



Universidade de Brasília

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO DO RISCO DE DIFUSÃO DO VÍRUS DA FEBRE AFTOSA EM PRODUTOS SUÍNOS EXPOR- TADOS PELA REGIÃO SUL DO BRASIL

MARINA KARINA DE VEIGA CABRAL DELPHINO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SAÚDE ANIMAL

BRASÍLIA/DF

FEVEREIRO/2010



Universidade de Brasília

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO DO RISCO DE DIFUSÃO DO VÍRUS DA FEBRE AFTOSA EM PRODUTOS SUÍNOS EXPOR- TADOS PELA REGIÃO SUL DO BRASIL

MARINA KARINA DE VEIGA CABRAL DELPHINO

ORIENTADOR: VITOR SALVADOR PICÃO GONÇALVES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SAÚDE ANIMAL

PUBLICAÇÃO: 023/2010

BRASÍLIA/DF

FEVEREIRO/2010

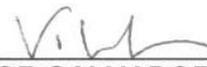
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**AVALIAÇÃO DO RISCO DE DIFUSÃO DO VÍRUS
DA FEBRE AFTOSA EM PRODUTOS SUÍNOS
EXPORTADOS PELA REGIÃO SUL DO BRASIL**

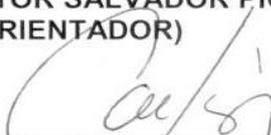
MARINA KARINA DE VEIGA CABRAL DELPHINO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SAÚDE ANIMAL, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM SAÚDE ANIMAL

APROVADA POR:



VITOR SALVADOR PICÃO GONÇALVES, DOUTOR (FAV-UnB)
(ORIENTADOR)



JORGE CAETANO JUNIOR, DOUTOR (MAPA)
(EXAMINADOR EXTERNO)



FERNANDO FERREIRA, DOUTOR (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO)
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, 26 de FEVEREIRO de 2010.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

DELPHINO, M.K.V.C. **Avaliação do risco de difusão do vírus da febre aftosa em produtos suínos exportados pela região Sul do Brasil.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010, p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas desde que citada a fonte.

Delphino, Marina Karina de Veiga Cabral

Avaliação do risco de difusão do vírus da febre aftosa em produtos suínos exportados pela região Sul do Brasil. / Marina Karina de Veiga Cabral Delphino orientação de Vitor S. P. Gonçalves – Brasília, 2010. 86 p.: il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2010.

1. Febre aftosa (FA). 2. Produtos suínos. 3. Análise de risco. 4. Brasil. 5. Biossegurança.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José Carlos e Neto.

Às minhas mães Carmem, Merita e Tia Maria.

Aos meus irmãos, Polli, Xandão, Lipe e Gabiroba.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Vitor Salvador P. Gonçalves.

E a pessoa mais importante desta vida, no meu coração sempre, *in memoriam*, minha mãe, Socorro.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À família e amigos, pelo eterno apoio e compreensão. São tantos que seria impossível listá-los aqui, mas o lugar de cada um estará sempre reservado com carinho todo especial.

Ao Prof. Dr. Vítor Salvador Picão Gonçalves, meu orientador neste trabalho, pela colaboração, boa vontade sempre, ensinamentos, conselhos e amizade. Tenho uma admiração imensa pelo seu trabalho.

À Associação Brasileiras da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS) pelo apoio e incentivo a pesquisa, além do apoio financeiro.

À Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária, Pesca e Agronegócio (SEAPPA) pela ajuda no banco de dados, pela recepção acolhedora nos dias que estive em Porto Alegre coletando os últimos dados para a finalização do trabalho. Em especial à Antônio Medeiros e André Corrêa que foram os companheiros de estrada e calor nestes dias.

À Coordenadora do PNSS – SEAPPA/RS, Ildara Nunes Vargas, sempre prestativa e atenciosa.

Ao Marcio Lobo (Brasil Foods), Luis Gustavo (Cosuel) e Paulo Roberto Basso (Cotrijuí) pelo fornecimento de informações da cadeia produtiva suína e pelas visitas propiciadas para uma melhor caracterização das propriedades produtoras.

Ao Prof. Dr. Fernando Ferreira e ao Dr. Jorge Caetano pela participação na banca examinadora e contribuições à melhoria da dissertação.

À colega Nathália Reinehr pela ajuda na pesquisa bibliográfica.

À Kelly, funcionária da Secretária de Pós-Graduação em Saúde Animal que estava sempre sorridente nos ajudando nos processos burocráticos do curso.

Agradeço à Deus, pela graça da vida a cada dia.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 Cadeia de Produção da Carne Suína	2
2.1.1 Comércio Internacional	2
2.1.2 Suinocultura Nacional	4
2.1.3 Produção de suínos	6
2.1.4 Biosseguridade	9
2.2 Febre aftosa	13
2.2.1 Espécies suscetíveis	13
2.2.2 Distribuição geográfica.....	14
2.2.3 Vias de Transmissão.....	15
2.2.4 Sinais Clínicos.....	19
2.2.5 Febre aftosa na América do Sul	21
2.3 Análise de Risco	25
2.3.1 Acordo sobre a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Acordo SPS)	25
2.3.2 Definição e etapas de uma análise de risco	28
2.3.3 Tipos de Análise de Risco.....	30
2.3.4 Vantagens e limitações da análise de risco em saúde animal	32
3 OBJETIVO	33
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
1 INTRODUÇÃO	40

2	MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1	Metodologia Geral.....	43
2.2	Estrutura do modelo para quantificação dos riscos	44
2.3	Parâmetros do modelo de risco.....	48
2.3.1	Número de Granjas de Terminação (N) necessárias para produção do volume de carne suína exportada anualmente.	48
2.3.2	P_B – Probabilidade de transmissão horizontal – Bovinos.....	50
2.3.3	P_F – Probabilidade de falha na detecção da FA	53
2.3.4	P_1 - Probabilidade de uma UPL estar infectada com o VFA e não ser detectada.	55
2.3.5	P_2 - Probabilidade de uma GT estar infectada com o VFA e não ser detectada 56	
2.3.6	P_3 – Sensibilidade da inspeção no abatedouro	56
2.3.7	P_4 – Probabilidade de que, no volume anual exportado, pelo menos uma granja de origem estivesse infectada com o VFA.....	62
3	RESULTADOS	63
4	DISCUSSÃO	67
5	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1	Principais destinos da exportação brasileira de carne suína – 2007 a 2009, em mil toneladas	4
TABELA 2	Produção de carne suína no Brasil (mil toneladas)	5
TABELA 3	Produção de carne suína no Brasil (mil cabeças)	5
TABELA 4	Número de granjas que participaram da avaliação da Biosseguridade por Estado e por atividade	11
TABELA 5	Alguns itens de avaliação da biosseguridade em granjas de suínos na região Sul	12
TABELA 6	Tamanho das granjas de terminação da região Sul do Brasil	48
TABELA 7	Número de granjas infectadas e o número de granjas com coexistência de suínos e bovinos na Região Sul	52
TABELA 8	Sensibilidade combinada da vigilância clínica para cada etapa da cadeia produtiva (UPL e GT).	54
TABELA 9	Resultado da sensibilidade final do exame ante mortem.	59
TABELA 10	Resultado da sensibilidade final do exame post mortem	61
TABELA 11	Tabela com o rank da análise sensitiva de correlação para a probabilidade de exportação de produtos suínos a partir de pelo menos uma granja infectada	64
TABELA 12	Resumo estatístico da simulação estocástica para a probabilidade de que, no volume total de exportação, pelo menos uma granja selecionada esteja infectada com o VFA	64

TABELA 13 Resumo estatístico de todos os parâmetros utilizados na árvore de cenários para avaliar o risco de difusão do VFA em produtos suínos exportados pela Região Sul do Brasil, após 10.000 iterações

66

LISTA DE FIGURAS

		Página
FIGURA 1	Tipos de sistema de criação empregados na Suinocultura	7
FIGURA 2	Evolução geográfica do reconhecimento de zonas livres de febre aftosa no país, no período de 1998 a 2008	23
FIGURA 3	Número de focos de febre aftosa em bovinos no Brasil de 1992 a 2009	25
FIGURA 4	Etapas da Análise de Risco	28
FIGURA 5	Parte I da árvore de cenários que considera a transmissão do VFA horizontalmente a partir de bovinos até a probabilidade de falha na vigilância clínica numa GT	45
FIGURA 6	Parte II da árvore de cenários que considera a probabilidade de falha na inspeção no abatedouro	46
FIGURA 7	Gráfico da simulação estocástica para a probabilidade de que, no volume total de exportação, pelo menos uma granja selecionada esteja infectada com o VFA.	65

RESUMO

AVALIAÇÃO DO RISCO DE DIFUSÃO DO VÍRUS DA FEBRE AFTOSA EM PRODUTOS SUÍNOS EXPORTADOS PELA REGIÃO SUL DO BRASIL

Palavras-chave: Febre aftosa (FA); produtos suínos; análise de risco; biossegurança; Brasil

A cadeia produtiva da carne suína vem registrando avanços significativos nos padrões sanitários, com conseqüente aumento nas exportações. No entanto, a febre aftosa ainda limita o acesso a mercados importantes, apesar do último foco em granjas suínas ter ocorrido em 1993, de toda a exportação ter origem em zonas livres da doença e de os suínos não serem vacinados no Brasil. Justifica-se, assim, a realização de um estudo de avaliação de risco, como forma de contribuir para uma discussão objetiva, transparente e cientificamente fundamentada. O presente trabalho avaliou o risco de difusão do vírus da febre aftosa em produtos suínos exportados pela região Sul do Brasil. Esta região destaca-se pelo seu potencial na suinocultura nacional, contribuindo com a maioria do volume exportado, e caracteriza-se pela cadeia integrada e tecnificada, que tende a baixar os riscos de introdução enfermidades. Foi desenvolvido um modelo quantitativo estocástico, usando a técnica de amostragem de Monte-Carlo. Adotaram-se parâmetros muito pessimistas em todas as etapas do modelo, especialmente onde os dados eram escassos. Em média, o risco de exportar carne suína com origem em uma granja infectada seria de $3,25 \times 10^{-5}$, considerando o volume de exportação anual, em torno de 600.000 toneladas. Este resultado é consistente com as evidências epidemiológicas de ausência de atividade viral, já que demonstra que o risco é desprezível. A avaliação permitiu também identificar as hipotéticas portas de ingresso do vírus da febre aftosa na cadeia produtiva e as ações de vigilância necessárias, contribuindo para fundamentar decisões de melhoria dos padrões de biossegurança e da sua documentação, de forma a aumentar a confiança dos mercados importadores.

ABSTRACT

Keywords: *Foot-and-mouth disease (FMD); swine products; risk analysis; biosecurity; Brazil*

The Brazilian swine industry has experienced important developments with regard to animal health standards, with noticeable impact on exports. Nevertheless, foot-and-mouth disease still limits the access to important markets, despite the fact that the last outbreak in swine farms occurred in 1993, all pork is exported from disease-free zones and, in addition, swine are not vaccinated in Brazil. Therefore, there was a case for undertaking a risk assessment with a view to contribute to an objective, transparent and science-based discussion. The present work undertook a release assessment of the risk of exporting pork from an infected swine farm in the South of Brazil. This region is very important in the Brazilian swine industry, representing most of the exports, and is characterized by an integrated and intensive production systems. It was developed a stochastic quantitative model, based on Monte-Carlo sampling. The parameters used in the model, notably where data were scarce, were very conservative, in order to build a worst-case scenario approach. On average, the risk of exporting swine meat from an infected farm, given the annual volume of exports of about 600,000 ton, was 3.25×10^{-5} . This result is consistent with the epidemiological evidence of absence of viral activity, as it demonstrates that the risk is negligible. The model also made it possible to identify the most likely routes for the introduction of foot-and-mouth into the swine production chain, as well as the necessary surveillance activities, therefore assisting the decisions on biosecurity measures, including its documentation, in order to improve the confidence of export markets.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

O comércio internacional de animais vivos e produtos animais aumenta o risco da entrada ou disseminação de doenças entre países, resultando em graves consequências para a economia agropecuária ou para a saúde pública (ZEPEDA et al., 2001). O risco de introdução do vírus da febre aftosa (VFA) através da importação de animais e seus produtos leva a restrições no comércio de países ou áreas onde esta enfermidade ainda não foi erradicada (PATON et al., 2009). Vários relatos da entrada e disseminação de doenças em países já foram documentados (ZEPEDA et al., 2001). Este fato prejudica investimentos e o desenvolvimento do setor agropecuário em muitos países em desenvolvimento, assim como a abertura para novos mercados (PATON et al., 2009).

