

**RISCO DE INTRODUÇÃO DA FEBRE AFTOSA ATRAVÉS DA  
IMPORTAÇÃO DE PRODUTOS SUÍNOS DO BRASIL:  
AVALIAÇÃO DE RISCOS**

**PREPARADO POR**

**M.D. SALMAN**

Animal Health Solution International, LLC  
850 Overland Tr. # 18  
Fort Collins, Colorado 80521, USA

e

Animal Population Health INSTITUTE  
Colorado State University  
Fort Collins, Colorado 80523-1681  
[m.d.salman@colostate.edu](mailto:m.d.salman@colostate.edu)

**Vitor Salvador Picão Gonçalves**

Prof. Adjunto, Epidemiologia Veterinária  
FAV - Universidade de Brasília  
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte  
ICC Sul - C.P. 4508  
Brasília - DF - Brasil  
Cep: 70.910-970  
[vitorspg@unb.br](mailto:vitorspg@unb.br)

**KACHEN WONGSATHAPORNCHAI**

Animal Population Health INSTITUTE  
Colorado State University  
Fort Collins, Colorado 80523-1681  
[wkachen@lamar.colostate.edu](mailto:wkachen@lamar.colostate.edu)

Janeiro de 2006

## Sumário Executivo

Apesar do longo período sem ocorrências de febre aftosa em granjas de suínos para fins comerciais, a indústria brasileira de suínos ainda sofre restrições ao comércio desses animais devido à presença de febre aftosa em bovinos e ao fato de alguns países não reconhecerem o princípio da regionalização. A vacinação sistemática de bovinos também tem sido uma questão muito confusa para a percepção do risco em suínos, uma vez que essa espécie é totalmente suscetível à febre aftosa no Brasil. Embora a idéia do uso da compartimentalização (uso de compartimentos livres da doença, ao invés de regiões) para a febre aftosa ainda esteja sendo muito discutida, as indústrias esperam aumentar o potencial de exportação de produtos suínos se for provado que o risco de introdução da febre aftosa através dessas importações é razoavelmente mínimo. O presente estudo objetiva facilitar as perspectivas de exportação dos produtos suínos brasileiros através da avaliação quantitativa do risco de que os produtos suínos brasileiros para exportação estejam contaminados com o vírus da febre aftosa.

O processo começou com um sumário descritivo de históricos e perspectivas atuais da febre aftosa, bem como um sumário do controle nacional da febre aftosa e de projetos de erradicação no Brasil. Depois, examinamos as propriedades biológicas e epidemiológicas da febre aftosa, relevantes para os processos de avaliação de riscos. Também examinamos os procedimentos de biossegurança empregados em granjas de suínos, abatedouros e fábricas que estão em vias de produzir produtos suínos para exportação. Depois, as informações acima foram usadas para conduzir um processo de avaliação de riscos no qual foram desenvolvidas árvores de cenários.

Avaliação de riscos é o processo construído para avaliar a possibilidade de ocorrência de um evento em particular. Para avaliar a possibilidade de contaminação de produtos suínos pelo vírus da febre aftosa, dois eventos são considerados para representar o caso mais provável e o pior caso possível que possa ocorrer nas cadeias de produção de suínos. Aqui, referimo-nos ao caso mais provável e ao pior caso possível como “cenário planejado” e “pior cenário possível”, respectivamente. O “cenário planejado” procura determinar o nível de risco de se exportar febre aftosa através de produtos suínos se todos os aspectos das cadeias de produção de suínos forem executados de acordo com o planejado, considerados os históricos e a epidemiologia da febre aftosa nas áreas de exportação de suínos no Brasil. O “pior cenário possível” simula uma situação em que a febre aftosa tenha sido re-introduzida na zona livre e usa parâmetros derivados dos dados dos focos de febre aftosa no Rio Grande do Sul em 2000 (vírus O) e 2001 (vírus A). Um modelo de simulação computacional foi construído para avaliar as situações para esses cenários usando dados coletados no país, de acordo com pressupostos específicos.

Com relação ao “cenário planejado”, os resultados indicaram que em média, haverá a exportação de 100 toneladas de carne suína contaminada com febre aftosa na proporção de 1 em cada 40 milhões de vezes. Mesmo a um percentil de 95, a probabilidade de exportação de carne contaminada é menor que uma a cada dez milhões de vezes. Considerada a projeção de exportação de produtos suínos, a probabilidade anual de que pelo menos um lote de produtos suínos para exportação esteja contaminado com o vírus da febre aftosa será de uma vez a cada 2000 anos.

Com relação ao “pior cenário possível”, os resultados indicaram que em média, o risco de contaminação de produtos suínos com febre aftosa no pior cenário possível é 100

vezes maior que o risco para o cenário planejado. A probabilidade anual de exportação de carne suína contaminada mostrou que aproximadamente um lote contaminado fosse exportado a cada 65 anos. Noventa e cinco por cento das iterações demonstraram que um lote contaminado apareceria com menor frequência do que a cada 18 anos.

Finalmente, os resultados da avaliação de riscos indicaram que a probabilidade de exportação de produtos suínos brasileiros contaminados pelo vírus da febre aftosa seria desprezível, se considerarmos a biossegurança, os dados e as informações disponíveis.

## Capítulo 1: Introdução

Focos de febre aftosa têm sido identificados na América do Sul desde a década de 1870 juntamente com a introdução de bovinos Europeus. A doença então espalhou-se gradualmente tornando-se endêmica na maioria dos países sul-americanos na década de 1950. O primeiro foco registrado no Brasil data de 1895. A disseminação de febre aftosa e a ameaça de restrições ao comércio de carne fizeram com que os países latino-americanos iniciassem um esforço em todo o continente para erradicar a febre aftosa, incluindo a criação do Centro Pan-Americano de Febre Aftosa (PANAFTOSA) da OPAS (Organização Pan-Americana da Saúde) no Brasil, em 1951. Em 1987, os países sul-americanos assinaram um Plano Hemisférico para a Erradicação da Febre Aftosa (PHEFA).

No Brasil, os esforços iniciais para controlar doenças veterinárias datam de 1919, com a formulação do Código Sanitário, como parte da Política de Saúde Pública. O Código foi reformulado em 1921 para incluir medidas específicas de combate à febre aftosa. Em 1934, o Governo Federal brasileiro promulgou a primeira lei nacional de saúde pública, o Regulamento do Serviço de Saúde Animal. No entanto, foi somente em 1972 que o primeiro Plano Nacional de Controle da Febre Aftosa foi estabelecido, dirigido à cobertura vacinal e ao controle de transporte de animais. O Plano sofreu muitas revisões e em 1992 incorporou o conceito de regionalização da OIE, subdividindo o país em circuitos pecuários regionais, cuja classificação depende dos tipos predominantes de sistemas de produção de gado e fluxos de transporte de animais. O Brasil obteve avanços extraordinários e conseguiu alcançar o reconhecimento da OIE como “zona livre de febre aftosa com vacinação”, compreendendo, em maio de 2005, 15 estados da federação e o Distrito Federal, 160 milhões de cabeças de gado e todo o potencial de exportação da indústria suídea. Em 2000, houve a re-introdução do sorotipo O no estado do Rio Grande do Sul, que havia alcançado o reconhecimento da OIE como zona livre com vacinação em 1998, com 22 focos no município de Jóia e seu entorno. Em 2001, a epidemia de sorotipo A na Argentina e no Uruguai também cruzou a fronteira para o Rio Grande do Sul. A região sudeste do Brasil reconquistou a condição de região livre em 2002. Mais recentemente, em setembro de 2005, o sorotipo O foi novamente re-introduzido, desta vez na região centro-oeste, no estado do Mato Grosso do Sul, perto da fronteira com o Paraguai.

Durante a última década, os focos de febre aftosa têm afetado principalmente o gado bovino, mesmo em locais em que esses animais estão em contato próximo com os porcos de quintal. Nunca houve um foco em Granjas Reprodutoras de Suídeos Certificadas. Deve-se enfatizar que os suínos, assim como os ovinos, não são vacinados no Brasil, enquanto os bovinos e os búfalos recebem uma vacina trivalente. Apesar do longo tempo sem ocorrências de febre aftosa em granjas comerciais de suínos, a indústria suídea brasileira ainda sofre restrições ao comércio devido à presença de febre aftosa em bovinos e ao fato de alguns países não reconhecerem o princípio da regionalização, formulado no acordo SPS e no Código da OIE. O uso de vacinação sistemática em bovinos também foi assunto de muita confusão no que tange a percepção do risco para suínos, uma vez que esses animais constituem uma espécie totalmente suscetível à febre

aftosa no Brasil. Embora a idéia de compartimentalização (compartimentos livres da doença, e não regiões) para a febre aftosa ainda esteja sendo muito discutida, a indústria espera aumentar o potencial de exportação de produtos suínos se for provado que o risco de introdução da febre aftosa através da importação desses produtos é razoavelmente mínimo. Assim, o presente estudo objetiva facilitar as perspectivas de exportação de produtos suínos brasileiros através da avaliação quantitativa do risco de que esses produtos para exportação estejam contaminados com o vírus da febre aftosa.

A avaliação de riscos (AR) é freqüentemente usada como ferramenta para facilitar o comércio de gado e produtos pecuários. Com a implementação do Acordo para a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Acordo SPS) da Organização Mundial do Comércio (OMC), a avaliação de riscos para a importação é freqüentemente solicitada pelos países importadores para impedir a introdução de agentes patogênicos, e pelos países exportadores para evitar a recusa injusta à importação. Os processos de AR estão explicitamente delineados no Código de Saúde de Animais Terrestres da OIE (para animais terrestres) e no Código de Saúde de Animais Aquáticos (para peixes, moluscos e crustáceos). A avaliação de risco de introdução de febre aftosa através de produtos suínos brasileiros contaminados seguirá as diretrizes da OIE para avaliação de riscos para importação.

É de fundamental importância que iniciemos o processo com um sumário descritivo de históricos e perspectivas atuais da febre aftosa, bem como um sumário de projetos de controle e erradicação da doença no Brasil. A seguir, examinamos as propriedades biológicas e epidemiológicas da febre aftosa, relevantes para os processos de AR. Examinamos também os procedimentos de biossegurança empregados em granjas de suínos, abatedouros e fábricas em vias de produzir produtos suínos para exportação. Com as informações acima, são desenvolvidas árvores de cenários. O objetivo é avaliar a probabilidade de contaminação de 100 toneladas de produtos suínos para exportação pelo vírus da febre aftosa.

## **Capítulo 2: A indústria de suínos no Brasil e o programa nacional de erradicação da febre aftosa**

### **2.1. A indústria de suínos no Brasil**

#### **2.1.1. Perfil da indústria de suínos**

A indústria mercantil de suínos é altamente competitiva no Brasil. O país foi o quarto maior exportador de carne de porco em 2003, ficando abaixo da União Européia, Canadá e Estados Unidos. O consumo de carne de porco per capita no país é baixo e permaneceu estável durante a última década. O aumento da produção excedente foi exportado.

A produção de suínos sempre foi forte no sul, mas os estados de São Paulo e Minas Gerais também são importantes produtores. Nos últimos anos, o centro-oeste recebeu investimentos maciços na produção de suínos em grande escala e em fábricas, uma vez que a região oferece custos mais baixos de produção, notadamente no que se refere aos custos de alimentação. No norte e no nordeste, a produção de suínos é em sua maioria uma atividade de pequena escala destinada à subsistência. A Figura 1 mostra a contribuição de cada município para a produção de suínos, representada em quartis, e confirma que esses três estados do sul ainda respondem pela maior parte da produção de suínos.

O sul é caracterizado pelo grande número de granjas comerciais de suínos em pequena escala, integradas a clusters industriais. A tendência no centro-oeste é de granjas comerciais de maior escala.

Figura 1. Distribuição da produção de suínos no Brasil, mostrada em quartis de número de suínos, em que os municípios mostrados em cor mais escura respondem pela maior parte da produção de suínos (fonte: IBGE 2003).

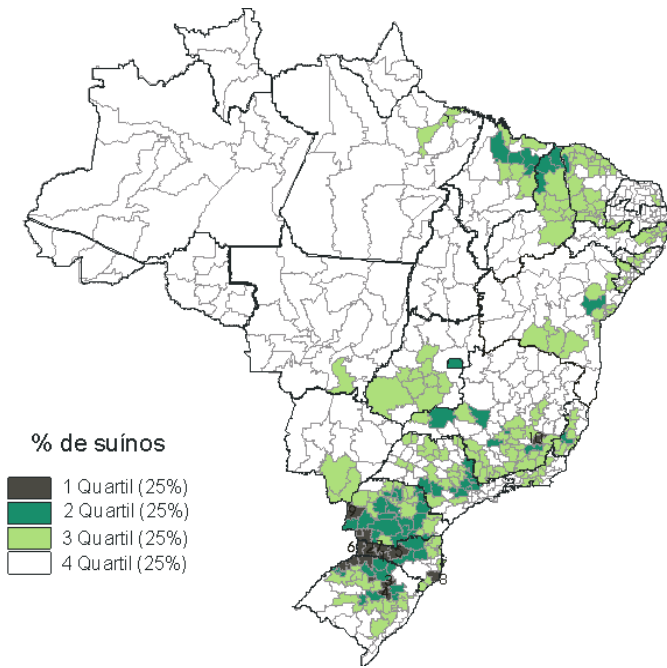
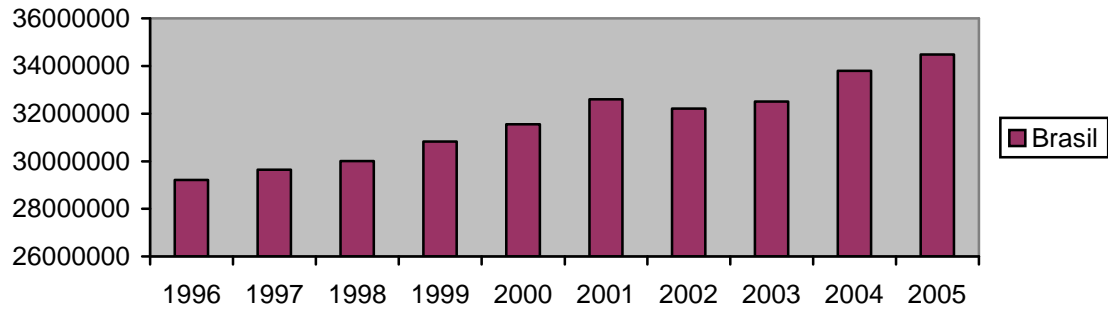


Figura 2. Tendência da população de suínos durante os últimos dez anos (Fonte: FNP Consultoria e Comércio, 2005)



A Figura 2 mostra que a população de suínos tem crescido regularmente durante os últimos 10 anos. O sul ainda responde por quase metade da população total (Figura 3). No entanto, o número de matrizes sofreu uma diminuição aguda durante o mesmo período (Figura 4), enquanto a produção de leitões sofreu aumento (Figura 5). Este resultado deve-se certamente a um aumento sustentado da produtividade.

