-livres de febre-aftosa. Constata-se que a vontade privada em lidar com a doença é menor nos estados não-livres, uma vez que todas as variáveis de intenção privada em erradicá-la discriminam bem os estados livres e os não-livres da doença.

Quanto aos investimentos públicos, observa-se que o número de veterinários, de técnicos e de veículos disponíveis não diferenciam os dois grupos de estados, o que indica que os investimentos nessas variáveis são semelhantes em estados livres e não-livres de febre aftosa. A única variável de investimento público que os diferencia é o número de edificações por propriedade.

O aumento e melhoria da estrutura física e ações junto aos produtores para que aumentem a produção e intensifiquem as vacinações contribuem positivamente para a elevação do nível de erradicação da enfermidade no Brasil.

O escore calculado para o estado de Alagoas é suficiente para que tal estado seja incluído no grupo dos estados livres de febre aftosa. Sugere-se que as autoridades competentes realizem avaliações mais apuradas sobre a real situação desse estado, visando a torná-lo livre de febre aftosa.

Os dados utilizados no presente estudo possuem algumas limitações, como a distribuição e tamanho das propriedades dentro de cada estado, formas de atuação dos serviços de atenção veterinária, áreas de fronteira, etc., o que pode explicar melhor as diferenciações entre estados livres de não-livres.

Para estudos posteriores, sugere-se que a diferenciação dos estados leve em consideração, além do número de propriedades, fatores que possam explicar de maneira mais precisa a capacidade de cada um dos estados em combater a febre aftosa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, L. P.; ARTES, R. Análise multivariada. In: REUNIÃO ANUAL DA RBES E SEAGRO, 48., 2003, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 2003. 155 p.
- BATALHA, M. O.; SILVA, C. A. B. *Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil*. Brasília, DF: IEL, 2000. 398 p.
- FERREIRA FILHO, J. B. S. Os desafios da estabilização econômica para a agricultura brasileira. In: GOMES, M. F. M.; COSTA, F. A. (Eds.). *(Des)equilíbrio econômico & agronegócio*. Viçosa: UFV/DER, 1999. p. 41-49.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992. 642 p.
- MANLY, B. F. *Multivariate statistical methods: a primer*. 2. ed. London: Chapman and Hall, 1994. 215 p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Relatório anual do plano nacional de erradicação de febre aftosa referente as atividades de 2002*. Brasília, DF: Secretaria de Defesa Animal, 2003. 102 p.
- OFFICE INTERNATIONAL DES EPIZOOTIES. *Terrestrial code*. 14. ed. Paris: OIE, 2005. Disponível em: <http://www.oie.int/eng/normes/en_mcode.htm>. Acesso em: 15 jul. 2005.
- PINARE, A. G. V. *Uso da função discriminante linear na classificação dos fatores que determinam o êxodo rural*. Petrolina: Embrapa-CPATSA/SUDENE, 1985. 30 p.
- WORLD TRADE ORGANIZATION. *Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures*. 1994. Disponível em: <http://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/legal_e.htm>. Acesso em: 15 mar. 2003.