Para proibir o uso de barreiras injustificadas ao comércio foram criadas as medidas Sanitárias e Fitossanitárias, Acordo SPS (WTO, 2000). O Acordo SPS descreve e fixa as regras básicas para a proteção da saúde pública, animal e vegetal durante o comércio internacional (WTO, 1995). Tem como princípios básicos que as medidas sanitárias devem estar cientificamente fundamentadas e baseadas em avaliações de risco; ser o menos restritiva possível, sempre em conformidade com o nível adequado de proteção (ALOP); não ser discriminatória e ser consistente (WTO, 2000). Devem seguir os requisitos internacionais estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde Animal, através dos Códigos terrestre e aquático (referencias), que fornecem recomendações e estabelecem regras para a criação de um modelo de análise de risco (OIE, 2009a).

No Brasil, apesar da suinocultura nacional não conviver com a maioria das enfermidades que limitam o comércio internacional, sobretudo nas regiões de grande potencial exportador, o acesso ao mercado de muitos países ainda está vedado ao produto brasileiro (ABIPECS, 2009b). No campo sanitário, o fato de em algumas

regiões do Brasil ainda ocorrerem esporadicamente focos de febre aftosa (FA) constitui entrave para a conquista de novos mercados (NETO, 2010).

A febre aftosa tem sido considerada um grande problema de saúde animal para maioria dos países em desenvolvimento, que vem dedicando grandes esforços na erradicação desta enfermidade. Países livres da febre aftosa protegem seu território pela regulação na importação de animais e seus produtos, uma vez que esta prática é considerada uma das principais portas de entrada do vírus e o conseqüente surgimento de focos. Conseqüentemente, a febre aftosa é uma significativa barreira comercial (PATON et al., 2009).

A aplicação da análise de risco ganhou importância após o estabelecimento do Acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias. Desse então, a análise de risco tornou-se uma importante ferramenta para definição de quais animais e seus produtos podem ser importados por um país e sob quais condições. Através dessa metodologia, é possível identificar os diferentes pontos de controle na cadeia de produção, as opções de intervenções e os custos e benefícios de cada medida, permitindo o gerenciamento eficiente dos riscos (FAO & WHO, 2006). O desenvolvimento de modelos científicos permite o conhecimento das suposições e limitações realizadas para a tomada de decisões por gestores, tornando transparentes os objetivos e explicitando os fatores nela envolvidos (MURRAY, 2002).

Considerando a importância que a Região Sul tem na produção e exportação de produtos suínos do Brasil e dada a homogeneidade de formas de organização do setor produtivo e de riscos sanitários entre os três estados que a constituem, esta região foi escolhida como cenário para o desenvolvimento de um modelo de risco para a avaliação do risco de difusão do vírus da febre aftosa através de produtos suínos exportados pelo do Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cadeia de Produção da Carne Suína

2.1.1 Comércio Internacional

A carne suína é a fonte de proteína animal mais produzida e consumida no mundo, representando quase metade da produção de carnes, com mais de 100 milhões de toneladas, das quais aproximadamente 52,96% ocorrem na China, 8,62% nos Estados Unidos da América, 4,04% na Alemanha e 2,79% na Espanha. O Brasil é o quinto maior produtor com 2,79% do total (FAO, 2009).

O produto suíno também é o mais consumido em escala mundial, superando a carne bovina e de frango. A média de consumo por pessoa na Europa é de 44 quilos e a média mundial são 16 quilos. Os norte-americanos e os chineses também têm tradição de consumo. O Brasil, apesar de ser o quinto produtor mundial de carne suína, é apenas o sexto consumidor em números absolutos (2,2% do total) e está abaixo da média no consumo per capita, com 13 quilos por pessoa, enquanto que as carnes de frango e bovina atingem 36 e 38 quilos respectivamente (FAO, 2009).

Entre os principais produtores e consumidores há um elevado grau de auto-suficiência, ou relação consumo/produto, levando a uma baixa participação da carne suína nas exportações mundiais de proteína animal. Os maiores importadores são Japão, Federação Russa, Estados Unidos e México, com aproximadamente 60% das importações mundiais. A União Européia e os EUA lideram as exportações, seguidos por Canadá e Brasil (ABIEPCS, 2010).

Apesar das consequências da crise financeira global, com redução do crédito e do consumo externo, o câmbio desfavorável e a queda de preços internacionais, o Brasil teve um bom desempenho no setor de produção de carne suína. O Brasil exportou 607,49 mil toneladas de janeiro a dezembro do ano passado, um crescimento de 14,75% em volume em relação ao mesmo período de 2008. Já o valor exportado caiu 17,09%, passando de US\$ 1,48 bilhão para US\$ 1,23 bilhão. No período de 2005 a 2009, as exportações permaneceram estáveis, em torno de 600 mil toneladas. A receita se manteve ao redor de US\$ 1,2 bilhão (ABIEPCS, 2010).

Em 2009, os principais destinos das vendas do Brasil foram: Rússia, 266,52 mil toneladas; Hong Kong, 122,13 mil t; Ucrânia, 57,29 mil t; Angola, 30,39 mil t; e Argentina, 28,57 mil t. A participação do principal cliente, a Rússia, nas exportações brasileiras caiu de 65% para 44%, enquanto a de Hong Kong subiu de 10% para

20%, nos últimos cinco anos. A participação da Ucrânia, descontado o ano de 2005, se mantém em torno de 9%. O destaque positivo é Angola, cuja participação passou de 0,8% para 5% das exportações brasileiras, superando mercados tradicionais, como Argentina e Cingapura. O destaque negativo desses cinco anos foi a perda do mercado da África do Sul, que em 2005 era o quarto principal destino da carne suína brasileira (ABIPECS, 2010). A Tabela 1 apresenta os principais destinos das exportações brasileiras.

Tabela 1 – Principais destinos da exportação brasileira de carne suína – 2007 a 2009, em mil toneladas.

Países	2007	2008	2009
Rússia	278,7	225,8	266,5
Hong Kong	106,2	108,2	122,1
Ucrânia	54,7	49,4	57,3
Argentina	29,7	25,0	28,6
Cingapura	31,9	22,0	28,1
Angola	16,9	21,8	30,4
Uruguai	11,5	10,5	12,1
Moldávia	10,4	16,9	8,2
Outros	66,4	49,9	40,6
Total	606,5	529,4	607,49

Fonte: SECEX, elaboração Abipecs

2.1.2 Suinocultura Nacional

Embora a maior parte dos produtores brasileiros ainda se encontre no sul do País, é visível o acelerado crescimento da suinocultura no Sudeste e Centro-Oeste. Tais regiões possuem grandes áreas, mercado consumidor crescente e são grandes produtoras de milho e soja - principal matéria-prima para a produção. Ao contrário do que acontece na região Sul, essas regiões não apresentam saturação no sistema de integração. Com o crescimento da produção industrial, a tendência é esse sistema de integração prevalecer na cadeia de produção (CNA, 2009).

De acordo com último relatório da ABIPECS (2009a), referente ao ano de 2008, a produção total de suínos no Brasil foi de 37.768 mil cabeças. A suinocultura

industrial representa 86,6% deste total e a suinocultura de subsistência 13,4%. Os estados com maior índice de produção foram Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná. As Tabela 2 e 3 descrevem a produção de suínos no Brasil em cabeças e toneladas, respectivamente, no período de 2002 a 2008.

Tabela 2 - Produção de carne suína no Brasil (mil toneladas)

UF	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SC	622	569	580	610	733	754	724
RS	387	402	383	417	466	481	541
PR	432	409	372	390	431	437	434
MG	270	207	207	252	315	335	348
SP	173	167	167	168	170	177	147
MT	56	73	77	102	111	116	140
GO	69	87	94	109	115	121	127
MS	61	66	67	72	69	70	71
outros	171	155	154	150	122	151	154
Industrial	2.242	2.134	2.101	2.269	2.531	2.644	2.686
Subsistência	630	563	519	439	412	354	342
Total	2.872	2.697	2.62	2.708	2.943	2.998	3.029

Fonte: LSPS, Abipecs, Embrapa e Sindicatos da Indústria de Carne Suína

Tabela 3 - Produção de carne suína no Brasil (mil cabeças)

UF	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SC	7.744	7.163	7.071	7.348	8.421	8.67	8.422
RS	4.929	4.964	4.791	5.242	5.609	5.8	6.514
PR	5.4	5.174	4.587	4.781	5.009	5.084	5.049
MG	3.746	2.624	2.624	3.249	4.037	4.193	4.521
SP	2.344	2.109	2.109	2.128	2.236	2.207	1.909
MT	760	924	976	1.262	1.359	1.416	1.686
GO	909	1.098	1.186	1.326	1.403	1.459	1.548
MS	826	830	853	908	867	867	886
outros	2.407	2.245	2.204	2.113	1.782	2.108	2.188
Industrial	29.064	27.132	26.402	28.357	30.724	31.806	32.723
Subsistência	8.596	7.326	6.576	5.741	5.816	5.036	5.045
Total	37.66	34.458	32.978	34.098	36.54	36.842	37.768

Fonte: LSPS, Abipecs, Embrapa e Sindicatos da Indústria de Carne Suína

Em 2008, a participação da região Sul na exportação de carne suína representou cerca de 83%. Nesta região o Estado de Santa Catarina apresenta-se com 44% (7.846.398 cabeças) do efetivo de suínos existentes da região, seguido pelo Rio Grande do Sul com 30% (5.320.252 cabeças) e o Paraná com 26% (4.631.600 cabeças), segundo dados do IBGE (2008). O Rio Grande do Sul, embora não ocupando o lugar de maior produtor, foi o maior exportador, com 45% das exportações, seguido por Santa Catarina com 31,9% e o Paraná com 5,9% do volume exportado (ABIPECS, 2009a).

Não há estatísticas sobre esse tema, mas estima-se que 88% dos estabelecimentos suínos tecnificados no Brasil sejam integrados através de contratos ou de programas de fomento pecuário das empresas e cooperativas agroindustriais. A integração predomina na região Sul do país, mas está crescendo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (SANTINI & SOUZA FILHO, 2004; MIELE, 2006).

2.1.3 Produção de suínos

O sistema de produção de suínos pode ser do tipo Ciclo completo (CC), ou seja, desde a aquisição do material genético até a entrega dos suínos de abate na plataforma do frigorífico, ou também denominado sistema de produção convencional em um só sítio (SOBESTIANSKY, 2002). Também existem os sistemas de produção em múltiplos sítios, no qual os animais em diferentes estágios da produção são alojados em um, dois, três ou mais sítios localizados em áreas geográficas diferentes, executando apenas parte das etapas de produção de suínos. Por exemplo, a Unidade de Produção de Leitões (UPL) que produz leitões até a saída da creche e a Unidade de Terminação (GT) que recebe os leitões de uma UPL e executa as fases de crescimento e terminação, como pode ser observado na Figura 1. Outros sistemas de produção de suínos, como o Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre (SISCAL), o agroecológico, o orgânico e outros, não serão tratados em razão de suas particularidades (CNPSA, 2003).

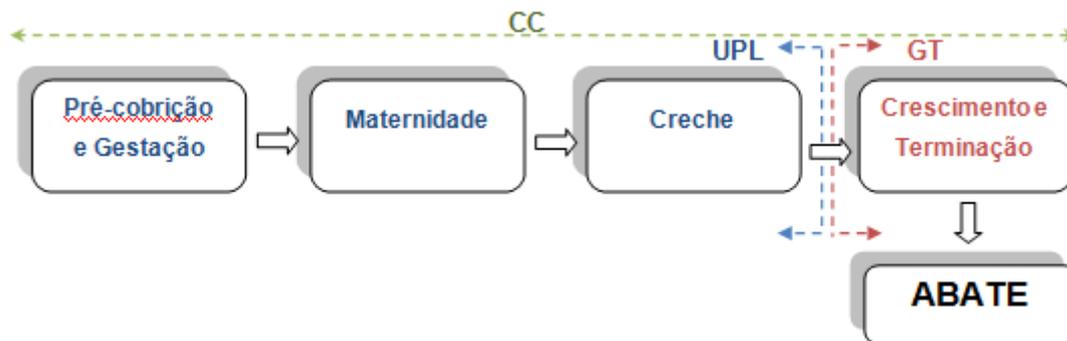


Figura 1- Tipos de sistema de criação empregados na Suinocultura.

No sistema de produção de ciclo completo existem alguns problemas importantes que são inerentes a estes tipos de criação de suínos, onde animais das mais diferentes idades convivem em um mesmo ambiente. Entre elas podemos destacar a dificuldade para eliminação de doenças infecciosas, ocorrência de situações de doenças enzoóticas e/ou crônicas, dificuldades para o manejo ambiental das instalações em termos de temperatura, ventilação e efluentes, entre outras. Algumas destas dificuldades são minimizadas numa criação em múltiplos sítios (SOBESTIANSKY, 2002).