Figura 3. Contribuição de cada região para o número total de suínos em 2004 (Fonte: FNP Consultoria e Comércio, 2005)

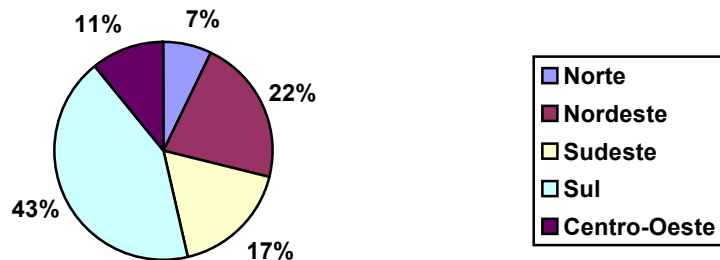




Figura 4. Tendência da população de matrizes durante os últimos dez anos (FNP Consultoria e Comércio, 2005)

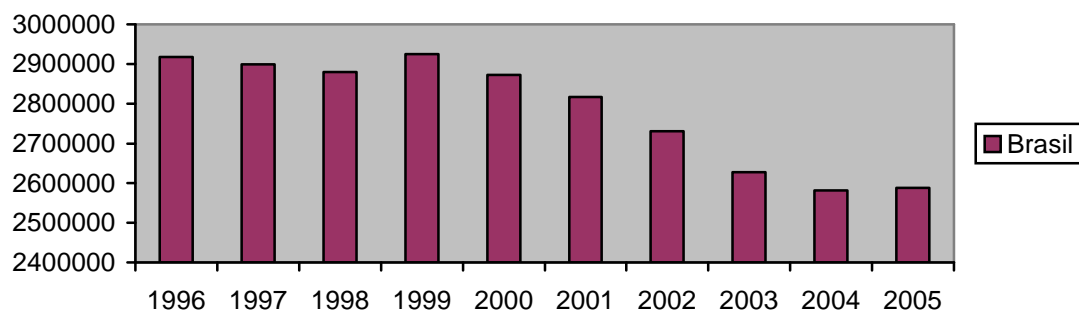


Figura 5. Tendência da produção de leitões durante os últimos três anos (FNP Consultoria e Comércio, 2005)



Tabela 1. Perfil da indústria brasileira de suínos com relação à produção, o consumo e o comércio de carne (FNP Consultoria & Comércio, 2005).

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004*	2005**
<b>Tamanho do rebanho</b>										
Rebanho total (milhares)	29202	29637	30007	30839	31562	32605	32218	32504	33804	34481
Matrizes (milhares)	2918	2900	2880	2925	2873	2817	2731	2628	2581	2588
Produção de suínos (milhares)	20925	21052	22306	21858	22252	22959	22971	23208	23560	24362
<b>Produção/abate</b>										
Abate estimado (milhares)	24295	20624	23274	23590	24228	27901	31329	29973	30622	31234
Peso da carcaça (kg/animal)	61.3	74.7	73.0	77.7	105.5	97.8	91.7	93.1	86.9	88.4
Taxa de abate (% do rebanho)	82.3	69.6	77.6	76.5	76.8	85.6	97.2	92.2	90.6	90.6
<b>Consumo doméstico</b>										
Per capita (kg/pessoa/ano)	9.2	9.4	10.1	10.7	14.6	14.6	13.9	13.1	12.1	12.4
% da produção total	95.8	96.1	95.2	95.6	95.2	90.5	83.6	82.6	81.4	81.8
<b>Importação</b>										
Milhares de toneladas	6.2	10.2	8.3	6.8	6.6	6.7	7.4	8.4	9.9	11.4
<b>Exportação***</b>										
Milhares de toneladas	69.2	70.3	89.1	87.5	128.1	265.5	477.0	493.9	504.8	514.9

\* preliminar; \*\* projeção; \*\*\* as estimativas da ABIPECS para a exportação de suínos são menos conservadoras: 605 mil toneladas em 2005, 726 mil toneladas em 2006 e 871 mil toneladas em 2007.

A Tabela 1 mostra claramente que a produção de suínos está aumentando principalmente como resultado do aumento das exportações, já que o consumo per capita no Brasil permaneceu estável durante os últimos anos. Assim, a indústria de suínos está cada vez mais dependente do acesso aos mercados de exportação e a certificação de saúde é crucial para esse objetivo.

### 2.1.2. Biossegurança na indústria de suínos

A Tabela 2 apresenta os padrões de biossegurança em granjas comerciais de suínos. Essas estimativas têm por base uma pesquisa realizada pela ABIPECS. Note-se que as granjas de reprodução têm um padrão excelente. As granjas de engorda, que fornecem os suínos para abate e exportação, não têm bom isolamento e controle de contato com outros animais. No entanto, são aplicados bons procedimentos sanitários e de limpeza, e há assistência técnica permanente. Em outras palavras, os animais estariam propensos à infecção pelo vírus da febre aftosa a partir de outras fontes, como o gado mantido na mesma granja, ao passo que a transmissão vertical através da indústria de suínos é menos provável devido aos bons padrões de biossegurança das granjas de reprodução. A assistência veterinária nas granjas de engorda deve assegurar uma boa sensibilidade do sistema de vigilância passiva da febre aftosa.

Tabela 2. Perfil da biossegurança em granjas de suínos, segundo a ABIPECS.

Item	Granja de reprodução	Granja de produção de leitões	Granja de engorda
Isolamento dos rebanhos <sup>1</sup>	100%	2%	0%
Limpeza e desinfecção sistemáticas do local	100%	100%	100%
“Período de repouso” sanitário entre lotes de suínos	100%	80%	100%
Adoção de sistema “todos dentro todos fora” para lotes e instalações	100%	85%	100%
Aquisição de animais para reprodução em granjas de reprodução certificadas	100%	100%	100%
Controle de qualidade de matéria-prima para ração	100%	70%	100%
Controle de insetos e roedores	100%	100%	100%
Controle de outros animais (cães, gatos, bovinos, eqüinos, aves, etc.)	100%	50%	50%
Coleta e tratamento adequado de carcaças e fezes	100%	100%	100%
Isolamento de animais doentes	100%	30%	100%
Uso correto de produtos antimicrobianos	100%	100%	100%
Cuidado adequado na guarda e no manuseio de vacinas	100%	100%	100%
Assistência técnica permanente	100%	100%	100%
Supervisor sanitário	100%	100%	100%
Abate proibido no local	100%	100%	100%
Controle de qualidade da água	100%	100%	100%

<sup>1</sup>cercas, portões, área de expedição, desinfecção de veículos, controle de visitas etc.

De acordo com a legislação brasileira, o transporte de suínos entre granjas e para o abatedouro requer uma autorização de transporte, emitida por uma autoridade ou médico veterinário credenciado, que é responsável pelo exame clínico dos suínos, incluindo a busca por sinais de febre aftosa. Cada caminhão deve ter a sua própria autorização de transporte. Se o veículo estiver transportando suínos de mais de uma origem ou para mais de um destino, deverá ter uma autorização de transporte para cada trajeto. É recomendado que suínos oriundos de granjas diferentes não sejam misturados no mesmo caminhão. O transporte de suínos entre regiões (zonas) de diferentes classificações sanitárias com relação à febre aftosa e peste suína clássica também está sujeito a restrições rigorosas. Suínos destinados à reprodução, leilões e feiras só podem entrar em um estado da federação se sua origem for uma Granja de Reprodutores Suídeos Certificada.

### **2.1.3. Programa de certificação de rebanhos de reprodutores suídeos (rebanhos do tipo GRSC)**

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa DDA nº 47 de 18 de junho de 2004 determina, em seu Artigo 12, que a comercialização e a distribuição, no Território Nacional, de suínos para reprodução, bem como para participação em exposições, feiras e leilões, só será permitida para os animais oriundos de granjas com certificado sanitário do MAPA. De acordo com o Departamento de Saúde Animal do MAPA, havia 240 granjas de reprodutores suídeos certificadas (GRSC) em setembro de 2005. A Instrução Normativa DDA nº 19 de 15 de fevereiro de 2002 determina os padrões para a certificação GRSC. A Norma de Serviço DDA nº 05 de 19 de março de 2002 fixa vários documentos relativos à certificação, incluindo:

- a) o "Certificado Padronizado para Granjas de Suídeos Certificadas - GRSC";
- b) o "Relatório Técnico Trimestral" e a "Ficha de Controle Sanitário e Indicadores de Saúde e Produtividade";
- c) o "Formulário para Monitoramento Sorológico em Granjas Certificadas"; e
- d) o "Termo de Visita à Granja de Suídeos".

A GRSC deverá:

- a) estar inscrita no Serviço de Inspeção Animal do MAPA;
- b) manter um sistema de registros genealógicos que permita a identificação de animais e sua descendência genética;
- c) estar inscrita no Escritório Veterinário Local (EVL) do município em que está localizada. Para tanto, o médico veterinário credenciado da GRSC deverá ir anualmente ao EVL do município e preencher um formulário de inscrição de acordo com o modelo determinado pela Instrução de Serviço DDA nº 12A (IS 12A/02);

- d) possuir registros zotécnicos completos contendo informações relativas a todos os suínos alojados. Isso inclui: dados sobre nascimentos, mortes, diagnósticos de doenças, tratamentos, programa de vacinação e monitoramento sanitário de suínos de reprodução. Todos esses dados deverão estar à disposição do serviço veterinário oficial;
- e) adotar práticas de biossegurança para impedir a introdução de agentes patogênicos e a disseminação ou exacerbação de doenças na granja;
- f) utilizar os serviços veterinários de um médico veterinário credenciado;

A granja será credenciada após a realização de dois testes consecutivos com resultado negativo, com intervalo de dois a três meses entre os testes, para peste suína clássica, mal de Aujeszky, brucelose, tuberculose, leptospirose e escabiose. O credenciamento será concedido com base na apresentação dos resultados dos exames clínicos e laboratoriais, realizados em laboratórios oficiais ou laboratórios oficiais credenciados. No caso de tuberculose, o credenciamento será concedido após a apresentação dos resultados dos testes de diagnóstico realizados por um médico veterinário credenciado da granja. Também serão solicitadas provas de conformidade com outros requisitos estabelecidos. O credenciamento é válido a partir da emissão do Certificado de GRSC.

Os suínos em trânsito devem ser acompanhados de uma permissão de transporte, a GTA, e de uma cópia do certificado de GRSC, autenticado por um médico veterinário oficial. A entrada na GRSC de suínos para reposição e de material de multiplicação animal só poderá ocorrer quando os mesmos forem oriundos de outra GRSC, credenciada no mínimo para as mesmas doenças opcionais.

Toda GRSC deverá estar livre de:

- a) Peste Suína Clássica,
- b) Mal de Aujeszky,
- c) Brucelose,
- d) Tuberculose,
- e) Escabiose.

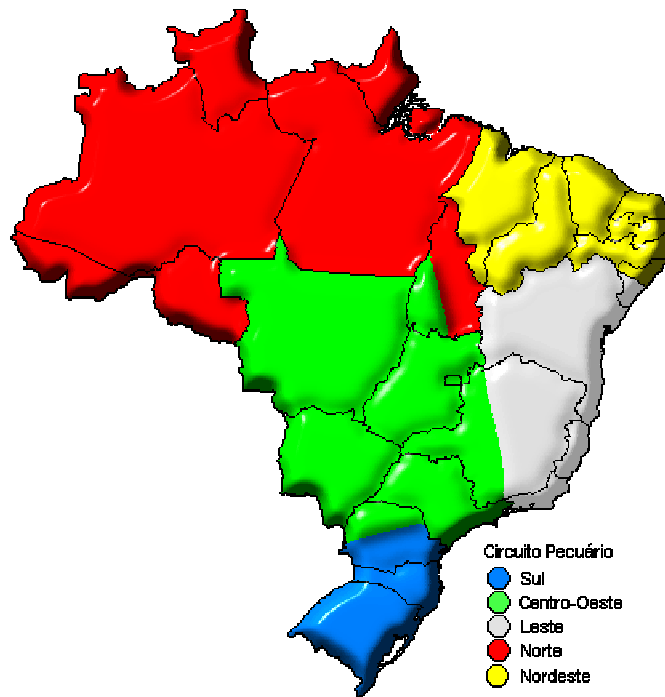
A GRSC poderá estar livre ou controlada para leptospirose. O proprietário das granjas de reprodução poderá solicitar ao serviço veterinário oficial a certificação opcional de livre para as doenças abaixo:

- a) Rinite Atrófica Progressiva
- b) Pneumonia Micoplásmica
- c) Pleuropneumonia Suína
- d) Disenteria Suína

## 2.2. Evolução do programa nacional de erradicação da febre aftosa (PNEFA)

Os esforços iniciais para controlar doenças animais no Brasil datam de 1919 com a formulação do Código Sanitário da Política de Saúde Pública. O Código foi reformulado em 1921 para que incluísse medidas específicas de combate à febre aftosa. Em 1934, o Governo Federal do Brasil promulgou a primeira lei sanitária: o Regulamento do Serviço de Saúde Animal. No entanto, foi somente em 1972 que o primeiro Plano Nacional de Controle da Febre Aftosa foi estabelecido, dirigido à cobertura vacinal e ao controle de transporte de animais. O Plano sofreu várias revisões e em 1992 incorporou o conceito de regionalização da OIE, subdividindo o país em circuitos pecuários regionais, cuja classificação depende dos tipos predominantes de sistema de produção de gado e de fluxo de transporte de animais. Na teoria, todo o ciclo de produção, do nascimento ao abate, deverá se completar dentro do circuito. A Figura 6 mostra a divisão do país em circuitos pecuários. Note-se que a maioria das exportações de carne suína tem origem no circuito sul.

