



INTRODUÇÃO

A brucelose é uma enfermidade infectocontagiosa, causada por bactérias do gênero *Brucella* sp. que possui distribuição mundial, apresentando-se na forma endêmica em muitos países, resultando em consideráveis prejuízos econômicos aos sistemas de produção, tanto de corte quanto de leite, além de graves implicações na sanidade animal e saúde pública, tendo em vista seu caráter zoonótico [1].

Em 2001, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), ciente da necessidade de promover o controle dessa doença, desenvolveu e lançou o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT) [2]. A estratégia de atuação do PNCEBT é baseada na classificação das Unidades da Federação quanto ao grau de risco para a brucelose e tuberculose e na definição de procedimentos de defesa sanitária animal a serem adotados conforme essa classificação [3].

O comércio de animais é um importante fator de risco para a disseminação da *Brucella abortus* entre animais e rebanhos, assim, o trânsito de bovinos a partir de uma origem cujo o status sanitário é desconhecido pode facilitar a introdução de animais infectados no rebanho de destino em que não tenham sido testados previamente na origem antes da movimentação ou, ainda, com resultado falso-negativo nos testes de diagnóstico para brucelose [4].

Nesse contexto, a análise de risco tem um papel fundamental no desenvolvimento de políticas públicas no campo da defesa sanitária animal, que é um procedimento formal para estimativa das probabilidades e das consequências dos efeitos adversos que ocorrem em uma população específica, neste caso, o rebanho bovino, levando-se em consideração a exposição ao potencial perigo, aqui representado pela *B. abortus* [5].

OBJETIVOS

Objetivo geral

Realizar uma análise de estimativa pontual preconizada pela Organização Mundial de Sanidade Animal (WOAH, fundada como OIE) [6], para determinar a probabilidade de importação da brucelose, bem como a quantidade esperada de fêmeas bovinas supostamente infectadas por *B. abortus* para o estado do Tocantins.

Objetivos específicos

Determinar a probabilidade de importação de pelo menos uma fêmea bovina infectada por *B. abortus* e o número esperado dessas fêmeas com teste de diagnóstico realizado no estado de origem.

Determinar a probabilidade de importação de pelo menos uma fêmea bovina infectada por *B. abortus* e o número esperado dessas fêmeas sem realização prévia do teste de diagnóstico no estado de origem.

Sugerir ao Serviço Veterinário Oficial (SVO) a implementação da exigência de testes de diagnóstico para brucelose realizados no estado de origem, independentemente da finalidade do trânsito, exceto para abate imediato, como forma de mitigar o risco de introdução de animais infectados por *B. abortus* no estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados referentes ao trânsito interestadual de entrada de fêmeas bovinas no estado do Tocantins no período de 2015 a 2021, extraídos do relatório de trânsito de bovinos (TB-1), disponíveis no Sistema Informatizado de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins (SIDATO), foram consolidados em planilha eletrônica da Microsoft Excel® 2019, salvos em formato "file.csv (separado por vírgulas)" e importados para o software R Studio®, versão 1.1.463.

Para avaliar a importação da brucelose bovina no estado do Tocantins, considerou-se o trânsito interestadual de fêmeas bovinas com finalidade de reprodução, que tem a obrigatoriedade de exames negativos para *B. abortus* (Cenário 1), bem como o trânsito de fêmeas bovinas com finalidade de engorda sem a exigência desses exames (Cenário 2), mas que, em virtude das características da produção regional, por vezes são utilizadas como matrizes de reposição em explorações pecuárias com menor grau de tecnologia.

Para o Cenário 1, a probabilidade foi quantificada considerando a ocorrência de dois eventos independentes entre si (Equação 1). O primeiro evento refere-se à probabilidade de uma determinada propriedade ser considerada como foco para brucelose no estado de origem, modelado pelos valores de prevalência de focos obtidos por meio da literatura científica. O segundo evento refere-se à probabilidade do teste de diagnóstico não detectar uma fêmea infectada por *B. abortus*, sendo modelado pelo inverso do valor preditivo negativo (1-VPN), ou seja, a prevalência da brucelose nas fêmeas com teste de diagnóstico falso-negativo. Para estimar o número esperado de fêmeas infectadas por *B. abortus* nesse cenário, foram utilizados como parâmetros a prevalência de focos no estado de origem, o inverso do valor preditivo negativo (1-VPN) e o número total de fêmeas bovinas importadas com prévia realização de testes de diagnóstico no estado de origem (Equação 2).