Até meados dos anos 1990, predominava no Brasil a produção em CC. Após este período houve um processo de mudança, com a transformação de parte destes estabelecimentos suinícolas em UPL e UT. Essa tendência à especialização nas etapas do processo produtivo dos suínos ocorreu em todo o país, mas se dá de forma mais intensa na região Sul (MIELE, 2007).

No Brasil a comercialização e distribuição de animais destinados à reprodução somente é permitida por granjas de reprodutores suídeos certificadas (GRSC), que são granjas que atendem integralmente às disposições básicas e específicas estabelecidas para a certificação previstos na Instrução Normativa DDA nº 19 de 15 de fevereiro de 2002. As granjas terão sua certificação baseada no monitoramento sorológico e na sua classificação sanitária (BRASIL, 2002). O enorme poder multiplicador da pirâmide de reprodução das GRSC (avós, matrizes e machos reprodutores)

é uma das mais importantes justificativas para o controle e certificação da saúde destas. É claro e evidente os gastos e os prejuízos que potencialmente poderiam ser causados na possibilidade de alguma enfermidade estar sendo transmitida ao longo desta pirâmide de reprodução, por isso são objeto de rígido controle sanitário (SESTI, 2003).

Do ponto de vista do aspecto tecnológico, a produção é dividida em suinocultura industrial e de subsistência. Os produtores tecnificados (integrados ou independentes), são aqueles que incorporaram na produção os avanços tecnológicos em genética, sanidade, nutrição, manejo etc. A suinocultura de subsistência é formada pelos produtores que estão à margem destes avanços tecnológicos, produz para o autoconsumo e comercializam os excedentes (MIELE, 2007). Em 2008, a produção industrial avançou 1,6%, resultado da produção de subsistência estar em queda. Neste mesmo período, a suinocultura de subsistência representava apenas 11,3% do mercado de produção de carne suína (ABIPECS, 2009a).

Em função do grau de independência em relação à agroindústria, o produtor pode se estruturar para a produção de suínos de duas formas: produtor independente ou produtor integrado. O independente é o produtor que executa todas as fases, ou seja, cria o leitão do nascimento até o abate, não tendo nenhuma espécie de vínculo com agroindústrias (MIELE, 2007). Compra animais reprodutores e insumos (alimentos e produtos veterinários) no mercado sem fornecedor fixo. O valor recebido pelo animal pronto para o abate, dependendo da quantidade de carne na carcaça é acrescido de uma bonificação (cerca de 6% a 12%) sobre o valor pago por quilo de suíno vivo. Em épocas de excesso de oferta de suínos para o abate, esse tipo de produtor encontra certas dificuldades em colocar seus animais no mercado e é forçado a reter os suínos por mais tempo na propriedade até conseguir comprador (CNPSA, 2003).

No sistema de integração o produtor recebe da agroindústria, os insumos (alimentos e medicamentos), a orientação técnica e os animais, cabendo ao suinocultor os investimentos e manutenção em instalações, a mão de obra e despesas com energia, água e manejo dos dejetos. O acerto de contas com a integradora é feito no momento da entrega dos animais no frigorífico (MIELE, 2007). A grande vantagem

desse sistema para o produtor é a garantia de mercado para seus animais, embora possam ocorrer casos de retenção dos suínos nas granjas por um período maior de tempo, em épocas em que o mercado está super ofertado. Nesses casos, também o produtor integrado acaba tendo problemas, pois nas crises sempre é vantagem entregar os animais para o abate com o menor peso possível (CNPSA, 2003).

2.1.4 Biosseguridade

A indústria de produtos suínos vem apresentando um rápido crescimento com o objetivo de produzir e comercializar carne suína de alta qualidade que atenda aos mais exigentes mercados nacionais e internacionais. Por outro lado, os países desenvolvidos têm imposto exigências sanitárias para a importação de produtos de origem animal, como por exemplo, a declaração de país livre de determinadas doenças pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e a adoção de programas sanitários aplicados também ao setor produtivo com o intuito de que se produza alimento segura e saudável. Desta forma, as condições sanitárias dos rebanhos passaram a ser a condição mais importante para a comercialização de animais ou produtos de origem animal (SOBESTIANSKY, 2002).

A situação sanitária global do rebanho suíno brasileiro é muito boa quando comparada à situação dos principais países produtores de suínos. A evidência disso está nos índices produtivos alcançados pelos nossos rebanhos tecnificados, que são semelhantes a de outros países onde a suinocultura é desenvolvida (MORES & ZANELLA, 2005). Porém, a existência de determinadas doenças em nossos sistemas intensivos de produção de suínos ainda compromete a competitividade do país no comércio internacional. Assim sendo, um programa de biosseguridade é, e será cada vez mais, o certificado básico dos produtos, tanto para o consumidor interno, cada vez mais exigente, quanto para o mercado da exportação (SOBESTIANSKY, 2002).

Atualmente, no Brasil, em suinocultura, os termos “biossegurança” e “biosseguridade” são utilizados com o mesmo objetivo, sendo seu uso de acordo com a pre-

ferência do autor. Neste trabalho vamos utilizar o termo biossegurança em consonância com SIMON & ISHIZUKA (2000), que utilizam o termo de biossegurança com a seguinte definição: “conjunto de medidas gerais de promoção de saúde, de medidas inespecíficas e específicas de prevenção, com o objetivo de impedir a entrada e/ou saída de agentes de doença da criação” e afirmam que “implica também na existência de um serviço de diagnóstico precoce e pronto atendimento profilático que permitam que os casos de doenças sejam extintos no ponto de aparecimento”. Além disto, através da Instrução Normativa/SDA Nº 19 de 15 de fevereiro de 2002 o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) oficializa a denominação biossegurança quando se trata de sistemas intensivos de produção de suínos (SOBESTIANSKY, 2002). Considerando estes fatos optou-se pela utilização do termo biossegurança no presente trabalho.

Em produção de suínos, um Programa de Biosseguridade significa o desenvolvimento e implementação de um conjunto de políticas e normas operacionais rígidas que terão a função de proteger os rebanhos contra a introdução de qualquer tipo de agentes infecciosos, sejam eles vírus, bactérias, fungos e/ou parasitas (SESTI, 2003). Para SOBESTIANSKY (2002), além disso, deve limitar a expressão dos agentes patogênicos infecciosos já existentes no sistema de produção, que causam elevadas perdas econômicas e/ou interferem na obtenção de um produto final seguro do ponto de vista alimentar.

No Brasil, a evolução ocorrida na suinocultura brasileira trouxe aumento na movimentação, tanto nacional quanto internacional, de animais. Os sistemas de produção tornaram-se mais intensivos e confinados; conseqüentemente, os riscos de disseminação de doenças aumentaram consideravelmente. Isso motiva o produtor de suínos brasileiro a implantar um programa de biosseguridade para agregação de valor ao seu produto. Porém não pelo lucro apenas, mas pelo respeito ao consumidor e para conquistar novos e manter os tradicionais mercados mundiais (SOBESTIANSKY, 2002).

No período de 2005 a 2006, foi realizada uma avaliação da biossegurança nas granjas de suínos nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná totalizando um total de 220 propriedades visitadas. O número de propriedades visi-

tadas por Estado e por atividade pode ser consultado na Tabela 4. Foram aplicados questionários contendo os principais critérios de biosseguridade nas granjas produtoras de suínos (DELPHINO & GONÇALVES, 2009).

Tabela 4 - Número de granjas que participaram da avaliação da Biosseguridade por Estado e por atividade.

Atividade	UF			Total
	RS	SC	PR	
Creche	10	9	-	19
UPL com Creche	21	23	9	53
UPL	12	18	-	30
Terminador	54	48	10	112
Ciclo Completo	1	4	1	6
Total	98	102	20	220

O resultado encontrado para a região Sul (RS, SC e PR) revelou deficiência em alguns dos parâmetros avaliados e confirmou que algumas características dos sistemas de produção pecuária podem aumentar os riscos sanitários. Por exemplo, a frequência de propriedades com coexistência de bovinos e suínos, a quase ausência de roupa exclusiva para trabalhar com os suínos e ainda a inexistência de isolamento das instalações das GT pode nos dar uma visão pessimista de uma possível transmissão horizontal de doenças como a febre aftosa, dos bovinos para os suínos da granja. Alguns dos critérios avaliados estão resumidos na Tabela 5.

Tabela 5 - Alguns itens de avaliação da biossegurança em granjas de suínos na região Sul.

Parâmetro avaliado	UPL		GT	
	Freq.	IC (95%)	Freq.	IC (95%)
Possui livro de registro de visitas	23,2%	[15,3%-33,6%]	5,4%	[2,5%-11,2%]
Possuem roupa exclusiva para trabalhar com os suínos	25,6%	[17,4%-36,0%]	16,1%	[10,4%-23,9%]
Presença de bovinos na propriedade	72,6%	[62,6%-81,5%]	93,9%	[88,8%-97,5%]
Distância dos bovinos em relação à instalação dos suínos menor que 20m	73,3%	[60,9%-82,8%]	74,7%	[65,7%-82,0%]
Acesso de bovinos à instalação dos suínos	0%	[0,0%-4,3%]	0%	[0,0%-3,1%]
Inexistência de isolamento	0%	[0,3%-43,6%]	83,0%	[75,0%-88,8%]
Mão de obra dos bovinos é a mesma dos suínos	79,3%	[69,2%-86,65]	83,0%	[74,7%-88,9%]
Material e/ou equipamento que acessa a granja é desinfetado	19,5%	[12,4%-29,4%]	10,7%	[6,3%-17,8%]
Veículos que ingressam não sofrem lavagem e desinfecção	75,6%	[65,2%-83,6%]	92,0%	[85,4%-95,6%]
Usa apenas ração fornecida pela empresa integradora	42,7%	[32,5%-53,5%]	98,2%	[93,7%-99,4%]
Realiza controle de roedores e insetos	90,2%	[81,9%-94,9%]	89,2%	[82,1%-93,7%]
Possui RT contratado	97,6%	[91,5%-99,2%]	86,6%	[79,0%-91,6%]

Após a avaliação da biossegurança das granjas de suínos da região Sul, os técnicos do Serviço Oficial, representado pelo Programa de Sanidade Suína e da iniciativa privada, integradoras e a representação dos produtores sistematizaram os critérios básicos de Biossegurança, para a produção de suínos no Estado do Rio Grande do Sul. São todos os procedimentos técnicos, medidas sanitárias e normas de trabalho aplicados de tal forma, que previnam a entrada ou a disseminação de agentes infecciosos numa criação (SEAPPA, 2009).

O objetivo é impedir o ingresso e a disseminação de enfermidades numa granja de suínos aplicando medidas de biossegurança à estrutura física, no controle das entradas e saídas e dos movimentos internos. Os países que desejam conquistar ou manter os mercados terão que se adaptar às novas regras do mercado globalizado criando novas estratégias de diagnóstico, vigilância epidemiológica, devem

dispor de procedimentos descritos em Programas de Autocontroles auditáveis, rotineiramente monitorados e verificados. Os resultados dos procedimentos de monitoramento e verificação devem ser devidamente registrados, com documentação organizada (SEAPPA, 2009).

2.2 Febre aftosa

A febre aftosa (FA) é uma doença contagiosa dos mamíferos e causa grandes perdas econômicas nos animais susceptíveis de casco fendido (OIE, 2009b). Caracteriza-se pelo desenvolvimento de vesículas, principalmente na boca e nos pés dos animais infectados (ALEXANDERSEN & DONALDSON, 2002). O seu agente etiológico é um vírus pertencente à família *Picornaviridae*, gênero *Aphthovirus* (KITCHING et al., 2005).

A natureza altamente contagiosa desta doença é reflexo da ampla variedade de espécies susceptíveis, da grande quantidade de vírus emitida pelos animais infectados, alta taxa de replicação, dos diversos tipos de excretas e secreções que podem conter o vírus, a estabilidade do vírus da febre aftosa (VFA) no meio ambiente, as diversas vias de transmissão e a quantidade pequena de vírus requerida para iniciar a infecção em alguns dos hospedeiros (SELLERS, 1971).

Todas essas características tornam a FA uma doença de difícil e dispendioso controle e erradicação, além de ser uma das principais doenças temidas pelos produtores, veterinários e aqueles envolvidos nesse elo do agronegócio. Países livres desta enfermidade apresentam importantes medidas preventivas como forma de assegurar que o vírus não seja introduzido. Por estes motivos a FA é uma das doenças de maior restrição no comércio internacional de animais e seus produtos (ALEXANDERSEN et al., 2003a).

2.2.1 Espécies suscetíveis

Bovinos, ovinos, caprinos e os suínos são as principais espécies afetadas por esta doença. O búfalo doméstico (*Bubalus bubalis*) pode se infectar e é capaz de transmitir a doença a outras espécies, assim como o Búfalo Africano (*Syncerus caffer*) (DAVIES, 2002). Os cervídeos também são espécies afetadas (KITCHING et al., 2005).