Figura 6. Circuitos pecuários no Brasil (fonte: Departamento de Saúde Animal, Ministério da Agricultura (DSA/MAPA))

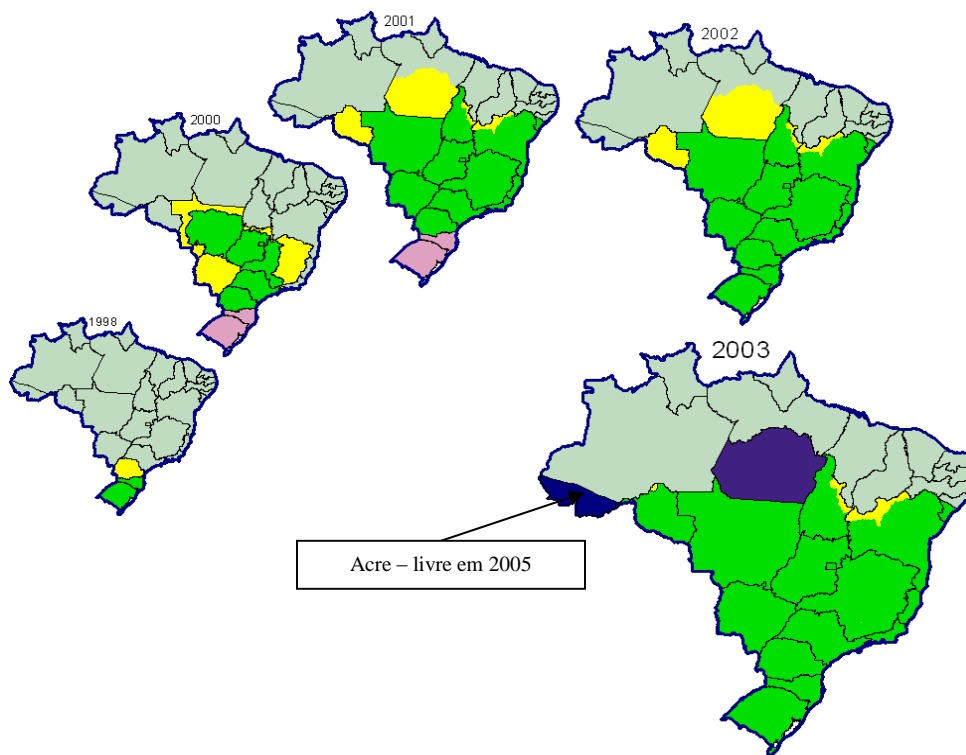


**Legenda:** Azul – Circuito sul; Verde – Circuito centro-oeste; Cinza – Circuito leste; Vermelho – Circuito norte; Amarelo – Circuito nordeste

O Brasil teve um avanço notável e conseguiu obter o reconhecimento da OIE como “zona livre de febre aftosa com vacinação”, que em maio de 2005 compreendia 15 estados e o Distrito Federal, respondendo por 160 milhões de cabeças de gado. Esse processo começou em 1998, com o reconhecimento da primeira zona livre incluindo os dois estados mais ao sul, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Desde então, houve um aumento bem-sucedido da zona livre, empreendido passo a passo, até a presente configuração. A Figura 7 destaca a expansão da zona livre com vacinação reconhecida pela OIE, até maio de 2005.

Em 2000, houve uma re-introdução do sorotipo O no Rio Grande do Sul – que havia obtido o reconhecimento da OIE como zona livre com vacinação em 1998 – com 22 focos no município de Jóia e seu entorno. Em 2001, a epidemia de sorotipo A na Argentina e no Uruguai também atravessaram a fronteira em direção ao Rio Grande do Sul. A região sul do Brasil reconquistou a condição de zona livre em 2003. Sempre que há uma re-introdução de febre aftosa na zona livre, todo o gado das fazendas afetadas é abatido e procedimentos de emergência são executados. Entre outras medidas, estão incluídas a quarentena de fazendas afetadas ou suspeitas, e controles rigorosos sobre o transporte de animais e pessoas com a desinfecção de veículos num raio de 10 km do foco. Mais recentemente, em setembro de 2005, o sorotipo O foi re-introduzido novamente, desta vez no centro-oeste, no estado do Mato Grosso do Sul, perto da fronteira com o Paraguai.

Figura 7. Expansão da zona livre com vacinação reconhecida pela OIE, até maio de 2005. (fonte: Departamento de Saúde Animal, Ministério da Agricultura (DSA/MAPA))



**Legenda:** Verde – zona livre com vacinação; Amarelo – zona tampão; Azul – estudos em andamento para inclusão na zona livre; Púrpura – suspensão temporária da condição livre devido à re-introdução de febre aftosa.

O ultimo foco envolvendo suínos para fins comerciais no sul, a principal região produtora e exportadora de suínos, ocorreu em 1993. Na ocasião, os suínos infectados com sorotipo A foram detectados através de inspeções em abatedouros. Desde então, os focos de febre aftosa têm afetado principalmente o gado bovino, mesmo em locais em que os porcos de quintal estão em contato próximo com bovinos. A Figura 8 mostra o número de focos de febre aftosa no Brasil desde 1992, independente da espécie. Fica claro que a estratégia de regionalização foi instrumental no avanço para o controle e a erradicação da febre aftosa. A Figura 9 apresenta a evolução do número de focos que afetou suínos desde 1995, mas somente para os 15 estados e o Distrito Federal, que faziam parte da zona livre com vacinação em maio de 2005. Esses números mostram que a febre aftosa não tem sido um problema para os suínos por um longo tempo, principalmente em granjas comerciais na atual zona livre. Note-se que o estado de Santa Catarina, o mais importante estado produtor e exportador de suínos, cessou a vacinação contra febre aftosa em todas as espécies em maio de 2000 e não teve focos da doença desde então.

Figura 8. Número de focos de febre aftosa no Brasil de 1992 a 2004. (fonte: Departamento de Saúde Animal, Ministério da Agricultura (DSA/MAPA))

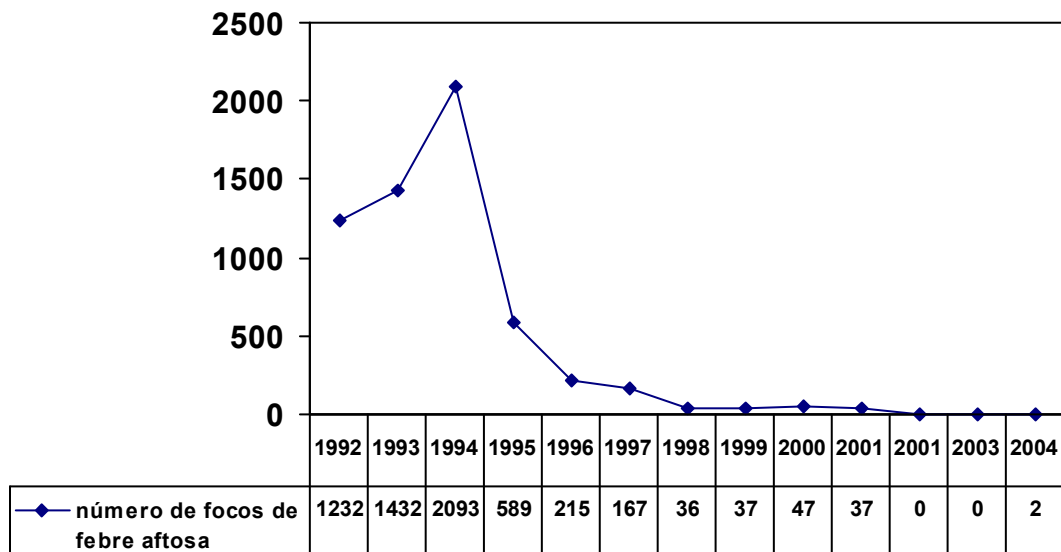
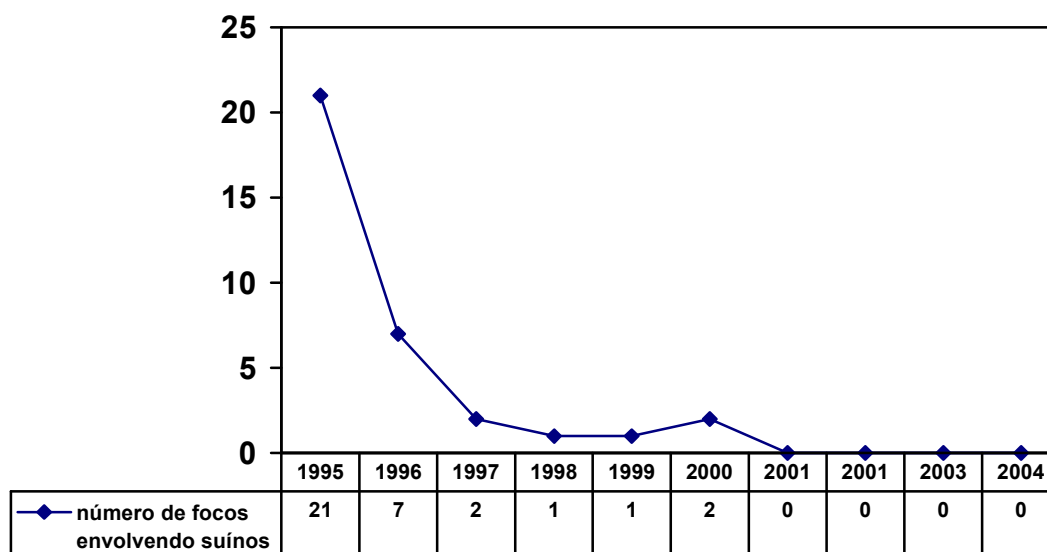


Figura 9. Número de focos envolvendo suínos desde 1995, somente nas regiões da atual zona livre com vacinação – a partir de maio de 2005. (fonte: Departamento de Saúde Animal, Ministério da Agricultura (DSA/MAPA))



Nunca houve um foco da doença em uma granja de reprodutores suídeos certificada. Deve-se enfatizar que os suínos, assim como os ovinos, não são vacinados no Brasil, ao passo que o gado bovino e os búfalos recebem vacina trivalente, que utiliza adjuvante oleoso para uma imunidade mais prolongada. Apesar do longo período sem ocorrências de febre aftosa em granjas comerciais de suínos e da inclusão na zona livre com vacinação, a indústria brasileira de suínos ainda sofre restrições ao comércio devido à presença de febre aftosa no gado e ao fato de alguns países não reconhecerem o princípio da regionalização, conforme previsto no acordo SPS e no Código da OIE. A vacinação sistemática do gado bovino também é um assunto que causa muita confusão para a análise de risco em suínos, uma vez que essa espécie é totalmente suscetível à febre aftosa no Brasil. Por essa razão, a sensibilidade dos exames clínicos em suínos deve ser bem alta em toda a cadeia produtiva.



## **Capítulo 3: Desenvolvimento de um modelo de avaliação quantitativa de riscos (AQR) para o risco de febre aftosa em produtos suínos processados e exportados do Brasil**

### **3.1 Informações gerais sobre a febre aftosa**

Este item descreve algumas das propriedades biológicas e epidemiológicas da febre aftosa que determinam sua existência e capacidade de transmissão. A patogênese da febre aftosa é destacada, com especial ênfase nas diferenças entre a doença em bovinos e suínos. A diferença na patogênese pode explicar em parte por que no Brasil a febre aftosa aparece com maior frequência em populações bovinas e do que em suínas.

#### Vírus da febre aftosa (FMDV)

A febre aftosa é causada por um RNA vírus do gênero *Aphthovirus*, família *Picornaviridae*. O FMDV revela estrutura não envelopada, icosaedral. Seu tamanho está em torno de 22 a 25 nanômetros e seu peso é de aproximadamente 6,9 kDa. Existem 7 sorotipos de FMDV identificados até hoje, incluindo os sorotipos O, A, C, Ásia I, SAT1 (*South African Territory* – Território Sul-Africano), SAT2 e SAT3. Cada sorotipo manifesta propriedades antigênicas e imunogênicas distintas. Existem múltiplos subtipos para cada sorotipo e, dentro desses subtipos, inúmeras cepas demonstraram, novamente, diferentes características antigênicas.

A persistência do FMDV no meio-ambiente é uma importante característica que contribui para a sua disseminação. O FMDV sobrevive de 5 a 10 semanas em locais protegidos, como em tecidos ou matéria orgânica. Baixas temperaturas resultam em sobrevivência prolongada do vírus. Por exemplo, o FMDV permanece viável por anos a uma temperatura de -20°C. No entanto, o FMDV é suscetível a mudanças no pH. O vírus fica inativo a um pH abaixo de 6.0 e acima de 9.0. A luz do sol e o calor também podem tornar o vírus inativo.

#### Distribuição Geográfica

Dois terços do mundo já sofreu com a febre aftosa. Enquanto a febre aftosa ocorre de forma endêmica em grande parte da América do Sul, África e Ásia, ela foi erradicada em outros países, como os da América do Norte, a Austrália, Nova Zelândia, Japão e Grã-Bretanha (Figura 1). O drama da febre aftosa surgiu durante os anos 2000 e 2001, quando a doença se espalhou para países que por muitos anos haviam estado livres dela incluindo, por exemplo, focos na Coreia do Sul, Japão e Reino Unido (de onde a doença continuou a se alastrar pela França, Holanda, Irlanda do Norte e Irlanda).

Na América do Sul, os sorotipos O e A ressurgiram na Argentina e no Uruguai, causando focos devastadores em 2000 e 2001. A partir de maio de 2005, as áreas livres de febre aftosa sem vacinação passaram a constituir a totalidade do Chile e da Guiana, a zona situada ao sul do paralelo 42° na Argentina, a região nordeste do Departamento do Choco na Colômbia, e partes do Peru. Paraguai, Uruguai, a zona ao norte do paralelo 42°

na Argentina, a zona de Chiquitania na Bolívia, grandes áreas do Brasil e partes da Colômbia também foram reconhecidos como área livre de febre aftosa com vacinação.

### Hospedeiro

O FMDV pode causar a doença em todas as espécies animais com casco fendido. Entre os animais domésticos, a febre aftosa pode ser observada em bovinos, búfalos, ovinos, caprinos, suínos e camelídeos. Algumas espécies de animais selvagens também são suscetíveis ao FMDV, alguns exemplos são 22 membros da família *Bovidae*, 10 *Cervidae*, 4 *Suidae*, 1 *Tayassuidae* e 4 *Camelidae*. Existem muitas outras espécies com registro de infecção pelo FMDV e a lista delas pode ser encontrada em Hedger (1981) e Thomson et al. (2003).