$$P(x \geq 1) = 1 - (1 - (1 - VPN) * pf)^e \quad (1)$$

$$Ne = pf * (1 - VPN) * e \quad (2)$$

Para o Cenário 2, a probabilidade foi quantificada considerando também a ocorrência de dois eventos independentes entre si (Equação 3). O primeiro evento refere-se à probabilidade de uma determinada propriedade ser considerada como foco para brucelose no estado de origem, modelado pelos valores de prevalência de focos. O segundo evento refere-se à probabilidade de uma fêmea bovina ser infectada por *B. abortus* na propriedade do estado de origem, modelado pelos valores de prevalência animal. Para esse cálculo, foi considerado o número total de fêmeas bovinas importadas sem prévia realização de testes de diagnóstico no estado de origem. Esses mesmos parâmetros foram utilizados para calcular a quantidade esperada de fêmeas infectadas por *B. abortus* para o estado do Tocantins sem realização prévia de testes de diagnóstico no estado de origem (Equação 4).

$$P(x \geq 1) = 1 - (1 - pa * pf)^{ne} \quad (3)$$

$$Nne = pf * pa * ne \quad (4)$$

Para determinar o VPN do AAT e 2-Me (Equação 5), os valores de sensibilidade e especificidade destes testes foram, respectivamente, definidos a partir das informações registradas na literatura científica. No diagnóstico em série os testes são aplicados sequencialmente baseados nos resultados de um teste anterior (Equações 6 e 7). Consequentemente, as fêmeas bovinas que são consideradas reagentes no exame do AAT, são testadas novamente com o 2-Me. Portanto, somente os animais com resultado positivo nos dois testes são considerados infectados [5].

$$VPN = \frac{(1 - pa) * esp}{(1 - pa) * esp + pa * (1 - se)} \quad (5)$$

$$Sensibilidade = se_{AAT} * se_{2Me} \quad (6)$$

$$Especificidade = 1 - \{(1 - esp_{AAT}) * (1 - esp_{2Me})\} \quad (7)$$

RESULTADOS

A importação de fêmeas supostamente infectadas por *B. abortus* para o estado do Tocantins sem realização prévia de exames foi 68,58 (7.407/108) vezes maior do que no grupo de fêmeas com diagnóstico realizado no estado de origem. Nessa última situação, mesmo havendo alta probabilidade de importar fêmeas supostamente infectadas por *B. abortus*, por exemplo, Goiás (99,99%) e Pará (100%), o número relativo dessa importação foi de 0,0028 (108/38.140), ou seja, a cada 10.000 fêmeas importadas apenas 28 podem ter apresentado diagnóstico falso-negativo para *B. abortus* segundo o modelo proposto.

Tabela 1 - Probabilidade de importação de pelo menos uma fêmea bovina infectada por *B. abortus* para o estado do Tocantins, bem como o número esperado dessas fêmeas supostamente infectadas, segundo o estado de origem, Brasil, no período de 2015 a 2021.

ESDADO DE ORIGEM	CENÁRIO 1			CENÁRIO 2		
	QTD. IMPORTADA	P(x ≥ 1) (%)	Nº DE INFECTADOS	QTD. IMPORTADA	P(x ≥ 1) (%)	Nº DE INFECTADOS
Bahia	517	2,17	0	2.809	54,10	1
Distrito Federal	100	0,44	0	170	4,78	0
Espírito Santo	102	5,46	0	107	31,53	0
Goiás	14.331	99,99	12	35.291	100,00	186
Maranhão	1.369	45,16	1	21.087	100,00	60
Mato Grosso	2.070	98,16	4	16.241	100,00	199
Mato Grosso do Sul	1.109	97,79	4	2.352	100,00	50
Minas Gerais	3.575	14,59	0	3.126	59,71	1
Pará	9.569	100,00	86	126.374	100,00	6.900
Paraíba	123	2,15	0	479	42,37	0
Paraná	500	5,18	0	316	19,73	0
Pernambuco	732	6,79	0	1.354	57,40	1
Rio de Janeiro	185	16,62	0	73	36,16	0
Rio Grande do Sul	148	0,78	0	997	29,24	0
Roraima	0	0,00	0	33	7,43	0
Roraima	0	0,00	0	0	0,00	0
Santa Catarina	233	0,39	0	371	4,00	0
São Paulo	3.344	71,61	1	3.875	99,99	9
Sergipe	133	8,36	0	69	25,38	0
Total	38.140	-	108	215.142	-	7.407

DISCUSSÃO

As probabilidades de introdução de pelo menos uma fêmea infectada por *B. abortus* para o estado do Tocantins a partir de outros estados foram maiores no Cenário 2, visto que esses animais foram movimentados sem prévia realização dos testes de diagnóstico para brucelose na origem, corroborando com Oliveira [7], que avaliaram a importação da brucelose bovina a partir da Argentina e Uruguai e concluíram que a realização de testes de diagnóstico para brucelose antes da movimentação animal é uma medida sanitária eficaz na prevenção da transmissão da *B. abortus*.