O estado de portador na febre aftosa é assunto de muito debate na elaboração das regras do comércio internacional. O estado de portador é definido a partir de animais que 28 dias ou mais após a infecção o vírus volta a persistir em seu organismo (KITCHING et al., 2005). Em particular, os bovinos e o búfalo aquático são considerados portadores do VFA. O vírus persiste na orofaringe até 30 meses nos bovinos ou mais tempo no búfalo e nove meses nos ovinos. O búfalo africano é o principal hospede de conservação dos sorotipos SAT (PANAFTOSA, 2007). O estado de portador não é reportado na espécie suína (KITCHING & ALEXANDERSEM, 2002; KITCHING et al., 2005).

No Brasil, os suínos não são vacinados contra a febre aftosa, ao contrário dos bovinos e bubalinos. Suínos vacinados em contato com animais infectados que apresentem a forma clínica da doença podem apresentar sinais clínicos. Isto se deve não a má qualidade da vacina, mas a altíssima excreção de vírus pelos suínos e também pela virulência de algumas cepas do VFA nos suínos (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002; RWEYEMAMU et al., 2008).

2.2.2 Distribuição geográfica

Existem sete sorotipos já identificados: A, O, C, SAT 1, SAT 2, SAT 3 e Asia 1. A sua distribuição não é uniforme nas regiões de ocorrência. Os sorotipos O, A e C são as cepas que vêm sendo notificados na Europa e América do Sul, embora já tenham sido identificados na África e Ásia (RWEYEMAMU et al., 2008). Os sorotipos SAT 1 e SAT 2 são encontrados por toda a África, enquanto que o sorotipo SAT 3 foi relatado apenas na África do Sul. As cepas encontradas no Oriente Médio incluem A, O Ásia 1 e SAT 1. A Febre aftosa é endêmica em grande parte da Ásia, África,

Oriente Médio e em algumas partes da América do Sul. Em algumas partes da África a presença do vírus em búfalos Africanos selvagens torna a erradicação quase impossível (RWEYEMAMU et al., 2008).

A América do Norte, Austrália, Nova Zelândia, Groelândia e Islândia e grande parte da Europa são considerados países livre de febre aftosa. Focos esporádicos ocorreram em países livres, com exceção da Nova Zelândia, Groelândia, Islândia e as menores ilhas da Oceania. O último foco nos Estados Unidos da América (EUA) ocorreu em 1929 (CFSPH, 2007). O México notificou em novembro de 1947 (DUSENBERRY, 1955) e 1954 (SARAIVA, 2004) e o Canadá em 1952 (SARAIVA, 2004). A cepa O é o sorotipo de maior prevalência no mundo (RWEYEMAMU et al., 2008). A imunidade contra uma das diferentes cepas não descarta a possibilidade de infecção por umas das outras seis (KITCHING et al., 2005). O primeiro registro da febre aftosa na América do Sul ocorreu por volta do ano de 1870 na então Província de Buenos Aires, Argentina, logo sendo disseminada para a região central do Chile, para o Uruguai e para os estados da região Sul do Brasil, como resultado da importação de animais da Europa. A febre aftosa espalhou-se ainda para os estados brasileiros da região centro-oeste e foi registrada durante a primeira metade do século XX no Peru, Bolívia e Paraguai; alastrando-se para Venezuela e Colômbia no ano de 1950 e para o Equador em 1961 (RWEYEMAMU et al., 2008).

2.2.3 Vias de Transmissão

O vírus da FA pode ser transmitido por uma variedade de mecanismos. A taxa de transmissão, o período de incubação e a severidade da doença vão depender de muitas variáveis como a dose de vírus recebida, a rota de infecção, a cepa viral, a espécie animal, assim como as condições sob as quais os animais são mantidos (QUAN et al., 2009). Os tipos de contato podem ser divididos em direto, de animal para animal; ou indireto, usando um ou mais passos intermediários (RIBBENS et al., 2009).

A disseminação da FA é comumente associada ao movimento de animais infectados, tanto no trânsito nacional, como entre fronteiras internacionais. A transmissão do vírus pode ocorrer indiretamente através de pessoas, veículos, produtos (leite e carne, por exemplo) e fômites contaminados (ALEXANDERSEN & DONALDSON, 2002; ALEXANDERSEN et al., 2003a). A adoção de eficientes medidas de biossegurança servirá de controle e prevenção das doenças (ALEXANDERSEN et al., 2003b). Tal como para a maioria das doenças infecciosas, o risco de transmissão é maior através do contato direto entre animais suscetíveis e infectados, entretanto existe um grande número de diferentes tipos de contato indireto que ocorrem com uma frequência relativamente alta. Sendo assim, a combinação de uma baixa probabilidade de transmissão e alta frequência pode vir a resultar num risco médio de transmissão (RIBBENS et al., 2009).

A excreção do vírus pode ocorrer no leite e no sêmen antes dos sinais clínicos aparecerem e continua durante a fase clínica. Uma grande quantidade de vírus também é encontrada nos fluidos vesiculares e, nos bovinos, também na saliva. Há discreta excreção do vírus nas fezes, que se dá no momento de pico de viremia, lesões e sinais clínicos. As secreções e excreções são importantes fatores na disseminação do vírus, por exemplo, quando pessoas contaminam-se e depois manejam outros animais (ALEXANDERSEN et al., 2003a).

Os suínos geralmente infectam-se com o VFA através da ingestão de produtos contaminados, como por exemplo, ingestão de carne ou restos de alimentação humana infectada (DONALDSON et al., 2001); por contato direto com outro animal infectado, ou quando lotado em ambiente com altos níveis de contaminação, por exemplo, uma baía ou um veículo que realizou previamente o transporte de animais infectados (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002). Alimentos contaminados são considerados um risco potencial de introdução de doenças exóticas em países livres e os suínos apresentam maior risco, quando comparados aos bovinos e ovinos, pois por vezes se alimentam de restos de comida e a dose infectante para suínos é menor que a dos ruminantes (RYAN et al., 2008).

Alguns patógenos para suínos podem sobreviver por longos períodos em alimentos contaminados, como por exemplo, o vírus da febre aftosa, que pode sobre-

viver em presunto curado por 89 dias, bacon curado por 10 dias e em salsichas curadas por 4 (quatro) dias em temperatura de 1-7°C (COTTRAL, 1969). DONALDSON (1997) relatou que para existir probabilidade de infecção de suínos através do consumo de leite pasteurizado (71,7°C, 15s), o mesmo deveria ingerir aproximadamente 125-1250 litros deste produto, o que fisicamente é impossível.

Na transmissão via oral, a dose infectante para os suínos é aproximadamente de 10^5 TCID₅₀, porém estes valores podem ser mais baixos se a cavidade oral apresentar lesões ou abrasões (SELLERS, 1971; TOMASULA et al., 2007), sendo portanto considerada a via mais importante para esta espécie. A transmissão via oral está diretamente relacionada aos últimos focos de grande importância, como por exemplo, as epidemias da África do Sul 2000 e da Inglaterra 2001 as quais foram atribuídas ao fornecimento de restos de comida infectados a suínos (ALEXANDERSEN & DONALDSON, 2002; ALEXANDERSEN et al., 2003b). Na região Sul do Brasil o risco de transmissão do VFA através da ingestão de alimentos é desprezível. O sistema de integração, presente em aproximadamente 90% da suinocultura industrial, fornece toda alimentação que é dada aos animais. A ração é produzida em altos níveis de biossegurança para assegurar a sanidade e a segurança dos rebanhos. Para os suínos a transmissão do VFA pelo ar é menos importante na cadeia epidemiológica destes animais (ALEXANDERSEN et al., 2002a; ALEXANDERSEN & DONALDSON, 2002; SELLERS & GLOSTER, 2008). Estudos de campo e simulações descrevem suínos susceptíveis que não se infectam quando separados fisicamente de animais infectados. A excreção de aerossóis máxima coincide com o desenvolvimento da doença clínica e o aparecimento de lesões no focinho, língua e pés, e os níveis caem nos próximos três a cinco dias, quando a resposta imune se desenvolve (DONALDSON & ALEXANDERSEN, 2002). Os suínos emitem altos níveis de vírus pelo ar, mas são considerados muito resistentes à infecção por via aerógena, quando comparados aos bovinos e ovinos. Já os bovinos emitem menos partículas, mas são altamente susceptíveis por esta via de transmissão (ALEXANDERSEN & DONALDSON, 2002). A dose necessária para infectar e desenvolver a doença nos suínos pode ser tão alta como 6000 TCID₅₀, possivelmente 600 vezes mais que o necessário para infectar bovinos ou ovinos. Bovinos e ovinos podem se infectar com uma dose de apenas 10 TCID₅₀ (KITCHING & ALEXANDERSEN,

2002), enquanto que a dose mínima requerida para estabelecer infecção nos suínos encontrada por ALEXANDERSEN et al. (2002a) foi de 800 TCID₅₀ do sorotipo O₁ Lausanne.

Em um cenário pessimista, a “pluma” gerada por 1000 suínos infectados seria capaz de infectar os bovinos distantes 20 km - 300 km e ovinos a 10 km – 100 km. Entretanto, os suínos estariam em risco apenas se estivessem a uma distância menor que 1 km da fonte emissora (DONALDSON & ALEXANDERSEN, 2002). Com suínos infectados podem transmitir vírus suficiente para infectar bovinos, a espécie mais suscetível a infecção aerógena (DONALDSON et al., 1987), mesmo a 6 km - 90 km de distância (DONALDSON & ALEXANDERSEN, 2002). Os bovinos, por possuírem um excelente volume respiratório, são mais facilmente infectados quando comparados aos ovinos e suínos (MORRIS et al., 2002; GLOSTER et al., 2010).

A distância considerada risco para esta via de transmissão, quando bovinos ou ovinos são os emissores de partícula é bem menor. Simulações consideram que seria necessária uma propriedade com 1000 bovinos infectados para infectar uma granja suína, com distância máxima de aproximadamente 100 m (DONALDSON et al., 2001). A combinação da alta emissão de partículas virais pelos suínos e alta sensibilidade por bovinos e ovinos pelo ar fazem desta uma importante rota de transmissão do vírus para estas espécies (DONALDSON & ALEXANDERSEN, 2001; DONALDSON et al., 2001). DONALDSON & ALEXANDERSEN (2001) ressaltam a resistência suína à infecção via aerógena citando a situação das Filipinas, onde a FA é endêmica em algumas ilhas e frequentemente ocorrem focos da doença em suínos. Veterinários observaram que a doença raramente espalha-se entre granjas de suínos, quando a possibilidade de contato direto pode ser excluída. Esta situação já foi observada mesmo em circunstâncias onde as instalações dos suínos estão bem próximas uma da outra.

Uma vez instalada a infecção no rebanho suíno, a transmissão por contato direto entre animais infectados e susceptíveis pode ser muito rápida, e outras portas de entrada do VFA podem estar envolvidas, como por exemplo; aérea, oral, mucosas e tecidos epiteliais com lesões, quando sob condições intensivas ou outras situ-

ações (transporte e abatedouros) onde o comportamento agressivo entre os suínos pode estar alto (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002).

2.2.4 Sinais Clínicos

A severidade da doença, o período de incubação e a taxa de transmissão vão depender da cepa viral envolvida, bem como da dose infectante, espécie, características individuais do animal susceptível, assim como as condições sob a qual os animais são mantidos (QUAN et al., 2009). Os sinais clínicos são evidentes em rebanhos intensivos de gado leiteiro e sistemas de produção intensivo de suínos, espécie que, em geral, apresenta lesões severas e debilitantes (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002).

Em ovinos e caprinos adultos, a FA é frequentemente uma doença branda, com sinais clínicos transitórios que podem passar facilmente despercebidos pelos tratadores e até mesmo pelos veterinários, ou ainda ser confundidos com outras doenças de caracterização clínica semelhante (DE LA RUA et al., 2001). Quando expostos a doses virais baixas, os animais podem desenvolver apenas a forma subclínica da doença ou, raramente nos suínos, a forma branda (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002).

Estudo realizado por ORSEL et al. (2009) encontrou uma rápida excreção do VFA após inoculação experimental e um período de incubação de aproximadamente 1-2 dias, tanto para suínos vacinados, como para os não vacinados. ALEXANDERSEN et al (2002a, 2002b, 2003a) encontraram os seguintes períodos de incubação para os suínos: 18h, quando em baias com altos níveis de contaminação: 24h, quando em mantidos em intenso contato direto e, quando submetidos a aerossóis, dois a cinco dias. Entretanto, para suínos o período máximo de incubação de 11 dias deve ser considerado para estimativas conservadoras (ALEXANDERSEN et al., 2003a).