### Transmissão

O vírus é carregado e transmitido diretamente por animais com infecção latente ou aguda e talvez indiretamente por longas distâncias através de inúmeros objetos inanimados (ração, água de beber, produtos animais, assim como roupas dos humanos e veículos) e veículos animados (humanos, roedores, cachorros perdidos e aves). Aerossóis contaminados com o vírus e exalados por animais infectados podem ser carregados com o vento por distâncias de até 60 quilômetros. A transmissão aérea depende tanto de condições ambientais e epidemiológicas que em algumas áreas como o Brasil sua contribuição para a transmissão da febre aftosa foi considerada mínima. No entanto, quando as condições estão ótimas, a transmissão por aerossol pode ser mais eficiente e os esforços para controle ficam muito comprometidos.

### Patogênese

A patogênese da infecção da febre aftosa varia dependendo da cepa do FMDV e da espécie de hospedeiro envolvido na infecção. Embora o FMDV possa causar a infecção da febre aftosa em uma ampla variedade de animais de casco fendido, a patogênese da febre aftosa tem sido estudada exaustivamente em ruminantes e suínos. As principais diferenças entre a patogênese em bovinos e suínos são discutidas abaixo e um resumo é fornecido abaixo.

Nos bovinos, a rota inicial da infecção é normalmente o trato respiratório, através do vírus aerossolizado. Por outro lado, os suínos são mais tolerantes à infecção por aerossol do que os bovinos. Para exposição ao aerossol, podem ser necessárias pelo menos 800 (Alexandersen et al., 2002) até 6.000 (Alexandersen et al., 2002) doses infectantes em cultura de tecido 50% (TCID<sub>50</sub>) para causar infecção em suínos, enquanto apenas 10 a 25 TCID<sub>50</sub> são necessárias para causar infecção em bovinos (Donaldson et al., 1987). Suínos são mais suscetíveis à infecção via ingestão de materiais infectados do que os bovinos. O número de unidades virais infecciosas necessárias para infectar um bovino é 100 vezes maior que o número necessário para infectar um suíno (Donaldson et al., 1987). Assim, a aquisição inicial de febre aftosa em suínos geralmente resulta do

consumo de materiais contaminados com FMDV viável. Outras rotas de transmissão para suínos normalmente se estabelecem após a doença já ter se espalhado pelo rebanho.

Embora os suínos sejam menos suscetíveis a transmissão aérea, suínos infecciosos de fato produzem mais vírus aerossólicos do que os ruminantes; mais uma vez, isso depende grandemente das cepas de FMDV envolvidas (Donaldson e Alexandersen, 2002). Um estudo realizado por Alexandersen e Donaldson (2002) relatou que um suíno adulto secretava cerca de  $10^6$  TCID<sub>50</sub> a cada 24 horas; há pequenas variações dependendo das cepas do vírus, variações individuais dos suínos e outras condições ambientais. Conseqüentemente, os suínos são conhecidos como hospedeiros amplificadores da forma aerossolizada do FDMV devido à sua capacidade de gerar grandes quantidades de vírus.

Uma característica importante da febre aftosa é a infecção persistente, conhecida como estado de portador. A infecção persistente é definida como recuperação do FMDV 28 dias pós-infecção. A persistência do FMDV é freqüentemente encontrada em bovinos recuperados de infecção natural. Por enquanto, não há evidências de que os suínos possam se tornar portadores da febre aftosa. Embora um estudo realizado por Mezencio et al. (1999) tenha relatado a presença de RNA viral da febre aftosa no sangue de um suíno convalescente, sua importância epidemiológica não está clara. A infecção em suínos cessa em 3 a 4 semanas e o FDMV não pode ser recuperado das regiões faríngea e esofágica (áreas em que o FMDV é encontrado em bovinos convalescentes) de suínos em recuperação da infecção por febre aftosa.

Bovinos infectados mostram sinais iniciais de febre, que dura cerca de um ou dois dias. Após a pirexia inicial, é freqüente a observação de lesões na boca, incluindo o desenvolvimento de vesículas na língua, palato duro, lábios, gengiva e focinho. Lesões vesiculares também podem ser vistas na almofada dentária, rodete coronário e espaço interdigital, úbere e tetas (Kitching, 2002). Os suínos freqüentemente desenvolvem lesões clínicas em torno dos rodetes coronários nas patas. Outros sinais clínicos, como febre e lesões vesiculares no focinho e língua são menos comuns (Kitching e Alexandersen, 2002). O aumento da temperatura em suínos infectados é inconsistente e às vezes é registrada uma diminuição de temperatura em suínos severamente afetados. Em suínos jovens, observa-se mortalidade sem desenvolvimento de sintomas clínicos devido à doença cardíaca conhecida como síndrome do coração de tigre (infarto do miocárdio).

### **Patogêneses distintas entre infecção por febre aftosa em suínos e bovinos**

	<b>Suínos</b>	<b>Bovinos</b>
1. Modo de transmissão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mais tolerantes à infecção por aerossol</li> <li>• Mais passíveis de adquirir a infecção inicial por via oral através da ingestão de materiais contaminados com FMDV viável</li> <li>• Uma vez que a infecção estiver estabelecida no rebanho, a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os bovinos são muito mais suscetíveis à infecção pelas vias respiratórias do que por via oral</li> <li>• Infecção inicial normalmente ocorre via trato respiratório através de partículas de vírus aerossolizadas</li> </ul>

	<b>Suínos</b>	<b>Bovinos</b>
	transmissão entre suínos pode ser muito rápida e envolver muitas rotas, incluindo via aerossol, oral, pela mucosa e através do epitélio danificado	
2. Período de incubação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geralmente de 2 a 11 dias após a infecção</li> <li>• No caso de uma cepa de FMDV altamente patogênica para suínos, o período de incubação pode ser tão curto quanto de 18 a 24 horas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De 2 a 14 dias</li> </ul>
3. Sintomas clínicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A febre é menos comum</li> <li>• As lesões vesiculares da boca ocorrem depois das lesões nas patas</li> <li>• As lesões vesiculares da língua são freqüentemente encontradas em sua base e são difíceis de observar durante o exame clínico</li> <li>• Não são encontradas lesões no palato mole ou na parte dorsal da faringe</li> <li>• Lesões vesiculares são constantemente observadas em torno do rodete coronário das patas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinais iniciais de febre por 1 ou 2 dias</li> <li>• Desenvolvimento de vesículas na língua, palato duro, almofada dentária, lábios, gengiva, focinho, rodete coronário e espaço interdigital</li> <li>• Salivação e corrimento nasal em profusão</li> </ul>
4. Infecção sub-clínica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A infecção sub-clínica pode ser observada para algumas cepas de FMDV ou quando os animais são expostos a uma dose baixa do vírus</li> <li>• A forma branda da infecção é rara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma parte dos bovinos expostos ao FMDV irá desenvolver a infecção sub-clínica</li> </ul>
5. Infecção persistente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há evidência de infecção persistente em suínos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portadores são comuns e sobrevivem mais de 12 meses entre os bovinos recuperados da infecção</li> </ul>

	<b>Suínos</b>	<b>Bovinos</b>
6. Secreção de vírus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os suínos contagiosos secretam um grande volume de vírus aerossolizado</li> <li>• Aproximadamente <math>10^6</math> TCID<sub>50</sub> de FMDV são secretados por um suíno adulto num período de 24 horas; não há variações entre as cepas de FMDV, entre suínos ou em diferentes condições ambientais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os bovinos contagiosos são os maiores produtores de FMDV e podem contaminar o meio-ambiente com cerca de 10 bilhões de IU durante a primeira semana da doença</li> <li>• Os bovinos contagiosos secretam FMDV via secreções, ou seja, exalação de ar, leite, sêmen, urina, fezes, saliva e material das lesões</li> </ul>
7. Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseia-se inicialmente no aparecimento de sinais clínicos</li> <li>• É importante o diagnóstico diferencial com o vírus da estomatite vesicular (VSV) e o vírus da doença vesicular suína (SVDV)</li> <li>• O diagnóstico laboratorial requer a inclusão de reagentes do SVDV no antígeno do teste ELISA</li> <li>• Para isolar o vírus, algumas cepas do FMDV em suínos podem necessitar de células de suínos para cultura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O diagnóstico inicial baseia-se normalmente em sinais clínicos, que costumam ser severos em rebanhos suscetíveis</li> <li>• Bovinos com imunidade parcial podem ter infecção branda ou sub-clínica, difíceis de observar</li> <li>• Há diagnósticos laboratoriais disponíveis para a detecção de anticorpos ou do antígeno do FMDV; no entanto, é necessário que sejam enviadas amostras adequadas</li> </ul>
8. Vacina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requer adjuvante oleoso para estimular boa proteção contra a febre aftosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Da mesma forma que na América do Sul. No Brasil, é utilizada uma vacina trivalente, que inclui os vírus A, O e C (com adjuvante oleoso)</li> </ul>
9. Vacinação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalmente considerada não econômica ou pouco prática para manter um nível suficiente de proteção num rebanho suíno devido ao curto período de geração da espécie</li> <li>• O uso de vacinas durante um foco não ofereceria proteção suficiente devido ao alto nível de secreção de vírus pelos suínos contagiosos e ao tempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A vacinação rotineira de bovinos é uma prática normal em países em que são usadas vacinas contra febre aftosa</li> <li>• As evidências mostram que, num rebanho vacinado, o FMDV tende a circular de forma sub-clínica até que o nível de desafio viral alcance um nível suficientemente alto, suplantando a imunidade vacinal de um</li> </ul>

## Suínos

necessário para atingir níveis de proteção e imunidade após a vacinação

## Bovinos

grande grupo de animais no rebanho; então, os bovinos do rebanho exibem formas bastante severas da infecção.

- A vacinação durante um foco da doença não impede necessariamente o aparecimento de sintomas clínicos

## Diagnóstico

A avaliação diagnóstica mais comum para a febre aftosa é a observação de sintomas clínicos. Lesões vesiculares em animais suscetíveis são frequentemente interpretadas como indicativas de infecção por febre aftosa. Apesar disso, há muitas outras doenças vesiculares que podem interferir na diferenciação clínica, como por exemplo a doença vesicular suína, a estomatite vesicular, o exantema vesicular, entre outros ferimentos e a má-nutrição. Algumas vezes a febre aftosa também pode ser difícil de detectar em animais com infecção sub-clínica. Portanto, é pertinente o emprego de protocolos laboratoriais para auxiliar na diferenciação de animais infectados daqueles saudáveis. Os diagnósticos laboratoriais podem ser agrupados em duas classes: a detecção de antígenos e a detecção de anticorpos. Exemplos de exames para a detecção de antígenos são o ensaio imunoenzimático de captura (ELISA), o de reação em cadeia por polimerase com transcrição reversa (RT-PCR), e o isolamento do vírus. Um resultado negativo para o teste ELISA não indica ausência da infecção e deve ser confirmado pelo isolamento do vírus, um processo que requer laboratório bem equipado e demanda tempo. O RT-PCR pode ser usado para rapidamente detectar e tipificar o FMDV, mas demanda muita mão-de-obra e está associado a problemas de contaminação cruzada devido à sua extrema sensibilidade. Para a detecção de anticorpos, os testes utilizados com maior frequência são o de neutralização viral (VNT), o ELISA de bloqueio em fase líquida (ELISA-BFL) e o ELISA de competição em fase sólida. Esses testes, no entanto, não diferenciam animais infectados naturalmente de animais vacinados. Sendo assim, eles não são adequados para uso em áreas em que ainda se pratica a vacinação. A recente introdução da detecção de anticorpos contra proteínas não estruturais (NSP) resolveu parcialmente o problema. Exemplos de testes de proteínas não estruturais são a detecção de antígenos associados à infecção vírica (VIAA; polimerase viral 3D para febre aftosa) com o uso de testes de imunodifusão em gel de ágar e ELISA-NSP. Os animais que receberam várias vacinas contra a febre aftosa ou que recebem vacinas não purificadas podem reagir positivo ao ELISA-NSP. No Brasil, o sistema de diagnóstico sorológico de rotina usado para controle do transporte de animais e vigilância é o prescrito pelo Centro Pan-Americano de Febre Aftosa e validado pela OIE, que consiste de um procedimento de testagem em série, em que o ELISA 3ABC é usado para análise e o EITB (um tipo de Western blot) é usado para confirmação.

### **3.2 Sistema para avaliação do risco de febre aftosa em produtos suínos para exportação**

A avaliação de riscos é o processo construído para avaliar a probabilidade de ocorrência de um evento em particular. Para avaliar a probabilidade de contaminação de produtos suínos com o FMDV, dois eventos são considerados para compararmos a situação mais provável e a pior situação que possa ocorrer nas cadeias produtoras de suínos. No presente documento, referimo-nos à situação mais provável como “cenário planejado” e à situação pior como “pior cenário possível”.