Thrusfield *et al.* [5] ressaltam que a probabilidade de um animal com teste negativo estar infectado aumenta quanto maior for a prevalência da doença na população e, dada uma prevalência, a probabilidade de incluir pelo menos um animal infectado no grupo de animais a serem importados aumenta quanto maior for o número de animais nesse grupo. Essa situação foi constatada com os resultados obtidos neste estudo, entretanto a não realização de testes de diagnóstico para brucelose na origem antes da movimentação animal também aumenta a probabilidade de importação de pelo menos um animal infectado por *B. abortus*.

Os resultados deste estudo reforçam a necessidade da realização de testes de diagnóstico previamente à movimentação dos animais corroborando com Dadar *et al.* [8], que afirmaram que o SVO deve envidar esforços para informar os produtores rurais sobre os riscos de reposição de matrizes a partir de propriedades não certificadas. Segundo Coelho *et al.* [9], a compra de bovinos tem sido considerada um fator de risco para brucelose e essa aquisição a partir de rebanhos grandes aumenta o risco de introdução de animais infectados nos rebanhos de destino. Sendo assim, a exigência de testes de diagnóstico para brucelose realizados na origem independente da finalidade, exceto para abate imediato, pode mitigar o risco de introdução de animais infectados no estado do Tocantins.

Uma importante limitação da análise de risco elaborada neste estudo refere-se à disponibilidade dos dados de prevalência da brucelose bovina na literatura científica. De acordo com Ferreira Neto *et al.* [2], foram realizados apenas dois estudos nacionais conduzidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para determinar a soroprevalência e os fatores de risco da brucelose bovina desde a implantação do PNCEBT em 2001. O primeiro foi realizado em 2003/2004 com resultados publicados somente em 2009 e o segundo em 2014/2015 com resultados publicados em 2016. Assim, para melhorar a acurácia dos resultados nesse tipo de análise de risco, os estudos de prevalência da brucelose bovina devem ser realizados em intervalos regulares de tempo conforme as características epidemiológicas da doença.

CONCLUSÃO

Este estudo permitiu identificar altas probabilidades de introdução de fêmeas infectadas por *B. abortus* no estado do Tocantins, principalmente a partir dos estados de Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará e São Paulo. A exigência de testes de diagnóstico negativo para brucelose demonstrou ser uma medida sanitária eficaz na mitigação de risco da introdução de animais infectados por *B. abortus* no estado do Tocantins decorrentes do trânsito interestadual. Os resultados apresentados podem auxiliar o SVO a priorizar estratégias de combate à brucelose, principalmente aquelas relacionadas à movimentação interestadual de bovinos. Além disso, a metodologia utilizada neste trabalho é recomendada pela WOAH e pode ser aplicada para o estudo de várias doenças infectocontagiosas, inclusive em outras espécies de animais e em diferentes regiões geográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A.J.S. & Villar, K.S. (2011). Brucelose bovina e sua situação sanitária no Brasil. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV/SP. São Paulo: Conselho Regional de Medicina Veterinária, v.9, n.2, p.12-17.
- Ferreira Neto, J.S. *et al.* (2016). Analysis of 15 years of the National Program for the Control and Eradication of Animal Brucellosis and Tuberculosis, Brazil. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.37, n.5, suppl.2, p.3385-3402.
- Brasil (2017). Instrução Normativa nº 10, de 03 de março de 2017. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília-DF.
- Jones, R.D. *et al.* (2004). A quantitative risk assessment for the importation of brucellosis-infected breeding cattle into Great Britain from selected European countries. Preventive Veterinary Medicine, v.63, p.51-61.
- Thrusfield, M. *et al.* (2018). Veterinary Epidemiology. 4th ed., Wiley Blackwell: N.J., USA, ISBN: 978-1-1182-8028-7.
- WOAH, founded as OIE (2004). Handbook on import risk analysis for animal and animal products, vol.2, 1st ed., P. Blandin: France, Paris, reprinted (2010-2012).
- Oliveira, M.A. (2017). Análise de importação de bovinos vivos no Brasil entre 2009 a 2015. Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil, 68p.: il.
- Dadar, M. *et al.* (2021). Importance of brucellosis control programs of livestock on the improvement of one health. Veterinary Quarterly, v.41, p.137-151.
- Coelho, A.C., Diez, J.G. & Coelho, A.M. (2015). Risk factors for *Brucella* spp in domestic and wild animals. In: Baddour, M.M. Updates on Brucellosis, 1st ed., Intech: Rijeka, Croatia, ISBN: 978-953-51-2211-1.