Na inspeção *ante mortem* os suínos podem inicialmente apresentar sinais brandos de laminite e desenvolver febre acima de 42°C, mas na maioria das vezes,

a temperatura oscila entre 39°C a 40°C (SOBESTIANSKY et al., 1999). Essa alteração de temperatura pode ser inconsistente e já foi relatado um decréscimo de temperatura em suínos severamente afetados. Sinais de inflamação, como calor e/ou dor, quando pressionada região dos pés podem ser detectados através de exame clínico cuidadoso (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002). Suínos infectados apresentam comportamento letárgico, menor apetite, dificuldade para se levantar, posição de cão-sentado e permanecem em grupos (ALEXANDERSEN et al., 2003a). Na inspeção dos pés pode ser observado o aparecimento de vesículas entre os cascos, na coroa do casco, podendo até ocorrer a sua perda (SOBESTIANSKY et al., 1999), sobretudo quando se encontram em locais com piso de concreto (BRASIL, 2009).

Na cabeça, o aparecimento de aftas esbranquiçadas de aproximadamente 1 cm de diâmetro no dorso da língua e no focinho, que podem romper-se, formando úlceras, frequentemente aparecem mais tarde que as lesões nos pés. As lesões nos cascos são mais comuns do que na boca (SOBESTIANSKY et al., 1999; KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002). As vesículas podem aparecer na língua, mucosa bucal, gengivas, bochechas, palato, lábios, narinas, focinho, espaços interdigitais, mamilos e úbere (BRASIL, 2009).

As vesículas normalmente se rompem após 24 a 48h, dependendo do trauma a que são expostas (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002). As lesões na boca e língua recuperam-se em, aproximadamente, uma semana. As lesões nos cascos, geralmente, sofrem contaminação secundária, o que pode agravar a sintomatologia (SOBESTIANSKY et al., 1999; KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002). É freqüente uma alta mortalidade de leitões (BRASIL, 2009).

Na inspeção *post mortem* áreas necróticas esbranquiçadas no músculo podem aparecer no ventrículo esquerdo e também necrose das células miocárdicas (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002). Em leitões, observa-se na necropsia, hipertrofia cardíaca e hidropericárdio. As lesões no miocárdio consistem de pequenos focos acinzentados, de tamanho irregular, que dão aparência de “coração tigrado”. Podem ser vistas lesões semelhantes nos músculos do esqueleto. Essas ocorrem devido à degeneração hialina e necrose das fibras musculares, acompanhadas de infiltração linfocitária (SOBESTIANSKY et al., 1999).

O diagnóstico da FA em suínos é inicialmente baseado no aparecimento dos sinais clínicos. Entretanto, estes podem ser confundidos com os sinais causados pela estomatite vesicular, doença vesicular dos suínos, entre outras, devendo sempre ser considerado o diagnóstico diferencial destas para com a FA (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002).

2.2.5 Febre aftosa na América do Sul

O vírus da febre aftosa foi registrado pela primeira vez na América do Sul por volta de 1870, quando foi encontrado na Argentina, Uruguai e na região Sul do Brasil. A sua epidemiologia era desconhecida e nenhuma medida de controle foi tomada, o que permitiu a disseminação do vírus para o Chile, assim como para o Nordeste e Centro-oeste do Brasil, Peru, Bolívia e Paraguai. A Venezuela e a Colômbia registraram a doença na década de 1950 e o Equador em 1961. Os países da América do Sul de fato não agiram efetivamente até o início da década de 60 para prevenir a entrada e a disseminação da febre aftosa (SARAIVA, 2004).

O fechamento do mercado norte americano após a segunda grande guerra e a introdução do VFA na Venezuela e na Colômbia na década de 50 podem ser considerados fatores importantes na decisão da criação e organização do Centro Panamericano de Febre Aftosa - PANAFTOSA no Brasil, em 1951 (SARAIVA, 2004). No começo, as campanhas sanitárias eram frequentemente interrompidas por mudanças políticas nos governos, o que mostrava uma falta de compromisso e interesse no combate a doença. A partir dos anos 60 estabeleceram-se atividades organizadas. Em 1961, a Argentina criou uma instituição específica para o controle e erradicação de enfermidade, o Brasil foi o segundo país a se organizar, iniciando as atividades nos estados do Rio Grande do Sul em 1965 e logo em seguida por outros estados do Sul e Sudeste. O País recebeu apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e apoio técnico da OPS (ASTUDILLO & ROSENBERG, 1982).

A partir de então a febre aftosa foi ganhando uma atenção especial. A década de 60 teve como marco a institucionalização da campanha de combate à febre aftosa, primeiro programa de luta contra a doença. Paralelamente ocorreu a implantação de infra-estrutura laboratorial, o treinamento de pessoal e a conscientização dos produtores, iniciando-se o controle sistemático da doença com a produção de vacina, notificação de focos e diagnóstico da doença (BRASIL, 1964).

Na década de 70 foi implantado o sistema de informação, que revelou maior número de focos em razão da vigilância e capacidade de identificação mais apurada. O marco foi a identificação das áreas problemas por meio do estudo do trânsito animal e sua comparação com a ocorrência da doença (LYRA & SILVA, 2004).

O marco da década de 80 foi a redução dos focos, com ênfase na caracterização dos ecossistemas e estrutura de produção como determinantes da doença (LYRA & SILVA, 2004). O número de focos decresceu de 10.295 focos em 1976 para 1.376 em 1989 devido ao maior aporte de recursos financeiros e melhor qualidade da vacina na década de 80 (LYRA & SILVA, 2004).

Em 1992 foi implantado o programa de erradicação com estratégias diferenciadas por circuitos pecuários e utilização de vacinas com maior poder imunogênico (oleosas). As diversificações das formas de exploração e comercialização dos bovinos de carne e leite possibilitaram o agrupamento dos tipos de produção em regiões econômicas independentes e homogêneas. Esse aspecto recomendou a regionalização das atividades por circuito pecuário desde a etapa de vacinação até o controle do ingresso de susceptíveis e vigilância epidemiológica (LYRA & SILVA, 2004).

A primeira zona livre de febre aftosa com vacinação no Brasil foi reconhecida pela OIE em maio de 1998. Nos anos seguintes, o processo de ampliação da zona livre foi pontuado por reintroduções do vírus da febre aftosa, a primeira no Rio Grande do Sul, nos anos de 2000 e 2001, com origem do agente na Argentina e Uruguai, respectivamente, e a segunda no Mato Grosso do Sul e Paraná, em 2005 (BRASIL, 2007a). Na Figura 2 pode ser avaliada uma síntese da evolução geográfica do reconhecimento de zonas livres de febre aftosa no país, no período de 1998 a 2008.

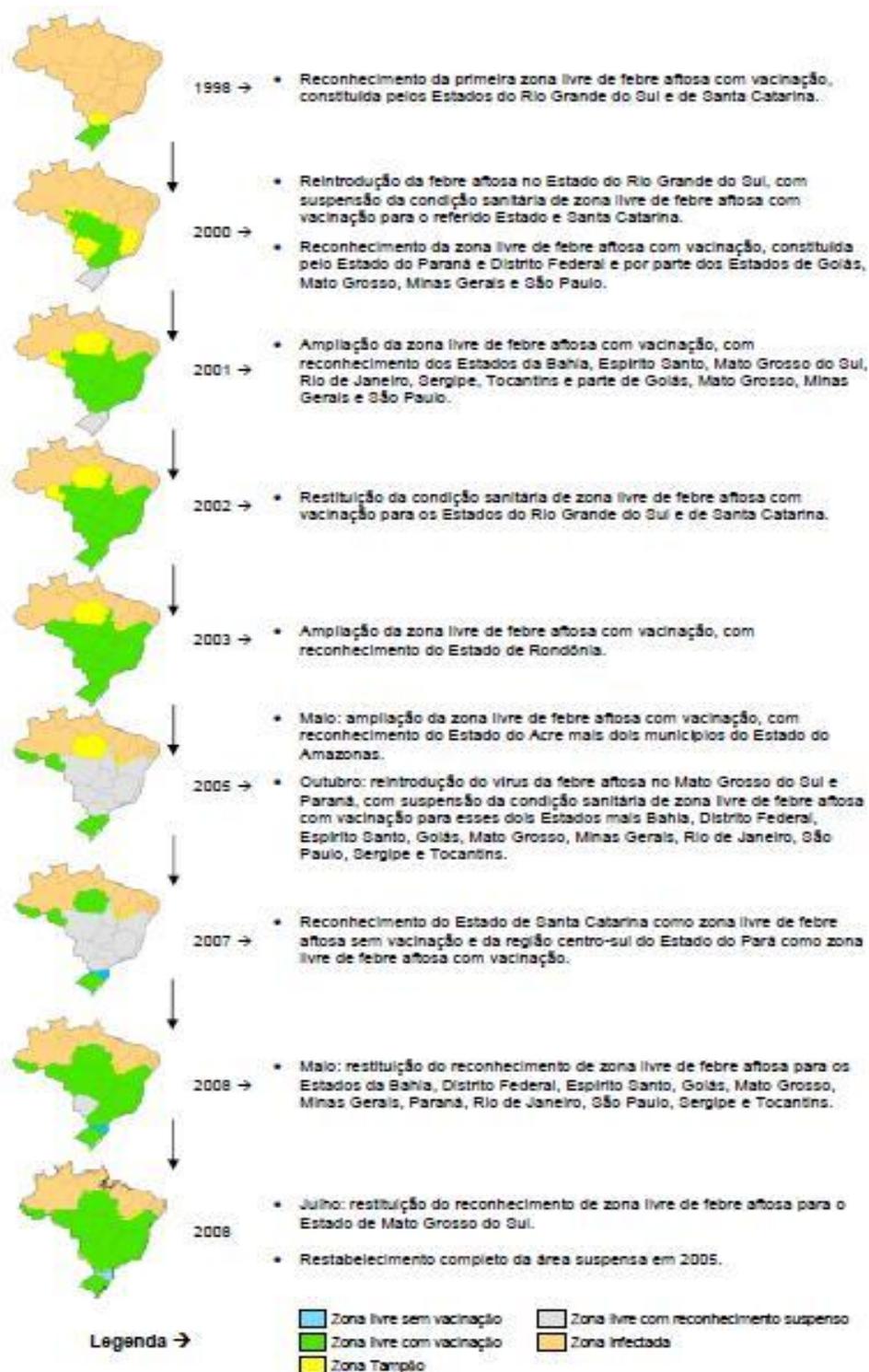


Figura 2 - Evolução geográfica do reconhecimento de zonas livres de febre aftosa no país, no período de 1998 a 2008. Fonte: Brasil, 2008a.

Em 2000, a re-introdução do sorotipo O no Rio Grande do Sul – que havia obtido o reconhecimento da OIE como zona livre com vacinação em 1998 – caracterizou-se pelo aparecimento de 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. O Brasil em maio de 2001 identificou seu primeiro foco, de um total de 37 focos registrados no ano, novamente no Rio Grande do Sul. Esta reintrodução do VFA ficou limitada ao Rio Grande do Sul (CORREA MELO, et. al., 2002).

Em 2005 ocorreu a reintrodução do vírus da febre aftosa no Mato Grosso do Sul e Paraná, com suspensão da condição sanitária de zona livre de febre aftosa com vacinação para esses dois Estados mais Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Sergipe e Tocantins, estados incluídos nas Resoluções da OIE de reconhecimento da zona livre com vacinação nos anos 2000 e 2001 (BRASIL, 2008b). Nos anos de 2006 e 2007 diferentes inquéritos sorológicos foram realizados no país após a ocorrência da doença/infecção nos Estados do Mato Grosso do Sul e do Paraná. Especificamente no Estado do Paraná e nos estados limítrofes (São Paulo e Santa Catarina) os inquéritos soroepidemiológicos foram conduzidos em 2006 (BRASIL, 2008b). Em maio de 2008 ocorreu a restituição do reconhecimento de zona livre de febre aftosa para os Estados da Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo, Sergipe e Tocantins, e em julho para o Mato Grosso do Sul (BRASIL, 2008b).

No caso de Santa Catarina, o estudo realizado compôs parte do relatório brasileiro encaminhado para avaliação pela OIE, solicitando o reconhecimento do Estado como zona livre de febre aftosa sem vacinação. O pleito brasileiro recebeu parecer favorável pela Comissão Científica da OIE, com homologação da condição sanitária do Estado durante a 75ª Sessão Geral, realizada em maio de 2007 (BRASIL, 2008b). Desde então o Brasil não registrou nenhum novo foco (OIE, 2009c). A Figura 3 mostra o número de focos de febre aftosa no Brasil desde 1992, independente da espécie.