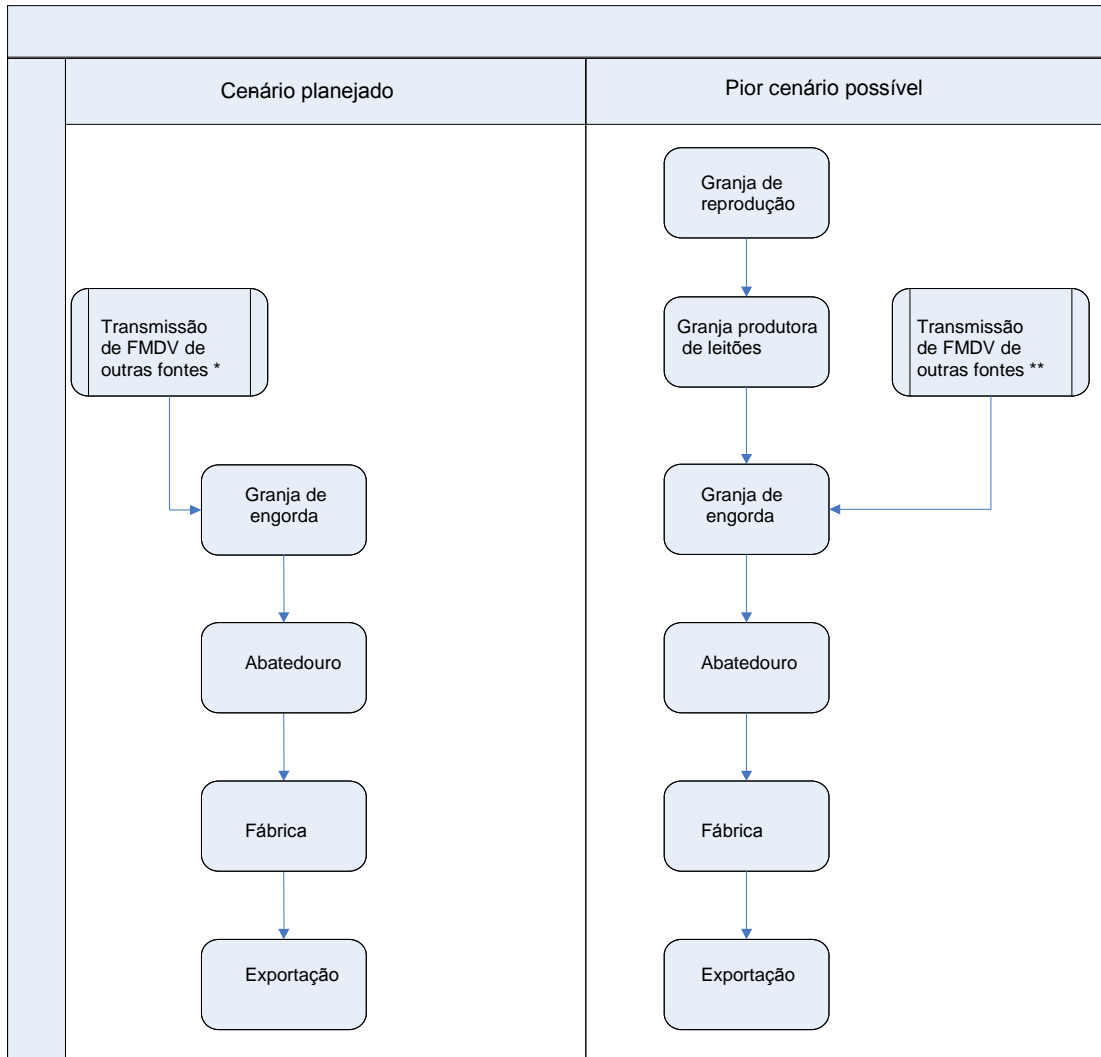
#### Cenário planejado

Os parâmetros usados na AQR (avaliação quantitativa de riscos) refletem os conhecimentos atuais sobre a biologia e a epidemiologia da febre aftosa nas áreas exportadoras de suínos no Brasil. Essas áreas encontram-se na zona livre com vacinação. Os valores atribuídos aos parâmetros foram derivados de dados disponíveis nos históricos de febre aftosa, incluindo inquéritos sorológicos randômicos realizados para a certificação da zona livre. As práticas correntes da produção de suínos nessas áreas também foram consideradas. Em outras palavras, o cenário planejado objetiva determinar o nível do risco de se exportar febre aftosa através de produtos suínos se tudo ocorrer de acordo com o planejado nas cadeias de produção de suínos, considerados os históricos e a epidemiologia da febre aftosa nas áreas de exportação de suínos no Brasil.

#### Pior cenário possível

O pior cenário possível objetiva capturar falhas nas cadeias de produção de suínos que poderiam resultar em situações mais prejudiciais. Além disso, o cenário estimula uma situação em que a febre aftosa tenha sido reintroduzida na zona livre, e usa parâmetros derivados dos dados dos focos de febre aftosa no Rio Grande do Sul em 2000 (vírus O) e 2001 (vírus A). Essas fontes de dados são recentes e relevantes na medida em que refletem o provável impacto de uma nova infecção em uma região anteriormente certificada como livre com vacinação. Através do uso de dados reais, o pior cenário possível está levando em consideração a capacidade dos pastores e da autoridade veterinária de reagir a novos focos. Em outras palavras, o pior cenário possível objetiva responder à pergunta: “qual seria a probabilidade de se exportar FMDV em produtos suínos quando a zona livre estiver sofrendo uma reintrodução do FMDV?”. Diferentemente do cenário planejado, o pior cenário possível renderia uma estimativa muito mais pessimista do risco de exportar produtos suínos contaminados com FMDV. Embora os valores de alguns parâmetros pareçam não-realísticos, o objetivo foi fornecer a estimativa de riscos para uma situação em que somente o pior aconteceu e portanto, os leitores são instados a exercitar extremo cuidado ao interpretarem os resultados.

Figura 10: Uma representação diagramática do sistema para o estudo do risco de febre aftosa em produtos suínos para exportação.



**Legenda:**

(\*) Evidências de campo sugerem que a transmissão de febre aftosa a partir de outras fontes é a única provável rota de infecção de uma granja de engorda no cenário planejado. A propagação vertical na cadeia de produção de suínos é considerada pequena o suficiente para ser declarada desprezível para a análise.

(\*\*) No pior cenário possível, a probabilidade da febre aftosa se propagar pela cadeia de produção suína é levada em consideração, com base em possíveis falhas nos procedimentos de biossegurança e vigilância. Da mesma forma, a probabilidade de transmissão a partir de outras fontes é considerada expressiva, como resultado de uma re-infecção hipotética da zona livre.





Tabela 3: Caminhos dos eventos de risco para a transmissão de febre aftosa

C <sub>1</sub>	Granjas de reprodução suína com febre aftosa	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ C <sub>2</sub>
C <sub>2</sub>	Transmissão de febre aftosa das granjas de reprodução para as granjas de produção de leitões	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ C <sub>3</sub>
C <sub>3</sub>	Transmissão de febre aftosa das granjas de produção de leitões para as granjas de engorda	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ C <sub>7</sub>
C <sub>4</sub>	Febre aftosa na população bovina da região	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ C <sub>5</sub>
C <sub>5</sub>	Rebanhos de suínos para engorda em granjas onde também se produz gado (mais provavelmente rebanhos leiteiros)	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ C <sub>6</sub>
C <sub>6</sub>	Transmissão de febre aftosa de bovinos para suínos	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ C <sub>7</sub>
C <sub>7</sub>	Granjas de engorda de suínos com febre aftosa	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ Risco

Os caminhos da Figura 11 e da Tabela 3 ilustram o fluxo de eventos desde as granjas de reprodução de suínos (GRs) até as granjas de engorda de suínos (GE). C<sub>1</sub> – C<sub>7</sub> denotam as seqüências de eventos que poderão ocorrer, e que irão resultar na probabilidade de uma GE contrair febre aftosa. Foram identificadas duas fontes possíveis de febre aftosa para GEs. GEs contraem febre aftosa verticalmente durante a cadeia de produção de suínos ou horizontalmente (direta ou indiretamente) de outras fontes pecuárias, como por exemplo ruminantes (mais provavelmente bovinos). C<sub>1</sub> – C<sub>3</sub> descrevem a transmissão de febre aftosa de GRs para granjas de produção de leitões (GLs) e de GLs para GEs, na seqüência. C<sub>4</sub> – C<sub>6</sub> descrevem a probabilidade hipotética de transmissão de febre aftosa de outras fontes pecuárias para GEs. Note-se que a unidade epidemiológica é o “rebanho suíno” e as probabilidades serão atribuídas ao grupo e não a cada animal individualmente.

### 3.3.2 Avaliação da probabilidade de contaminação de carne de porco com FMDV

Figura 12: Diagramas descritivos dos processos para detecção de febre aftosa

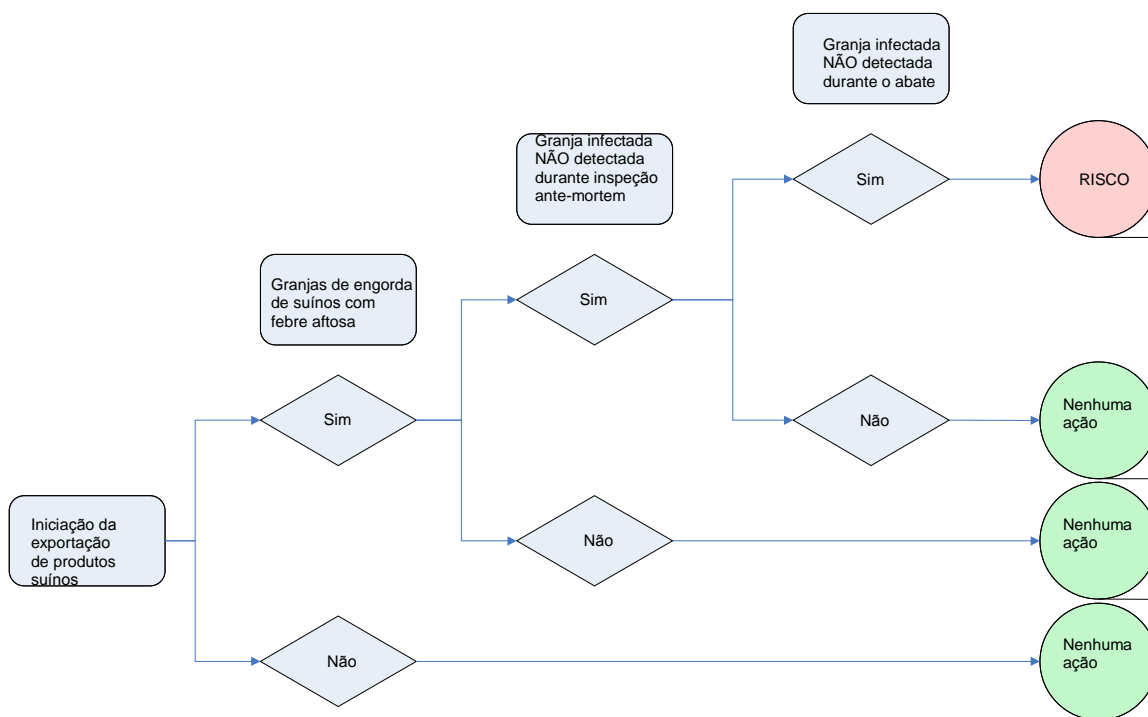


Tabela 4: Caminhos dos eventos de risco para a transmissão de febre aftosa

N	Número de rebanhos necessários para a produção de 100 toneladas de carne		
C <sub>7</sub>	Rebanho de suínos para engorda com febre aftosa	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ C <sub>8</sub>
C <sub>8</sub>	Rebanho de suínos infectados selecionado para abate	Não	→ Nenhuma ação
		Sim	→ C <sub>9</sub>
C <sub>9</sub>	Detecção de rebanho infectado durante inspeção ante-mortem	Detectado	→ Nenhuma ação
		Não detectado	→ C <sub>10</sub>
C <sub>10</sub>	Detecção de rebanho infectado durante abate	Detectado	→ Nenhuma ação
		Não detectado	→ Risco

A Figura 12 e a Tabela 4 resumem os processos desde a seleção de GEs até o empacotamento da carne para exportação. O rebanho é a unidade epidemiológica relevante durante toda a cadeia de eventos. Foram considerados todos os processos relevantes que afetam a probabilidade de contaminação da carne para exportação com febre aftosa, como por exemplo inspeções de sintomas clínicos de doenças vesiculares, incluindo a febre aftosa. Se um caso suspeito de febre aftosa for detectado a qualquer momento durante os processos de abate, a carne não será mais exportada. No entanto, a possibilidade de falha no sistema de detecção de febre aftosa não deve ser descartada e poderá resultar na exportação de carne contaminada com febre aftosa. O modelo de avaliação de riscos será utilizado com o objetivo de quantificar a probabilidade dessa falha.

## Capítulo 4: Modelo de avaliação quantitativa de riscos para exportação de carne de porco processada

### 4.1 Quantificação dos parâmetros do modelo

Nesta seção tentou-se determinar valores para os parâmetros do modelo. Foram atribuídas distribuições de probabilidades adequadas aos parâmetros para explicar os níveis de incerteza e variabilidade nas estimativas dos mesmos. Por exemplo, os níveis de incerteza nas estimativas dos especialistas são geralmente tratados utilizando-se a distribuição Pert, na qual se atribui a um parâmetro um valor mínimo, um mais provável e um valor máximo. Vários valores estimados podem ser atribuídos a um parâmetro para o cenário planejado e o pior cenário possível, uma vez que as estimativas para o cenário planejado são os valores mais prováveis de ocorrer e as estimativas para o pior cenário possível são as mais pessimistas.

As probabilidades condicionais são apresentadas nas Tabelas 3 e 4; uma vez que uma doença esteja presente na GR, qual a probabilidade dela estar presente também na GL devido a uma falha na primeira inspeção, e qual a probabilidade dela estar também presente na GE devido a uma falha na segunda inspeção etc. As probabilidades seqüenciais são cumulativas. Por exemplo, se considerarmos a probabilidade da febre aftosa estar presente na GR como  $P_a$  e a probabilidade de falha em detectar lesões compatíveis com febre aftosa como  $P_b$ , então a probabilidade da GL contrair febre aftosa da GR seria  $P_a \times P_b$ .

Os valores dos parâmetros usados para a avaliação de riscos dos produtos suínos para exportação encontram-se resumidos na Tabela 5. As distribuições dos parâmetros foram ilustradas nas Figuras 13 e 14.

#### N: Número de rebanhos necessários para a produção de 100 toneladas de carne

O peso médio da carcaça foi de 88,4 kg/suíno, de acordo com um livro de estatísticas pecuárias (Anualpec, 2005) publicado todos os anos. Sendo assim, em média,  $100/0,0884 = 1132$  suínos são necessários para a produção de 100 toneladas de carne. Dezesete produtores de carne suína foram convidados pela Associação Brasileira de Exportadores de Carne Suína (ABIPECS) a fornecer estimativas para o valor mínimo, o mais provável e o valor máximo para o número de suínos por granja. Os resultados das entrevistas mostraram que a estimativa mínima foi de 35 suínos por granja; a estimativa máxima foi de 6.800 suínos por granja; e a média foi de aproximadamente 500 suínos por granja. De posse das informações acima, a distribuição para o número de rebanhos necessários para a produção de 100 toneladas de carne pode ser calculada como  $1132/\text{RiscoPert}(35, 500, 6800)$ .

#### $P_1$ : Probabilidade de GRs terem febre aftosa

GRs que geram animais para reprodução, que por sua vez geram suínos para o mercado de exportação de carne de porco, fazem parte de um programa oficial de credenciamento e estão sob constante vigilância (detalhes do programa de

credenciamento são fornecidos na seção sobre biossegurança). Como parte desse programa, essas granjas são semestralmente sujeitas a exames clínicos/inspeções para detecção de doenças suínas incluindo os sinais clínicos relacionados à febre aftosa. Historicamente, a febre aftosa nunca foi um problema em granjas reprodutoras de suínos, o que torna muito difícil e pouco realista atribuir qualquer probabilidade de evento a  $P_1$  no cenário planejado. Entretanto, se aceitarmos o fato de que todos os eventos de risco herdaram algumas probabilidades de ocorrência, assumimos que 1 entre 240 GRs está infectada com febre aftosa, com uma incidência mínima de 0/240 e uma incidência máxima de 5/240. As estimativas acima foram utilizadas para o pior cenário possível.