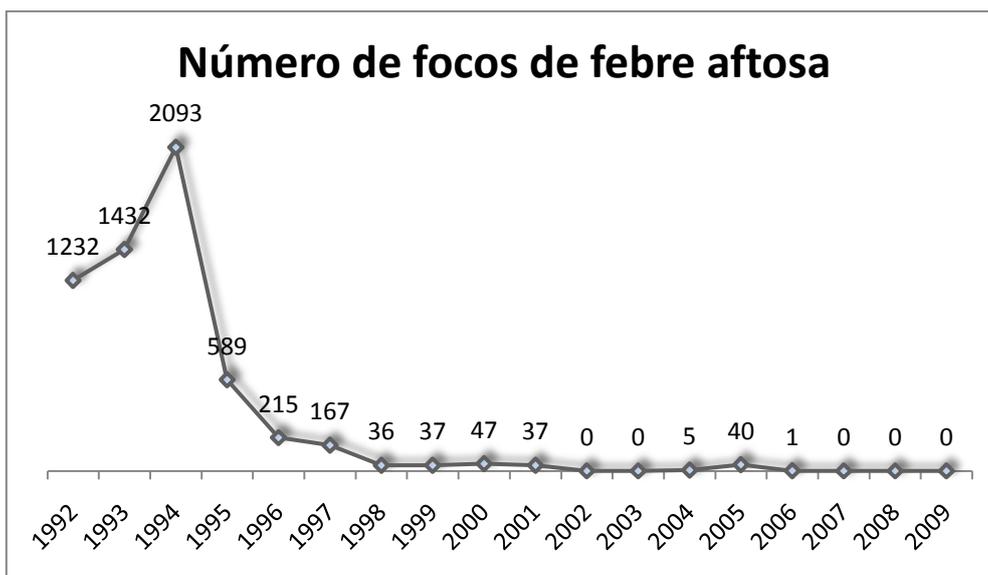


Figura 3 - Número de focos de febre aftosa em bovinos no Brasil de 1992 a 2009. (Fonte: DSA/MAPA).

No que diz respeito ao setor comercial de suínos, em 1993 a febre aftosa foi detectada num frigorífico de Santa Catarina, em animais procedentes do Paraná e Santa Catarina. Em Santa Catarina, as carcaças dos suínos foram submetidas a tratamento térmico e suas vísceras destinadas à graxaria. O rigoroso rastreamento realizado não constatou foco secundário. No Rio Grande do Sul, a doença ocorreu em bovinos em uma propriedade vizinha ao frigorífico de suínos, isolando-se o mesmo vírus encontrado em Santa Catarina. Os animais eram procedentes do Paraná e a ligação do estado foi confirmada no rastreamento epidemiológico (BRASIL, 1993). Este foi o último foco registrado em granjas de suínos, no Brasil, apesar desta espécie não ser vacinada, o que atesta o baixo risco da cadeia produtiva

2.3 Análise de Risco

2.3.1 Acordo sobre a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Acordo SPS)

A Organização Mundial do Comércio (OMC) é responsável por estabelecer as normas que regem o comércio exterior, onde os governos podem negociar seus acordos comerciais. Seu núcleo está constituído por acordos, negociados e firmados

pela maioria dos países que participam do comércio mundial, que obriga os países a manter suas políticas comerciais dentro dos limites estabelecidos. Além disso, é responsável por assistir países em desenvolvimento e de economia de transição, fornecer suporte para a promoção de exportações, cooperar nas definições de políticas econômicas mundiais e notificar continuamente alterações ou inclusões de medidas comerciais dos países membros (WTO, 2007).

Para fornecer subsídios técnicos mais específicos, e garantir a harmonização de regras, foram reconhecidos pela OMC os seguintes organismos: Organização Mundial de Saúde Animal - OIE, para saúde animal; *Codex Alimentarius* da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), para alimentos; e a Convenção Internacional de Proteção de Plantas da FAO, para sanidade vegetal (OIE, 2004a ; WTO, 2007).

O Acordo de Aplicação de Medidas Sanitária e Fitossanitárias, conhecido como Acordo SPS (sigla inglesa), é o mais importante dos acordos comerciais da OMC referente à saúde animal, saúde pública e segurança alimentar, para alcançar maior qualidade e competitividade no livre comércio, sem comprometer a proteção sanitária a que cada país tem direito. Tem como objetivo garantir que as medidas sanitárias e fitossanitárias, elaborados por países-membros da OMC, não se transformem em obstáculos desnecessários ao comércio (WTO, 2000).

Neste Acordo estão presentes todos os princípios que devem ser respeitados na elaboração de medidas que afetam o comércio internacional e que são aplicadas para proteger a vida e a saúde do ser humano, dos animais e das plantas dentro do território do país membro. Cabe proteger a vida animal e vegetal dos riscos surgidos da entrada, contaminação e disseminação de pestes, doenças, organismos contaminados ou causadores de doenças; ou ainda, proteger a vida e a saúde do ser humano dentro do território do país membro de riscos provenientes de doenças portadas por animais, plantas ou produtos derivados, decorrentes da entrada, contaminação ou disseminação de pestes; e por fim, proteger ou limitar outros danos dentro do território do país membro, decorrente da entrada, contaminação ou disseminação de pestes (WTO, 2000).

O Acordo SPS tem como princípios básicos que as medidas sanitárias devem estar cientificamente fundamentadas e baseadas em avaliações de risco; ser o menos restritiva possível, sempre em conformidade com o nível adequado de proteção (ALOP); não ser discriminatória e ser consistente. As medidas SPS não podem ser usadas como barreiras injustificadas ao comércio (WTO, 2000).

O conceito de equivalência reconhece que diferentes medidas podem ser adotadas resultando em níveis equivalentes de proteção ambiental e de saúde. Mais do que harmonizar as políticas, a equivalência entre as normas dos países tende a ser uma solução mais viável para facilitar o comércio. Ou seja, as medidas adotadas devem garantir um nível de segurança considerado adequado, mesmo que difiram nos métodos e procedimentos. Isso permite que os países adotem procedimentos diferentes, desde que comprovada a equivalência de seus resultados (OIE, 2004a).

A transparência é um princípio que permeia todos os aspectos de uma política comercial. Todos os membros da OMC devem publicar as informações relevantes sobre controle de preços, privatizações, acesso a mercados, concessão de apoio e subsídios, restrições diversas, entre outras. A alteração de qualquer regulamentação, seja pela inclusão, ou pela modificação de alguma disposição, deverá ser previamente notificada à OMC, que, por sua vez, submete a mesma à apreciação pelos demais países-membros para esses que possam se manifestar sobre a medida (WTO, 1995).

Os membros são obrigados a basearem suas avaliações de risco, quando possível e apropriado, nas metodologias desenvolvidas pelas organizações internacionais. A avaliação de risco considera os fatores - evidência científica, métodos e processos de produção relevantes, inspeção, amostragem e testes. Cada membro é obrigado a não distinguir arbitrariamente e injustificadamente níveis de proteção considerados apropriados de tal forma que estas distinções possam resultar em uma forma mascarada de restrição ao comércio internacional, de maneira a conseguir o objetivo de consistência na aplicação das medidas SPS (WTO, 1995).

2.3.2 Definição e etapas de uma análise de risco

A OIE, através dos Códigos terrestre e aquático (referencias), fornece recomendações e estabelece regras para a criação de um modelo de análise de risco. O modelo deve ser transparente, assim o país exportador pode apresentar razões claras contra imposições de importação dos países importadores, ou para recusa de importação. O código identifica quatro componentes na metodologia de uma análise de risco (Figura 4).



Figura 4 – Etapas da Análise de Risco (OIE, 2004a)

O risco é um evento aleatório que pode ocorrer e, caso ocorra, pode ter um impacto negativo. É composto de dois elementos: a chance, ou probabilidade, de algo acontecer; e, caso isto aconteça, as conseqüências. Pela presença do componente chance não podemos prever exatamente o que pode acontecer. Há, entretanto, uma probabilidade de que uma situação venha acontecer com certeza (VOSE, 2008).

O principal objetivo de uma análise de risco de importação é fornecer aos países importadores um método objetivo e seguro para conhecer os riscos associados a importação de animais vivos, de material de multiplicação animal (sêmen, embrião, ovo fértil, ovo embrionado, ovócito, óvulo, cisto etc.) de produtos biológicos, de materiais patológicos e de produtos e subprodutos de origem animal destinados ao consumo humano ou animal, ou para uso farmacêutico, cirúrgico, na agricultura ou na indústria em geral (OIE, 2004a).

A primeira etapa da análise de risco é a *identificação do perigo*. É o processo que envolve a identificação do agente patogênico, ou vetores capazes de transmitir doenças que podem ser introduzidas por commodities durante o processo de importação. Esta etapa requer um bom conhecimento da doença animal, da dinâmica da doença e as propriedades dos agentes patogênicos (OIE, 2004a).

A análise pode ser concluída nesta primeira etapa caso não seja identificado nenhum potencial perigo associado ao produto ou commodity de importação. Quando o perigo for identificado e o país importador decidir aplicar as medidas sanitárias recomendadas para este perigo no Código da OIE, então pode ser necessário que a análise seja conduzida até a completa avaliação do risco (OIE, 2004a).

A segunda etapa, *avaliação do risco*, divide-se em quatro passos: *avaliação da difusão*, *avaliação da exposição*, *avaliação das conseqüências* e *estimativa do risco*. É responsável por estimar as conseqüências biológicas e econômicas da entrada, estabelecimento e transmissão do perigo no país importador. A *avaliação da difusão* descreve as rotas/vias possíveis para introdução da enfermidade: fatores biológicos, fatores relacionados com o país e fatores relacionados com a mercadoria. A *avaliação da exposição* descreve as rotas/vias que podem conduzir a um foco: volume e uso da mercadoria, densidade e distribuição da população animal, imunidade, vetores e sazonalidade. A *avaliação das conseqüências* descreve as conseqüências do foco e a *estimativa de risco* consiste na integração dos resultados das três etapas anteriores para a produção de medidas associadas ao risco identificado (OIE, 2004a).

O *Gerenciamento do risco*, terceira etapa da análise de risco, consiste no gerenciamento dos riscos a fim de reduzi-los a níveis aceitáveis e vai necessitar de especialistas, como epidemiologistas veterinários. Quando isto não é possível, o gerenciamento pode ser baseado nas medidas sanitárias descritas no Código da OIE. O processo permite medir o efeito de diferentes medidas de mitigação. A decisão de utilizar estas medidas deve basear-se em sua: eficácia, viabilidade da aplicação e custo (OIE, 2004a).

A *Comunicação do risco*, última etapa, consiste na transmissão do resultado encontrado, de maneira transparente para os diversos setores interessados ou associados ao risco. A comunicação do risco é conduzida entre gestores de risco ou ainda entre as partes interessadas/afetadas, como por exemplo, o país importador, o país exportador, o setor agropecuário, consumidores, setor oficial ou ainda a população em geral (OIE, 2004a; WTO 1995).

2.3.3 Tipos de Análise de Risco

A análise de risco pode ser aplicada em diversas situações e diferentes métodos podem ser apropriados, dependendo da situação, podendo ser do tipo qualitativo ou quantitativo. Na análise de risco qualitativa os parâmetros são expressos usando termos não numéricos como: alto, médio, baixo ou insignificante. É o método mais utilizado para avaliação do risco nas importações. Entretanto, em algumas circunstâncias pode ser necessário optar por uma análise de risco do tipo quantitativa. A avaliação quantitativa tende a ser mais objetiva e profunda. No entanto, demanda dados muito detalhados e precisos, além de requerer mais tempo e recursos para execução, o que reduz a sua aplicabilidade (OIE, 2004a).

A avaliação qualitativa é apropriada para a maior parte das análises de risco de importação, sendo atualmente, o tipo mais comum de avaliação usada para respaldar decisões (OIE, 2004a). A análise de risco qualitativa fornece uma descrição pormenorizada do cenário de risco, apoiada por informações qualitativas e quantitativas, e desenvolve fundamentação lógica para avaliação do nível de aceitação de risco e da eficácia de qualquer medida de redução de risco que possa ser considerada (VOSE, 2008). Métodos qualitativos não exigem habilidade em modelagem matemática para serem realizados e se tornam freqüentemente a abordagem utilizada para a tomada de decisões. Contudo, nenhuma metodologia de análise de risco se mostrou ser aplicável em todas as situações, e enfoques diferentes podem ser apropriados para circunstâncias distintas (MURRAY, 2002). O resultado desse tipo de avaliação é expresso em termos não numéricos, como por exemplo, risco alto, médio, baixo ou insignificante (OIE, 2004a)

Já a análise de risco quantitativa é um modelo matemático onde os *inputs* e os *outputs* são expressos numericamente. Os *inputs* são qualquer informação que alimenta o modelo, os *outputs* são os resultados obtidos. A avaliação quantitativa pode ser desejável para obter mais subsídios em um problema particular, para identificar variáveis críticas na análise de risco ou para comparar medidas sanitárias. A quantificação envolve o desenvolvimento de um modelo matemático que une vários aspectos da epidemiologia de uma doença e os expressa de forma numérica. Os resultados servem como importante ferramenta na interpretação e comunicação do risco (OIE, 2004a).

Existem dois grupos principais de modelos de simulação, aqueles baseados em equações matemáticas e denominados de modelos determinísticos e aqueles estruturados a partir de amostragens probabilísticas de distribuições, que são conhecidos como modelos estocásticos. Ambos os modelos são utilizados para representar processos ou sistemas dinâmicos e simular seu comportamento durante um período de tempo (PFEIFFER, 2002). Após calcular e recalcular o modelo várias vezes os resultados de uma simulação estocástica são amostragens probabilísticas de distribuição, ao contrário do modelo determinístico que é capaz de fornecer apenas um resultado (VOSE, 2008).

Os modelos estocásticos são aqueles estruturados a partir de amostragens probabilísticas de distribuições (VOSE, 2008). Em cada iteração, são amostrados valores da distribuição aplicada a cada variável. Os resultados dessas iterações são chamados de *outputs* e refletem a variabilidade biológica e incorporam incerteza associada com os valores que estão sendo modelados. Cada conjunto de amostras é chamado "iteração". O conjunto de vários resultados (várias iterações do modelo) gera, por sua vez, uma distribuição de valores que constitui o resultado final (OIE, 2004b).

O número de iterações exigidas para configurar uma representação mais fidedigna da distribuição de valores obtida (*output*) depende da técnica de amostragem utilizada pelo modelo: amostragem por Monte Carlo ou por Latin Hypercube (OIE, 2004b). Em uma distribuição gerada por amostragem de Monte Carlo, um valor é definido aleatoriamente a partir da distribuição de cada variável analisada (*in-*

put). Cada amostragem seleciona um valor de uma distribuição especificada, de acordo com sua probabilidade de ocorrência; ou seja, trata-se de técnica de amostragem simples a partir de toda a distribuição. Esse conjunto de valores aleatórios define um cenário que é utilizado como variável a ser analisada (*input*) no modelo. Todo o processo de amostragem é repetido x vezes, produzindo x cenários independentes com correspondentes valores obtidos (*output*) (VOSE, 2008).

A amostragem por Latin Hypercube é similar às amostragens de Monte Carlo. Na amostragem por Latin Hypercube a distribuição de probabilidade é estratificada em n intervalos, onde n é o número de iterações que serão utilizadas no modelo. A amostragem por Latin Hypercube garante que valores de toda a distribuição serão amostrados proporcionalmente à sua densidade de dispersão (VOSE, 2008).

2.3.4 Vantagens e limitações da análise de risco em saúde animal

A necessidade de estimar o risco associado a grande parte dos perigos existentes no comércio de animais e produtos animais cresce a cada ano e tem aplicabilidade direta no comércio internacional. Esta ferramenta serve como justificativa para eliminar barreiras injustificadas no comércio internacional de animais e de seus produtos (ZEPEDA et al., 2001). A análise de risco reduz a subjetividade do risco e documenta o processo, permitindo melhorar a tomada de decisões (ZEPEDA et al. 2005).

Porém, algumas limitações presentes nos modelos de risco, seja ele quantitativo ou qualitativo, podem gerar certa dificuldade a quem têm de tomar decisões baseadas em risco. A falta de informação de boa qualidade ou excesso de incertezas é um exemplo clássico enfrentado por especialistas que utilizam esta ferramenta (OIE, 2004b; ZEPEDA et al., 2001). Em saúde animal, a aplicação da análise de risco como ferramenta de prevenção só é viável quando existem sistemas de vigilância e informação epidemiológica de boa qualidade, devidamente documentados, sendo este um dos grandes desafios que se colocam aos atores das cadeias produtivas e, em particular, às autoridades sanitárias.

3 OBJETIVO

O objetivo geral do presente trabalho é o desenvolvimento de modelo baseado em metodologia quantitativa para avaliação de risco de difusão do vírus da febre aftosa em produtos suínos exportados pela região Sul do Brasil.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Relatórios Anuais da Abipecs**. 2009a. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 26 jun. 2009.

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Restrições internacionais a carne suína**. 2009b. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **ABIPECS confirma exportações de 607,49 mil toneladas em 2009**. 2010. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 14 jan. 2010.

ALEXANDERSEN, S., DONALDSON, A. I. Further studies to quantify the dose of natural aerosols of foot-and-mouth disease virus for pigs. **Epidemiology and Infection**, v. 128, 313-323, 2002.

ALEXANDERSEN, S., BROTHERHOOD, I., DONALDSON, A. I. Natural aerosol transmission of foot-and-mouth disease virus to pigs: minimal infectious dose for strain O1 Lausanne. **Epidemiology and Infection**, v. 128, p. 301-312, 2002a.

ALEXANDERSEN, S., ZHANG, Z., REID, S.M., HUTCHINGS, G.H., DONALDSON, A.I. Quantities of infectious virus and viral RNA recovered from sheep and cattle experimentally infected with foot-and-mouth disease virus O UK 2001. **Journal of General Virology**, v. 83, p. 1915-1923, 2002b.

ALEXANDERSEN, S., ZHANG, Z., DONALDSON, A. I., GARLAND, A. J. M. The Pathogenesis and Diagnosis of Foot and Mouth Disease. **Journal of Comparative Pathology**, v. 129, p. 1-36, 2003a.

ALEXANDERSEN, S., QUAN, M., MURPHY, C., KNIGHT, J., ZHANG, Z. Studies of Quantitative Parameters of Virus Excretion and Transmission in Pigs and Cat-

- tle Experimentally Infected with Foot-and-Mouth Disease Virus. **Journal of Comparative Pathology**, v. 129, p. 268-282, 2003b.
- ASTUDILLO, V.M., ROSENBERG, F.J. Relaciones entre enfermedades virales de los animales y desarrollo. In: **III Congreso Nacional de Veterinaria, Montevideo**, 3 a 5 de novembro, Uruguai, p.1043-1062, 1982.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. **Boletim de defesa sanitária animal**. Brasília, 1993.
- BRASIL. **Campanha contra a febre aftosa**. Brasília: Ministério da Agricultura/Serviço de Informação Agrícola, 44 p., 1964.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Instrução Normativa nº. 19 de 19 de fevereiro de 2002. Aprova as Normas a serem cumpridas para a Certificação de Granjas de Reprodutores Suídeos.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Relatórios do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA). Relatório Anual Ano Base, 2007a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/arquivos_portal/pnefa/Relatorio_PNEFA_2007.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Evolução geográfica do reconhecimento de zonas livres de febre aftosa no país. 2008a. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/PROGRAMAS/ARE_A_ANIMAL/PNEFA_NOVO/MAPAS_AFTOSA/EVOLU%C7%C3O%20%C1REA%20LIVRE%20AGO%202008.PDF. Acesso em: 13 dez. 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Solicitando de restituição do reconhecimento da condição sanitária de zona livre de febre aftosa com vacinação representada pelo Distrito Federal e Estados de Goiás, Mato Grosso, Paraná e São Paulo. MAPA/SDA/DSA 2008b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Plano de ação para febre aftosa. Brasília, MAPA/SDA/DSA, 2009.
- CFSPH. Center for Food Security & Public Health. Foot and mouth disease. IOWA State University, Iowa, 2007. Disponível em: <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/foot_and_mouth_disease.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2010.
- CNA. Comissão Nacional de Comércio Exterior da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Cadeia da carne suína em ritmo de recuperação. 2009. Disponível em: <<http://www.cna.org.br>> Acesso em: 10 jan. 2010.

- CNPISA. Embrapa Suínos e Aves. Sistemas de Produção. ISSN 1678-8850, versão eletrônica, 52 p., 2003. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/>. Acesso em: 12 jun. 2009.
- CORREA MELO, E., SARAIVA, V., ASTUDILLO, V. Review of the status of foot and mouth disease in countries of South America and approaches to control and eradication. **Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Épizooties**, v.21, p.429-436, 2002.
- COTTRAL, G.E. Persistence of foot-and-mouth disease virus in animals, their products and the environment. **Bull Off int Epiz.** v. 70, p. 549-568,1969.
- DAVIES, G. Foot and mouth disease. Review. **Research in Veterinary Science**, v. 73, p. 195-199, 2002.
- DE LA RUA, R., WATKINS, G.H., WATSON, P.J. Idiopathic mouth ulcers in sheep (letter). **Veterinary Record**, v. 149, p. 30-31, 2001.
- DELPHINO, M.K.V.C, GONÇALVES, V.S.P. Avaliação da biossegurança nas granjas de suínos da região Sul do Brasil. Relatório ABIPECS, 2009.
- DONALDSON A.I., GIBSON C.F., OLIVER R., HAMBLIN C., KITCHING R.P. Infection of cattle by airborne foot-and-mouth disease virus: minimal doses with O1 and SAT2 strains. **Revue scientifique et technique**, v. 43, p. 339-346, 1987.
- DONALDSON, A. I. Risks of spreading foot and mouth disease through milk and dairy products. **Revue scientifique et technique**, v. 16, p. 117-124, 1997.
- DONALDSON, A. I., ALEXANDERSEN, S., MIKKELSEN, J. H. The relative risks of the uncontrollable (airborne) spread of foot-and-mouth disease by different species. **Veterinary Record**, v. 148, p. 602-604, 2001.
- DONALDSON, A.I., ALEXANDERSEN, S. Relative resistance of pigs to infection by natural aerosols of FMD virus. **Veterinary Record**, v. 148, p. 600-602, 2001.
- DONALDSON, A.I., ALEXANDERSEN, S. Predicting the spread of foot-and-mouth disease by airborne virus. **Revue scientifique et technique**, v. 21 (3), p. 569-575, 2002.
- DUSENBERRY, W. Foot and Mouth Disease in Mexico, 1946-1951. **Agricultural History Society**, v. 29, nº. 2, p. 82-90, 1955. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3740791>>. Acesso em: 26 jan. 2010.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food safety risk analysis. A guide for national food safety authorities. Rome, 2006. Disponível em: <<http://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0822e/a0822e00.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Products indices 2009. IN: Statistics. Disponível em: < <http://www.fao.org/corp/statistics/en/> >. Acesso em: 12 jan. 2010.
- GLOSTER, J., JONES, A., REDINGTON, A., BURGIN, L., SØRENSEN, J.H., TURNER, R., DILLON, M., HULLINGER, P., SIMPSON, M., ASTRUP, P., GARNER, G., STEWART, P., D'AMOURS, R., SELLERS, R., PATON, D. Air-borne spread of foot-and-mouth disease – Model intercomparison. **The Veterinary Journal**, v. 183, p. 278-286, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pecuária 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 jan. 2010.
- KITCHING, R. P., ALEXANDERSEN, S. Clinical variation in foot and mouth disease: pigs. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, vl. 21 (3), p. 513-518, 2002.
- KITCHING, R.P., HUTBER, A.M., THRUSFIELD, M.V. A review of foot-and-mouth disease with special consideration for the clinical and epidemiological factors relevant to predictive modelling of the disease. **The Veterinary Journal**, v. 169, p. 197-209, 2005.
- LYRA, T.M.P., SILVA, J.A. A febre aftosa no Brasil, 1960-2002. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 56, n.5, p. 565-576, 2004.
- MIELE, M. Contratos, especialização, escala de produção e potencial poluidor na suinocultura de Santa Catarina. Tese. PPG em Agronegócios, Porto Alegre, 278 p., UFRGS, 2006.
- MIELE, M. Cadeia produtiva da carne suína no Brasil. In: Sistemas Agroalimentares e cadeias agroindustriais. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, Brasil, 18 p., 2007.
- MORES, N., ZANELLA, J.C. Perfil sanitário da suinocultura no Brasil. Embrapa Suínos e Aves, 7 p., 2005. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_x1b40v7z.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2009.
- MORRIS, R.S., SANSON, R.L., STERN, M.W., STEVENSON, M., WILESMITH, J. W. Decision-support tools for foot and mouth disease control. **Revue scientifique et technique**, v. 21(3), p. 557-567, 2002.
- MURRAY, N. Import Risk Analysis: Animals and Animal Products. **New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry**. Wellington, New Zealand, 2002.
- NETO, P.C. O suíno está pronto para voar: abre asas. In: **Agroanalysis**, janeiro de 2010. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/uploads/PEDRO%20-%20Abipecs.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2010.