$P_2$ : Probabilidade de transmissão de febre aftosa de GRs para GLs, e

$P_3$ : Probabilidade de transmissão de febre aftosa de GLs para GEs

Todo transporte de animais deve ser acompanhado de uma autorização para transporte válida, emitida por veterinários do estado ou credenciados. Um exame clínico é realizado durante o processo de emissão e os animais são sujeitos à inspeção. A transmissão de febre aftosa de GRs para GLs e de GLs para GEs ocorrerá somente se houver falha em detectar a doença durante a emissão da autorização. Os veterinários, tanto os do estado quanto os credenciados, conhecem bem os sinais clínicos da febre aftosa e as consequências de qualquer falha em relatar casos suspeitos de doenças vesiculares em suínos. Suínos não são vacinados contra a febre aftosa. Há evidências científicas que sugerem que é incomum que os suínos exibam formas não aparentes de infecção por febre aftosa, especialmente em uma população totalmente suscetível. Além disso, dados epidemiológicos dos últimos 10 anos indicam que as cepas de FMDV em circulação nos países da América do Sul são bastante específicas dos bovinos. Sendo assim, é razoável assumir uma baixa probabilidade de resultados falso-negativos (falha) em exames clínicos. A probabilidade de falha foi estimada em 0% para o valor mínimo, 10% para o valor mais provável e 20% para o valor máximo. Vale notar que os parâmetros acima são aplicados ao rebanho e, portanto, devem ser interpretados como a sensibilidade do rebanho para inspeções clínicas. Por exemplo, a inspeção de 60 animais – tipicamente uma pequena fração do lote – resultaria em uma probabilidade de falha de cerca de 5%, se assumirmos que pelo menos 5% dos suínos no lote exibiriam sinais clínicos de febre aftosa em caso de infecção. Da mesma forma, a inspeção clínica de 300 animais permitiria detectar um limiar de prevalência de 1%, com uma probabilidade de falha de 5%. O mesmo princípio aplica-se a  $P_9$  e  $P_{10}$ .

$P_4$ : Probabilidade de presença de FMDV nas regiões exportadoras de carne de porco

Todas as exportações de carne de porco têm origem na zona livre de febre aftosa com vacinação reconhecida pela OIE. A partir de maio de 2005, a zona livre compreendia 15 estados e o Distrito Federal, respondendo por todo o Sul, o Sudeste, o Centro-Oeste, 3 estados do Norte e 2 estados do Nordeste. Desde 1998, quando os dois estados mais ao sul atingiram o reconhecimento de zona livre com vacinação, o Departamento de Saúde Animal realizou um inquérito sorológico completo antes que qualquer região fosse adicionada à zona livre. Esses inquéritos complementaram o sistema rotineiro de vigilância. A metodologia consistiu de uma amostra randômica em dois estágios, com

nível de confiança de 95%, em que o rebanho bovino era a unidade primária de amostragem. O limiar de prevalência do rebanho foi fixado em 1%, enquanto a prevalência individual dentro do rebanho foi fixada em 5%. A testagem sorológica utilizou os métodos recomendados pela Panafiosa de exame NSP para populações vacinadas, ou seja, análise com ELISA 3ABC e retestagem de resultados positivos com EITB. Se um animal com resultado positivo ao teste fosse encontrado num rebanho, isso desencadearia uma investigação epidemiológica, consistindo de testes sorológicos adicionais, amostragem probang, testagem de pequenos ruminantes não vacinados e inspeções clínicas de todas as espécies suscetíveis, incluindo suínos.

Com base nas informações acima, a probabilidade dos bovinos dos estados dentro da zona livre serem portadores de febre aftosa está se aproximando de zero no cenário planejado. Uma distribuição beta foi utilizada para a estimativa de prevalência de febre aftosa em bovinos. Os valores alfa e beta para a distribuição foram determinados a partir das informações acima, acerca das quais tínhamos 95% de certeza de que a prevalência no rebanho estava abaixo de 1%. O valor para a moda foi derivado de dados de um dos inquéritos acima, conduzido no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, os dois estados mais ao sul, em 2002, quando a região objetivava recuperar a condição livre com vacinação com a OIE (depois dos focos de febre aftosa em 2000 e 2001). Tomou-se por certo que a próxima propriedade submetida a exames teria resultado positivo para febre aftosa ( $1/717 = 0,14\%$ ).

A estimativa para o pior cenário possível foi extraída dos dados dos últimos focos de febre aftosa em 2000 (vírus O) e 2001 (vírus A) no Rio Grande do Sul. A explicação lógica para essa estimativa era simular a situação em que a febre aftosa seria reintroduzida nos estados da área livre, especialmente no sul, onde se dá a maioria da produção suína. Os registros documentais mostraram que em 2000, no município de Jóia – o mais afetado – 18 em 1308 propriedades tinham febre aftosa, o que resulta numa estimativa de incidência de aproximadamente 1,4%. Da mesma forma, em 2001, o município de Rio Grande tinha 19 de suas 1405 propriedades infectadas com a febre aftosa, também resultando numa estimativa de incidência de aproximadamente 1,4%. O município de Rio Grande foi o mais afetado em 2001. Em ambos os eventos, as granjas afetadas mantinham uma maioria de rebanhos bovinos, com alguns ovinos e pouquíssimos suínos. Deve-se ressaltar que o pior cenário possível leva em consideração a capacidade dos pastores e da administração veterinária em reagir a novos focos, conforme foi revelado pela última reintrodução no sul.

#### P<sub>5</sub>: Probabilidade dos suínos em GEs terem contato com bovinos

Em algumas GEs, os suínos são criados em granjas onde também há rebanhos bovinos, tipicamente de gado leiteiro. Esse fato gerou uma preocupação clara com a transmissão da febre aftosa entre espécies, de bovinos para suínos. É difícil determinar valores precisos para a proporção de granjas de suínos com manejo de várias espécies uma vez que não há registros públicos da porcentagem ou do número de granjas de suínos em que os suínos para fins comerciais têm contato com bovinos. Foram obtidas estimativas de especialistas sobre os valores, que foram de 5% para a proporção mínima, 10% para a mais provável e 20% para a proporção máxima. Deve-se notar que num país

tão grande como o Brasil, há propensão a diferenças regionais e isso é mais típico no sul do que no sudeste e especialmente no centro-oeste.

#### P<sub>6</sub>: Probabilidade de transmissão de febre aftosa de bovinos para suínos

A probabilidade de transmissão é chamada de contato efetivo, definido como o contato que, se efetuado entre um indivíduo suscetível e um indivíduo contagioso, resultaria na infecção do indivíduo suscetível. No presente estudo, um valor igual a zero significa que a transmissão de bovinos para suínos não é possível e o valor igual a 1 significa que todos os contatos efetuados entre um bovino infectado e um suíno suscetível resultará na infecção do último. O contato efetivo para a febre aftosa depende de fatores biológicos e ambientais. Por exemplo, uma cepa de febre aftosa pode ser razoavelmente específica de uma espécie, o que significa que ela pode causar focos devastadores nessa espécie, mas ser virtualmente inofensiva para outras. Um exemplo de cepa de febre aftosa específica de uma espécie foi o foco de aftosa em suínos taiwaneses em 1997 (Dunn e Donaldson, 1997). Como não havia dados disponíveis para a exata quantificação desse parâmetro, foram utilizados registros do foco recente de febre aftosa no sul do Brasil em 2000. O índice de ataque em suínos durante o foco de 2000 foi calculado em 12,88% (= 17 doentes / 132 expostos). Acreditou-se que a maioria dos suínos contraiu febre aftosa após exposição direta ou indireta a bovinos infectados. Assim, a estimativa de 12,88% foi usada para o contato efetivo entre bovinos e suínos no cenário planejado. No entanto, esses suínos eram em sua maioria porcos de quintal mantidos em propriedades de criação de gado e, portanto, a exposição seria menos provável em um rebanho comercial de suínos. Em outras palavras, mesmo para o cenário planejado, o parâmetro usado no modelo foi bastante conservador. De forma pessimista, o contato efetivo para o pior cenário possível foi convenientemente considerado perfeito: 1.

#### P<sub>7</sub>: Probabilidade de GEs terem febre aftosa

Para o cenário planejado, acreditou-se razoavelmente que a transmissão vertical ao longo da cadeia de produção de suínos era desprezível (ver explicação em P<sub>1</sub> acima). Sendo assim, P<sub>7</sub> seria aproximadamente equivalente a P<sub>6</sub>. Para o pior cenário possível, a probabilidade de GEs terem febre aftosa, no entanto, foi calculada a partir de uma probabilidade de P<sub>3</sub> e P<sub>6</sub> combinada.

#### P<sub>8</sub>: Probabilidade de GEs infectadas com febre aftosa serem selecionadas para abate

Este passo calcula a probabilidade de que pelo menos 1 GE infectada seja selecionada para o processo de abate para a produção de 100 toneladas de carne. Um número N de GEs é necessário para a produção de 100 toneladas de carne. A probabilidade pode ser calculada através do binômio  $1-(1-P_7)^N$ . No entanto, isso considera uma distribuição randômica de rebanhos infectados. É mais provável que os rebanhos infectados estariam em grupos, nesse caso os valores usados no modelo favoreceriam o pior cenário possível.



#### P<sub>9</sub>: Probabilidade de falha em detectar febre aftosa durante inspeção ante-mortem

Os suínos são submetidos a exame para detectar a presença de doenças animais, incluindo a febre aftosa, na chegada ao abatedouro e antes do abate. Os suínos ficam no curral de descanso por pelo menos 24 horas. Um caso suspeito de febre aftosa resultará no cancelamento do abate para exportação de todos os animais do lote, assim como de todos os animais que possivelmente entraram em contato com os suínos. Todos os suínos abatidos naquele dia estão proibidos de ser exportados. Dadas as condições expostas para P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub>, a probabilidade de que o processo de inspeção falhe em detectar pelo menos um animal portador de febre aftosa é baixa. Estimativas similares a P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub> foram usadas para as estimativas de P<sub>9</sub>, em que os valores (mínimo, mais provável e máximo) para a probabilidade de falha foram (0%, 5%, 10%) para o cenário planejado e (0%, 10% e 20%) para o pior cenário possível.

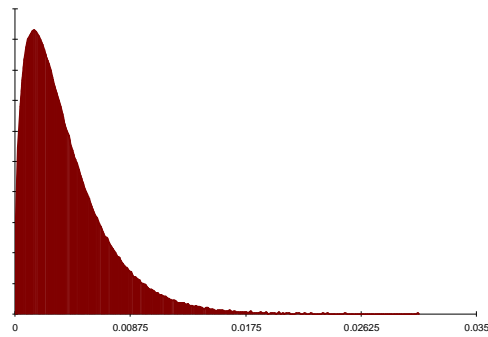
#### P<sub>10</sub>: Probabilidade de falha em detectar febre aftosa durante o abate

A inspeção de carcaças é crucial para o processo de análise da febre aftosa em abatedouros. A língua, focinho e patas de todos os suínos são inspecionados individualmente para detectar a presença de lesões vesiculares. Por causa dessa inspeção tão próxima, a chance de que o processo de inspeção deixe escapar bolhas ou vesículas incipientes em pelo menos 1 suíno é pequena. Devido às circunstâncias, foi estimado que a inspeção durante o processo de abate é pelo menos 10 vezes mais sensível que as inspeções clínicas anteriores. Se um caso suspeito de doença vesicular fosse observado, todas as operações de exportação de carne daqueles abatedouros em particular seriam canceladas.

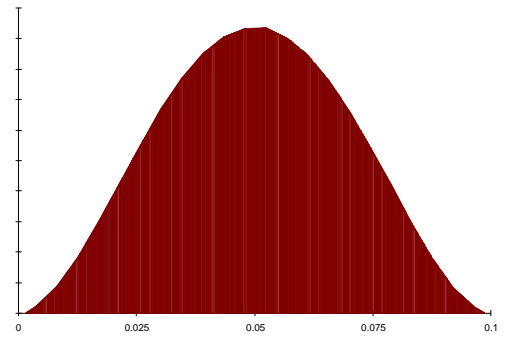
Tabela 5: Valores dos parâmetros utilizados no modelo de avaliação de risco

Parâmetro	Valor					
	Cenário planejado			Pior cenário possível		
	Mínimo	Mais provável	Máximo	Mínimo	Mais provável	Máximo
1132/N	35	500	6800	35	500	6800
P <sub>1</sub>	-	-	-	0	0,00417	0,02083
P <sub>2</sub>	0	0,05	0,1	0	0,1	0,2
P <sub>3</sub>	0	0,05	0,1	0	0,1	0,2
P <sub>5</sub>	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2
P <sub>9</sub>	0	0,05	0,1	0	0,1	0,2
P <sub>10</sub>	0	0,005	0,01	0	0,01	0,02
P <sub>4</sub>	95% de confiança de que a prevalência é abaixo de 1% com a moda a 0,0014					0,014
P <sub>6</sub>	0,1288					1
P <sub>8</sub>	$1-(1-P_7)^N$					$1-(1-P_7)^N$

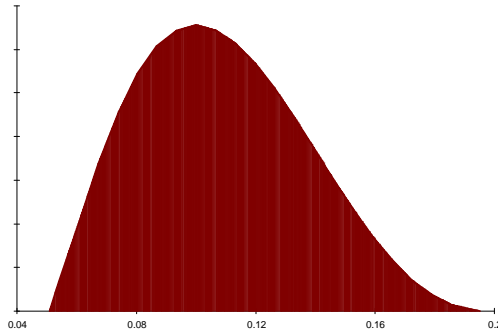
Figura 13: Funções de densidade de probabilidade da distribuição dos valores dos parâmetros usados no cenário planejado



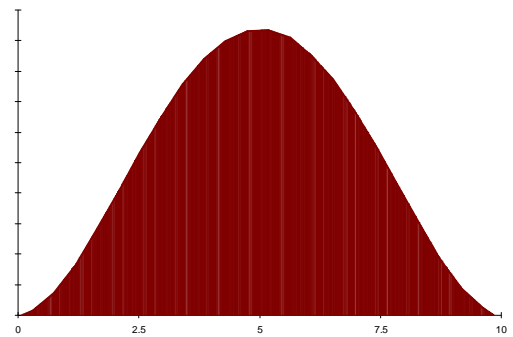
P<sub>4</sub>: Prevalência de febre aftosa em bovinos



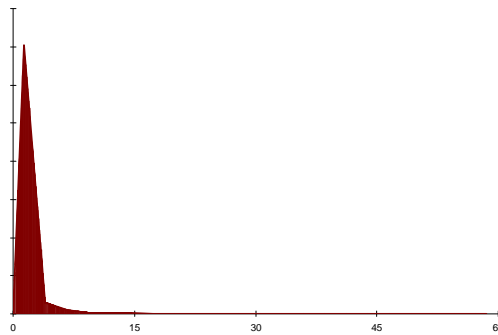
P<sub>9</sub>: Probabilidade de falha em detectar febre aftosa durante inspeção ante-mortem



P<sub>5</sub>: Proporção de granjas de suínos em contato com bovinos

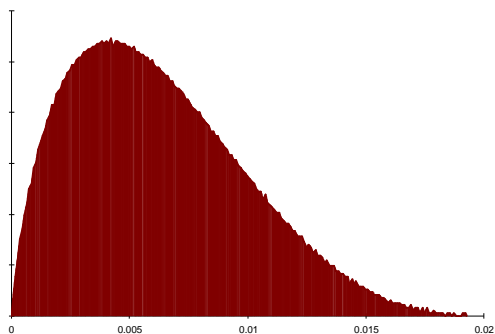


P<sub>10</sub>: Probabilidade de falha em detectar febre aftosa durante o abate ( $10^{-3}$ )

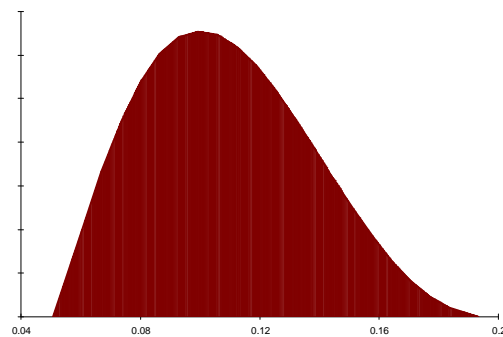


P<sub>8</sub>: Probabilidade de seleção de pelo menos uma granja de suínos infectada ( $10^{-3}$ )

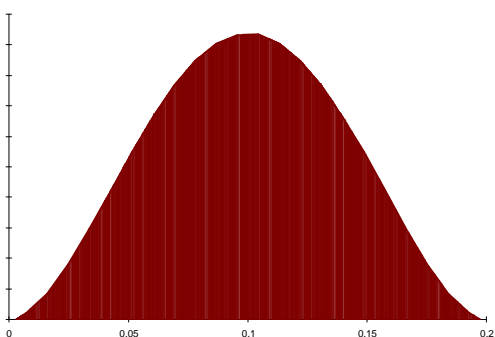
Figura 14: Funções de densidade de probabilidade da distribuição dos valores dos parâmetros usados no pior cenário possível



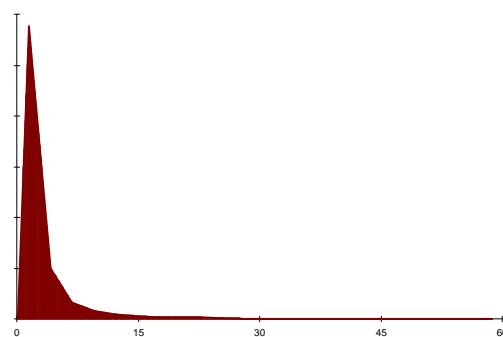
P<sub>1</sub>: Probabilidade de GRs terem febre aftosa ( $10^{-6}$ )



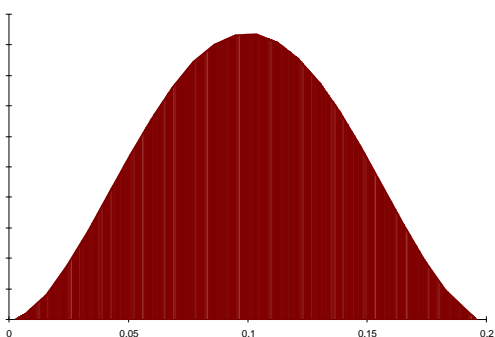
P<sub>5</sub>: Proporção de granjas de suínos em contato com bovinos



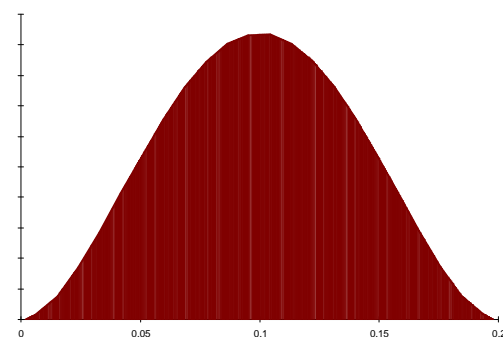
P<sub>2</sub>: Probabilidade de transmissão de febre aftosa de GRs para GLs



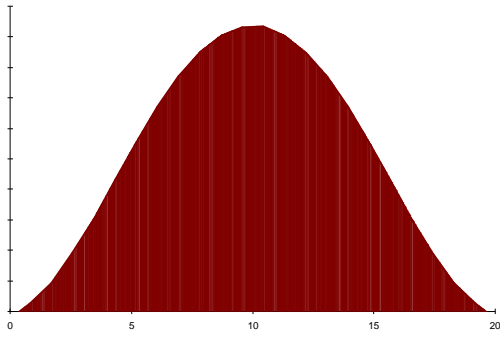
P<sub>6</sub>: Probabilidade de seleção de pelo menos uma granja de suínos infectada ( $10^{-3}$ )



P<sub>3</sub>: Probabilidade de transmissão de febre aftosa de GRs para GLs



P<sub>9</sub>: Probabilidade de falha em detectar febre aftosa durante inspeção ante-mortem



$P_{10}$ : Probabilidade de falha em detectar febre aftosa durante abate ( $10^{-3}$ )

## 4.2 Modelo de simulação computacional

As simulações foram executadas em Excel<sup>®</sup> com a atualização @Risk for Excel<sup>®</sup> para simplificar os usos das distribuições de probabilidade. Dez mil iterações foram executadas para cada simulação. Para cada iteração, o programa escolheu um conjunto de valores de parâmetros de acordo com suas probabilidades para o cálculo e os resultados foram arquivados. Os processos foram então repetidos dez mil vezes e o programa calculou a frequência e a probabilidade de ocorrência de cada evento.

### Cenário planejado

O resultado mostrou que, a 99% de confiança, a probabilidade de qualquer lote de carne de porco para exportação estar contaminado era menor que um em dez milhões de lotes. A frequência cumulativa ascendente (FCA) para a probabilidade de exportar pelo menos um lote (100 toneladas) de carne contaminada com FMDV está presente na Figura 16. A FCA indica o nível de confiança nos resultados. A Figura 15 ilustra a função de densidade de probabilidade (FDP) para o risco de contaminação da carne de porco com FMDV no cenário planejado. Uma faixa reduzida de probabilidades no eixo X indica um maior grau de confiança nas expectativas, ao contrário de uma faixa ampla. Por exemplo, há aproximadamente uma diferença de 40 vezes entre o primeiro e o terceiro quartis. O resumo das estatísticas é fornecido na Tabela 6, tendo em mente que os valores de probabilidade são para cada 100 toneladas de carne exportada. Em média, uma exportação de 100 toneladas de carne de porco contaminada com febre aftosa ocorrerá uma em cada 40 milhões de vezes. Mesmo a um percentil de 95, a probabilidade de exportar carne contaminada é menor que uma em dez milhões.

Tabela 6: Resumo das estatísticas da simulação estocástica para o cenário planejado

Resumo das Estatísticas	
Estatística	Valor
Mínimo	$0,00017 \times 10^{-9}$
Máximo	$1904,25 \times 10^{-9}$
Média	$24,0882 \times 10^{-9}$
Desvio Padrão	$62,3886 \times 10^{-9}$
Variância	$0,000004 \times 10^{-9}$
Mediana	$8,44636 \times 10^{-9}$
Moda	$33,0578 \times 10^{-9}$
5%	$0,66899 \times 10^{-9}$
25%	$3,08553 \times 10^{-9}$
75%	$21,6530 \times 10^{-9}$
95%	$90,2606 \times 10^{-9}$

Figura 15: Função de densidade de probabilidade para a probabilidade de que algum lote de carne de porco esteja contaminado com febre aftosa no cenário planejado

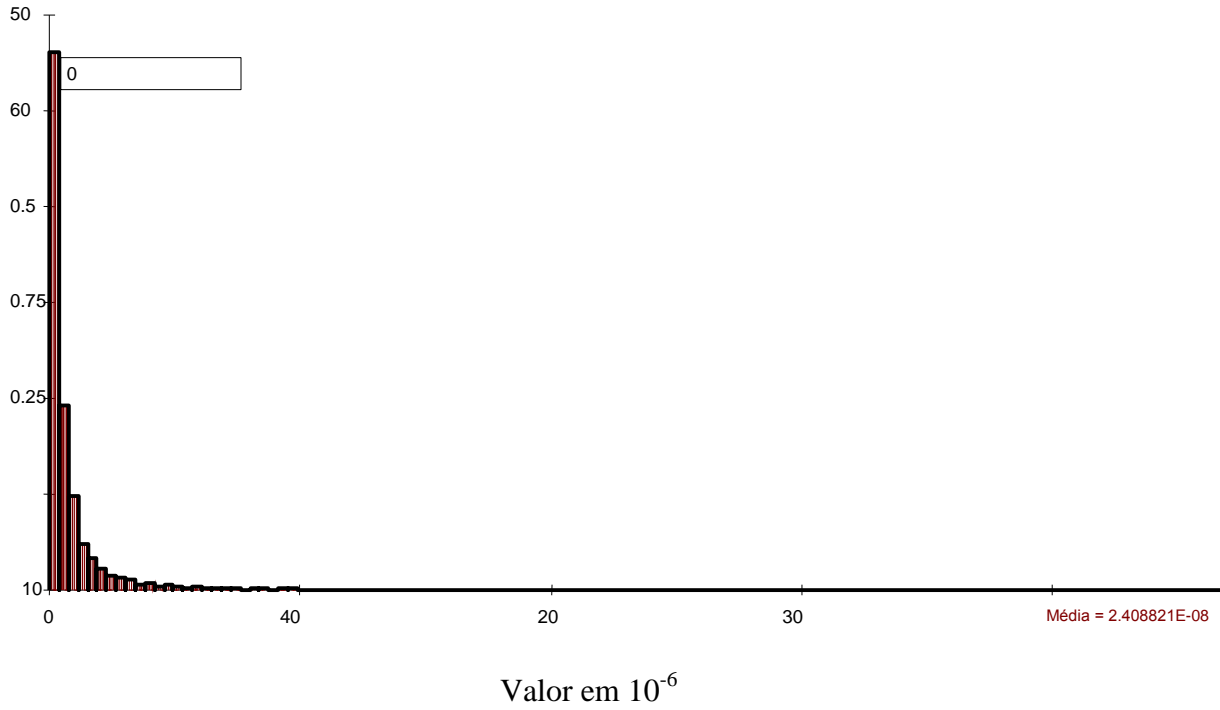
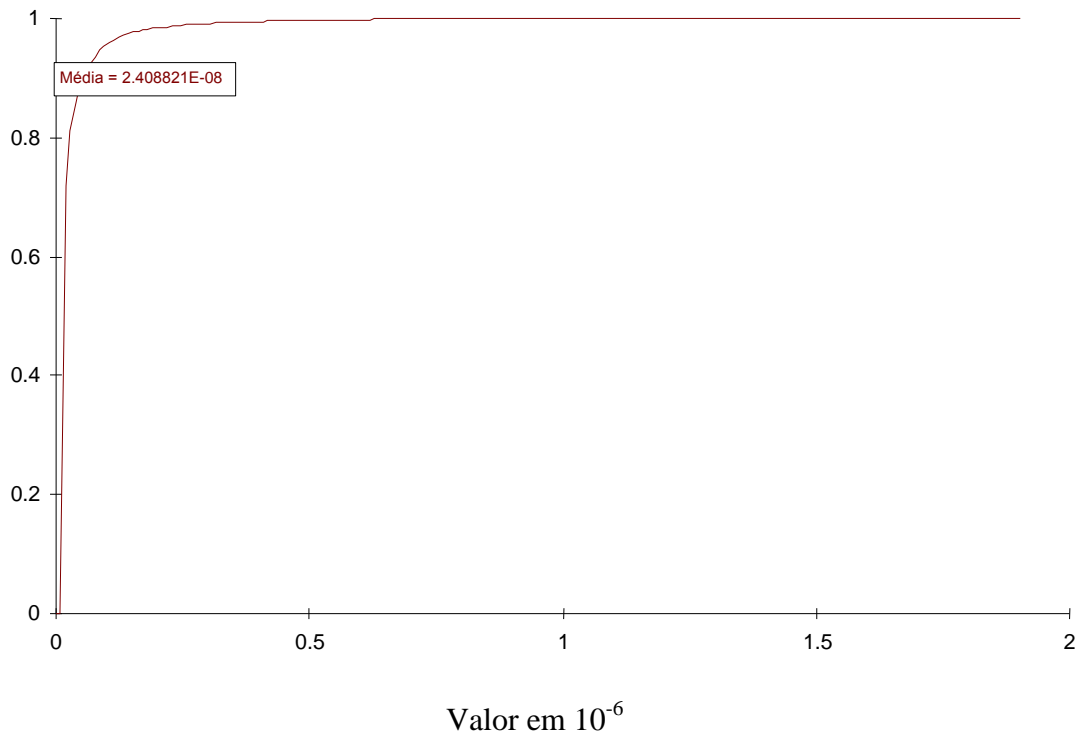
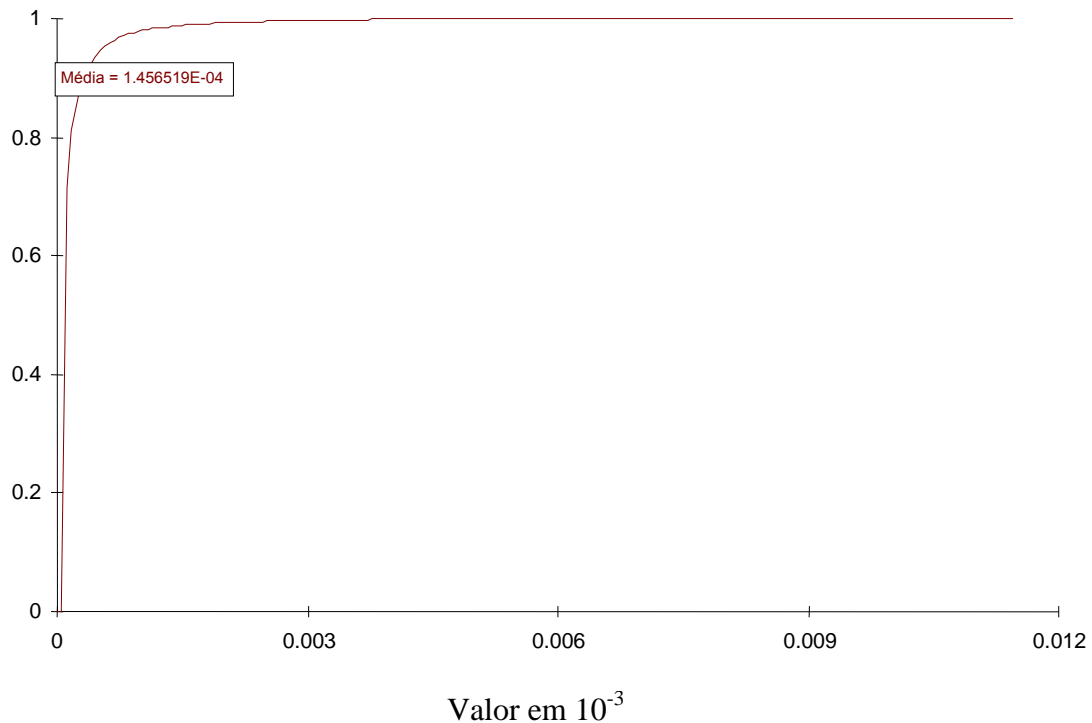


Figure 16: Frequência cumulativa ascendente para a probabilidade de que algum lote de carne de porco esteja contaminado com febre aftosa no cenário planejado



Além disso, em média, os resultados mostraram que a contaminação de carne de porco para exportação ocorreria somente uma vez a cada dez mil anos. A projeção da ABIPECS é de que as exportações totais de produtos suínos em 2005 serão de aproximadamente 605.000 toneladas (6.050 centenas de toneladas). A partir dessa informação, podemos derivar a probabilidade anual de que pelo menos um lote (100 toneladas) de produtos suínos contaminados com febre aftosa será exportado, através de  $1-(1-P_x)^{N_x}$ , em que  $P_x$  é a probabilidade de contaminação por febre aftosa em carne de porco e  $N_x$  é o número total de exportações. A Figura 17 ilustra a probabilidade anual de que pelo menos um lote de produtos suínos contaminado com FMDV será aceito para exportação. A FCA também indica que, em 95% das vezes, a contaminação aparecerá com menor frequência que uma vez a cada 2000 anos.

Figura 17: Frequência cumulativa ascendente para a probabilidade anual de que pelo menos um lote de carne de porco esteja contaminado com febre aftosa no cenário planejado



### Pior cenário possível

Análises similares às realizadas para o cenário planejado foram realizadas para o pior cenário possível. Mesmo na pior situação, em média, haveria uma contaminação em aproximadamente 360.000 lotes (36 milhões de toneladas) de carne de porco para exportação. A 95% de confiança, a probabilidade de contaminação é de aproximadamente 1 em 100.000 lotes. A análise para a probabilidade anual de exportar carne de porco contaminada mostrou que aproximadamente um lote contaminado era



esperado a cada 65 anos. Noventa e cinco por cento das iterações demonstrou que um lote contaminado apareceria com menor frequência do que a cada 18 anos.

Conforme o esperado, a maioria das análises revela as maiores probabilidades de ocorrências adversas. Em média, o risco para o pior cenário possível é 100 vezes maior do que o risco para o cenário planejado. Por exemplo, a probabilidade média foi de  $2,73 \times 10^{-6}$  para o pior cenário possível, enquanto para o cenário planejado foi de  $0,024 \times 10^{-6}$ . Noventa e cinco por cento das iterações geraram as probabilidades de menos que  $1 \times 10^{-5}$  para o pior cenário possível e  $0,9 \times 10^{-7}$  para o cenário planejado.

Tabela 7: Resumo das estatísticas da simulação estocástica para o pior cenário possível

<b>Resumo das Estatísticas</b>	
<b>Estatística</b>	<b>Valor</b>
Mínima	$21,5798 \times 10^{-9}$
Máxima	$81336,7 \times 10^{-9}$
Média	$2728,36 \times 10^{-9}$
Desvio Padrão	$4963,37 \times 10^{-9}$
Variância	$0,02464 \times 10^{-9}$
Mediana	$1260,13 \times 10^{-9}$
Moda	$546,688 \times 10^{-9}$
5%	$231,433 \times 10^{-9}$
25%	$635,980 \times 10^{-9}$
75%	$2708,46 \times 10^{-9}$
95%	$10009,4 \times 10^{-9}$

Figura 18: Função de densidade de probabilidade para a probabilidade de que algum lote de carne de porco esteja contaminado com febre aftosa no pior cenário possível

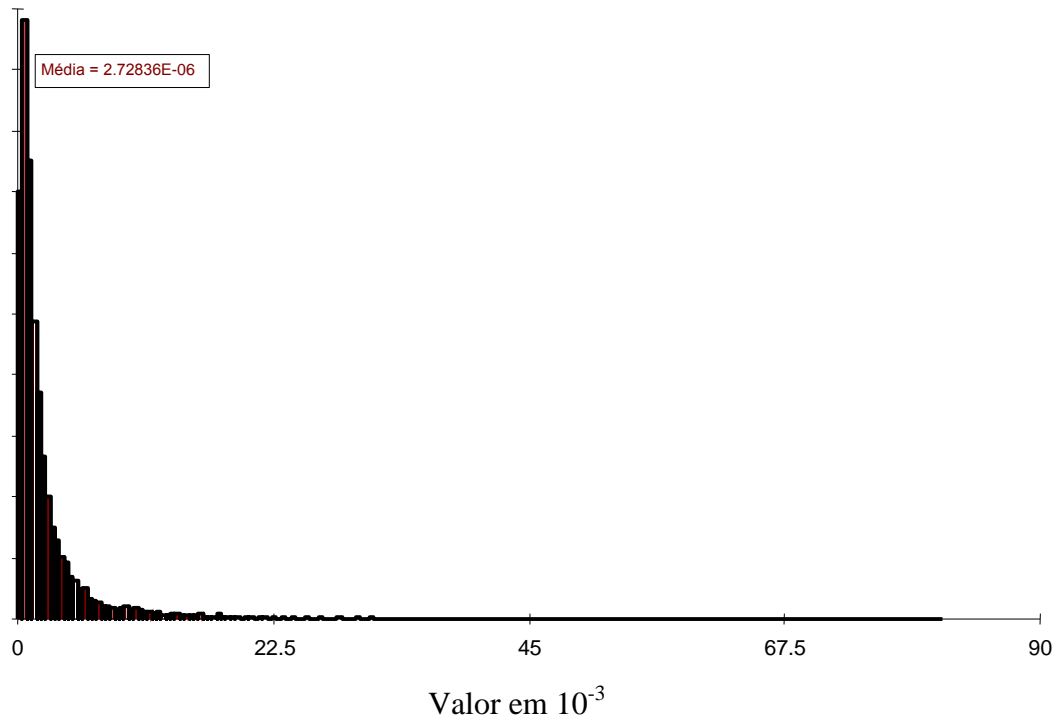


Figura 19: Frequência cumulativa ascendente para a probabilidade de que algum lote de carne de porco esteja contaminado com febre aftosa no pior cenário possível

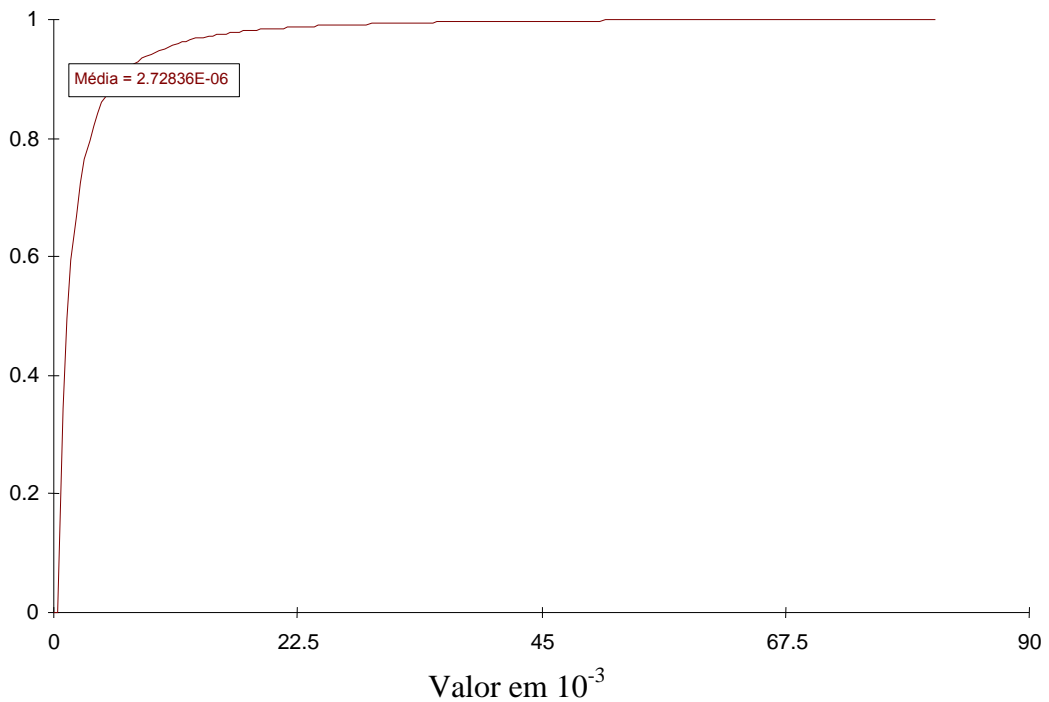
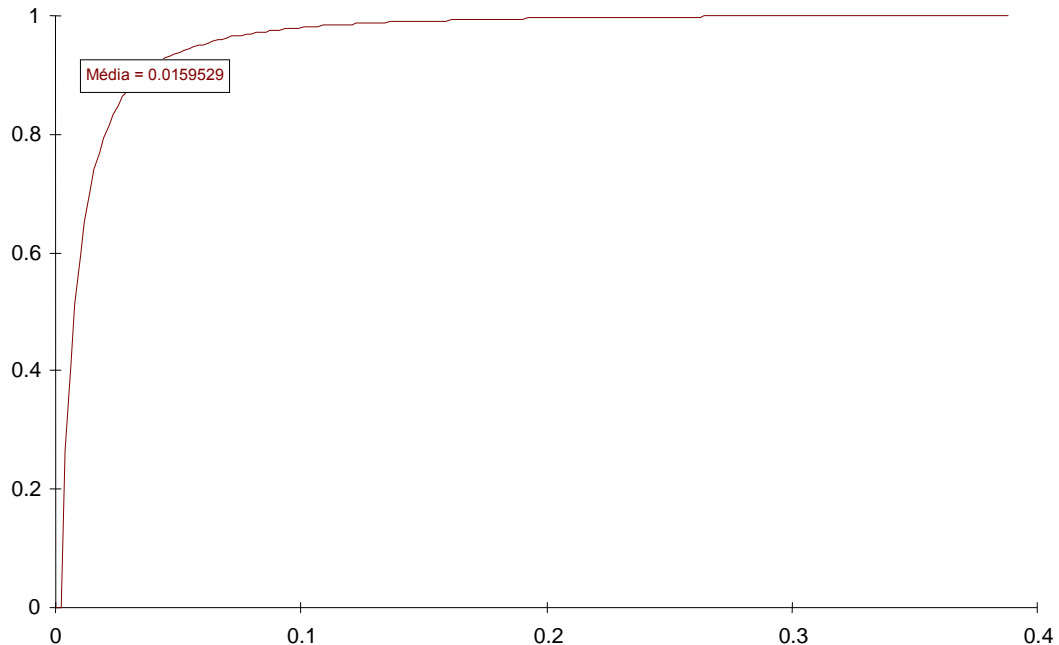


Figura 20: Frequência cumulativa ascendente para a probabilidade anual de que pelo menos um lote de carne de porco esteja contaminado com febre aftosa no pior cenário possível



### Análise de sensibilidade

Alguns parâmetros usados neste modelo foram derivados de estimativas subjetivas. As estimativas dos peritos quanto à probabilidade de falhas em detectar sintomas clínicos de febre aftosa, por exemplo, foram por vezes consideradas muito conservadoras. Devido à patogênese do FMDV em suínos é pouco provável que suínos infectados com FMDV passassem despercebidos. Uma vez que todas as probabilidades de detecção de sintomas clínicos da febre aftosa foram aplicadas ao rebanho/lote, então todos os suínos infectados teriam que passar despercebidos. Há algumas exceções, é claro. Os suínos com infecção recente podem estar no período latente, em que os sinais clínicos ainda não são pronunciados. Este espaço de tempo, no entanto, vai de um período muito curto a até alguns dias. Devido à duração do período em que os animais são mantidos juntos (antes de serem levados ao abatedouro, por exemplo) é pouco provável que pelo menos um suíno infectado no lote passasse despercebido. Um meio de examinar os efeitos da mudança de valores dos parâmetros é conduzir uma análise de sensibilidade para a probabilidade de contaminação com febre aftosa em um lote de carne de porco para exportação. A análise de sensibilidade também apontará quais parâmetros têm maior influência sobre o resultado do modelo.

A Figura 13 representa o resultado da análise de sensibilidade para o cenário planejado, que indica que a presença de febre aftosa na população de bovinos é o

determinante mais importante para o risco de febre aftosa em carne de porco. As estimativas subjetivas para a sensibilidade da inspeção clínica ante-mortem ou no abate, não contribuíram para o risco tanto quanto a prevalência de febre aftosa nos bovinos. A análise de sensibilidade para o pior cenário possível gerou resultados parecidos.

Figura 21: Coeficientes de correlação entre os parâmetros no modelo com a probabilidade de contaminação por febre aftosa em um lote de carne de porco para exportação: cenário planejado