- OIE. World Organisation for Animal Health. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animals products – **Introduction and qualitative risk analysis**. v. 1, 2004a.
- OIE. World Organisation for Animal Health. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animals products – **Quantitative risk assessment**. v. 2, 2004b.
- OIE. World Organisation for Animal Health. General provisions. In: **Terrestrial Manual Code**, vol. 1, 2009a. Disponível em: <http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_sommaire.htm> Acesso em: 24 nov. 2009.
- OIE. World Organisation for Animal Health. Recommendations applicable to OIE Listed diseases and other diseases of importance to international trade. In: **Terrestrial Manual Code**, vol. 2, 2009b. Disponível em: <http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_sommaire.htm> Acesso em: 24 nov. 2009.
- OIE. World Organisation for Animal Health. World Animal Health Information Database (WAHID) Interface. Brazil situation for foot and mouth disease. 2009c. Disponível em: <http://www.oie.int/wahis/public.php?page=country_timelines>. Acesso em: 17 dez. 2009.
- ORSEL, K., BOUMA, A., DEKKER, A., STEGEMAN, J. A., DE JONG, M. C. M. Foot and mouth disease virus transmission during the incubation period of the disease in piglets, lambs, calves, and dairy cows. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 88, p. 158-163, 2009.
- PANAFTOSA – OPAS/OMS. Manual de procedimentos para a atenção às ocorrências de febre aftosa e outras enfermidades vesiculares. Projeto BID/PANAFTOSA – OPAS/OMS para os países do MERCOSUL ampliado. Rio de Janeiro, v. 9, 144 p., 2007.
- PATON, D.J., SINCLAIR, M., ROODRÍGUEZ, R. Qualitative assessment of the commodity risk factor for spread of foot-and-mouth disease associated with international trade in deboned beef. 1st draft, OIE/DfID review on FMD safety of deboned beef. Submetido a OIE em 31/08 de 2009.
- QUAN, M., MURPHY, C.M., ZHANG, Z., DURAND, S., ESTEVES, I., DOEL, C., ALEXANDERSEN, S. Influence of exposure intensity on the efficiency and speed of transmission of Foot-and-Mouth disease. **Journal of Comparative Pathology**, doi:10.1016/j.jcpa.2008.12.002, 2009.
- RIBBENS, S., DEWULF, J., KOENEN, F., MINTIENS, K., KRUIF, A. MAES, D. Type and frequency of contacts between Belgian pig herds. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 88, p. 57-66, 2009.

- RYAN, E., MACKAY, D. and DONALDSON, A. Foot and Mouth disease virus concentration in products of Animal Origin. **Transboundary and Emerging Disease**, v. 55, p. 89-98, 2008.
- RWEYEMAMU, M., ROEDER P., MACKAY, D., SUMPTION K., BROWNLIE, J., LEFORBAN, Y., VALARCHER J. F., KNOWLES, N. J., SARAIVA, V. Epidemiological Patterns of Foot-and-Mouth Disease Worldwide. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 55, p. 57-72, 2008.
- SANTINI, G.A., SOUZA FILHO, H. M. Mudanças tecnológicas em cadeias agroindustriais: uma análise dos elos de processamento da pecuária de corte, avicultura de corte e suinocultura In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA RURAL, 42, Cuiabá, 2004.
- SARAIVA, V. Foot-and-Mouth Disease in the Americas - Epidemiology and Ecologic Changes Affecting Distribution. **New York Academy of Sciences**, v. 1026, p. 73-78, 2004.
- SEAPPA. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Recomendações de biossegurança na produção de suínos. 17p., 2009.
- SELLERS, R., GLOSTER, J. Foot-and-mouth disease: A review of intranasal infection of cattle, sheep and pigs. **The Veterinary Journal**, v. 177, p. 159-168, 2008.
- SELLERS, R.F. Quantitative aspects of the spread of foot and mouth disease. **Veterinary Bulletin**, v. 41, p. 431-439, 1971.
- SESTI, L.A.C. Biossegurança na produção de suínos: Plano de contingência para granjas GRSC. XI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em suínos - 30/09 a 03/10 de 2003, p. 136-147, 2003.
- SIMON, V.A., ISHIZUKA, M.M. Doença infecciosa da bolsa de Fabrício – DIB. In: BERCHIERI JR., A., MACARI, M. Doença das Aves. Campinas: FACTA, p. 301-314, 2000.
- SOBESTIANSKY, J., BARCELLOS, D., MORES, N., OLIVEIRA, S.J., CARVALHO, L.F. Patologia e Clínica Suína, 2º Ed., Goiânia, 464 p., 1999.
- SOBESTIANSKY, J. Sistema Intensivo de produção de Suínos: programa de Biossegurança. Goiânia, 108 p., 2002.
- TOMASULA, P.M., KOZEMPEL, M.F., KONSTANCE, R.P., GREGG, D., BOETTCHE, S., BAXT, B., RODRIGUEZ, L.L. Thermal Inactivation of Foot-and-Mouth Disease Virus in Milk Using High-Temperature, Short-Time Pasteurization. **Journal of Dairy Science**, v. 90 (7), 2007.

- VOSE, D. **Risk Analysis – A quantitative guide**. England: John Wiley & Sons, 735 p., 2008.
- PFEIFFER, D. U. **Veterinary Epidemiology – an introduction**. **The Royal Veterinary College**, University of London: United Kingdom, 2002.
- WTO. World Trade Organization. **Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures**. Geneva, 1995.
- WTO. World Trade Organization. **Sanitary and phytosanitary measures in WTO law. Monographs in trade law**. nº 4, 151 p., Bruxelles, 2000.
- WTO. World Trade Organization. Entender la OMC. 2007. Disponível em: <<http://www.wto.org>>. Acesso em: 07 jan. 2010.
- ZEPEDA, C., SALMANA, M., RUPPANNER, R. International trade, animal health and veterinary epidemiology: challenges and opportunities. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 48, p.261-271, 2000.
- ZEPEDA, C., SALMANA, M., RUPPANNER, R. International trade, animal health and veterinary epidemiology: challenges and opportunities. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 48, p.261-271, 2001.
- ZEPEDA, C., SALMANB, M., THIERMANN, A., KELLARD, J., ROJASE, H., WILLEBERG, P. The role of veterinary epidemiology and veterinary services in complying with the World Trade Organization SPS agreement. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 67, p. 125–140, 2005.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DO RISCO DE DIFUSÃO DO VÍRUS DA FEBRE AFTOSA EM PRODUTOS SUÍNOS EXPORTADOS PELA REGIÃO SUL DO BRASIL

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira cresceu significativamente nos últimos anos e conquistou importantes mercados de exportação. Esse crescimento é notado quando se analisa os vários indicadores econômicos e sociais, como volume de exportações, participação no mercado mundial, número de empregos diretos e indiretos, entre outros. A criação de suínos do passado passou a ser uma cadeia de produção de suínos, explorando a atividade de forma econômica e competitiva, aliada a uma situação sanitária favorável, dada a existência de extensas zonas livres das principais enfermidades que afetam a produtividade e o comércio internacional.

Hoje, aproximadamente 63% das exportações brasileiras estão concentradas em dois mercados, Rússia (43%) e Hong Kong (20%), os únicos da lista dos maiores importadores de carne suína do mercado mundial que não oferecem restrições a compras de países que registram febre aftosa (ABIPECS, 2009b). Mercados como o da Coreia do Sul e Japão exigem carne proveniente de zona livre sem vacinação. O resultado é que a prática da vacinação de bovinos como método de prevenção, ainda que justificada do ponto de vista epidemiológico, acaba se tornando um marketing negativo para a carne suína (BRASIL, 2007).

Os avanços verificados aumentaram também o nível de exigências de qualidade, incluindo as certificações sanitárias. Apesar da suinocultura nacional não conviver com a maioria das enfermidades que limitam o comércio internacional, sobretudo nas regiões de grande potencial exportador, o acesso ao mercado de muitos países ainda está vedado ao produto brasileiro. Isto se deve em parte a fatores puramente comerciais, mas também ao fato de esses mercados considerarem que as

garantias sanitárias oferecidas pelo Brasil são ainda insuficientes (ABIPECS, 2009a).

No campo sanitário, o fato de que em algumas regiões do Brasil ainda ocorrem esporadicamente focos de febre aftosa (FA) constitui entrave para a conquista de novos mercados (NETO, 2010). O último foco envolvendo suínos de produção comercial ocorreu em Santa Catarina, em 1993, na região Sul, a principal região produtora e exportadora de suínos. Na ocasião, os suínos infectados com sorotipo A foram detectados através da inspeção no abatedouro, sendo a procedência dos animais do Paraná e Santa Catarina, região Sul do Brasil (BRASIL, 1993). Desde então, os focos de febre aftosa têm afetado principalmente a população bovina, mesmo em locais em que os suínos de criatórios de subsistência estão em contato próximo com bovinos.

A disseminação da FA é comumente associada ao movimento de animais infectados, tanto no trânsito dentro do próprio país, como entre fronteiras internacionais (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002; RWEYEMAMU et al., 2008). A via mais comum de transmissão do vírus da febre aftosa (VFA) é por contato direto, mas também pode ocorrer indiretamente através de pessoas, veículos, produtos (leite e carne, por exemplo) e fômites (ALEXANDERSEN & DONALDSON, 2002).

Os suínos se infectam principalmente pela via oral, alimentando-se de produtos contaminados com o vírus da febre aftosa, mas também pelo contato direto com outro animal infectado, ou ainda quando mantidos em ambientes altamente contaminados, como por exemplo, uma baía ou caminhão para transporte onde esteve previamente outro animal infectado (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002). A transmissão do vírus da febre aftosa pelo ar é considerada menos importante na cadeia epidemiológica dos suínos, principalmente quando comparado aos bovinos (SELLERS & GLOSTER, 2008).

No Brasil os suínos não são vacinados contra febre aftosa. Quando vacinados e em contato com animais infectados que apresentem a forma clínica da doença podem apresentar sinais clínicos. Isto se deve não a má qualidade da vacina, mas a altíssima excreção de vírus por esta espécie, assim como pela virulência de algumas

cepas do vírus nos suínos (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002; RWEYEMAMU et al., 2008).

Devido às características epidemiológicas do vírus da febre aftosa, países que são livres deste patógeno, após reintrodução do vírus sofrem restrições econômicas que produzem efeitos dramáticos no comércio internacional de seus produtos agropecuários. Conseqüentemente, a FA é uma barreira importante no comércio de animais vivos, produtos animais e ainda de outros produtos animais que não são tidos como riscos diretos da disseminação da doença (PATON et al., 2009).

O setor produtivo é dividido em suinocultura industrial e de subsistência. Os produtores tecnificados (integrados ou independentes) são aqueles que incorporaram, em maior ou menor grau, na produção os avanços tecnológicos em genética, sanidade, nutrição, manejo etc. A suinocultura de subsistência é formada pelos produtores que estão à margem destes avanços tecnológicos, produz para o autoconsumo e comercializam os excedentes (MIELE, 2007).

Frente ao crescimento da produção industrial, a suinocultura de subsistência vem apresentando queda nos últimos anos. Enquanto o setor industrial cresceu à taxa de 1,6% em 2008, o setor de subsistência continuou em queda, sendo responsável em 2008 por apenas 13% da produção no país (ABIPECS, 2009c).

Na suinocultura nacional, a maior parte da produção é realizada aos moldes do sistema de integração, no qual o produtor possui vínculo contratual com a agroindústria, chamada de integradora, podendo seguir diversos modelos de relacionamento. Já os independentes não possuem integração com a agroindústria, executando todas as fases da produção. No setor integrado as agroindústrias fornecem a seus produtores a ração, a genética, os medicamentos, a assistência técnica e outras especificações técnicas, cabendo ao suinocultor os investimentos e manutenção em instalações, a mão-de-obra e despesas com energia, água e manejo dos dejetos. Enquanto que entre as empresas integradoras há uma relação direta com os suinocultores integrados, entre as cooperativas centrais que abatem suínos e processam carne suína essa relação se dá, geralmente, através de cooperativas singulares de produção pecuária (MIELE, 2007).

Não há estatísticas sobre esse tema, mas estima-se que 88% dos estabelecimentos suínos tecnificados no Brasil sejam integrados através de contratos ou de programas de fomento pecuário das empresas e cooperativas agroindustriais. A integração predomina na região Sul do país, mas está crescendo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (SANTINI & SOUZA FILHO, 2004; MIELE, 2006).

Em 2008, a participação da região Sul na exportação de carne suína representou cerca de 83% do mercado nacional de exportação. O Rio Grande do Sul foi o maior exportador com 45% das exportações, seguido pelo Estado de Santa Catarina com 31,9% e o Paraná com 5,9% do volume exportado (ABIPECS, 2009c). Trata-se da região de maior importância para o mercado de produtos suínos, sendo resultado de um processo histórico de desenvolvimento da suinocultura, em conciliação com um sistema de integração do produtor com a indústria de processamento.

O aumento do volume e frequência do comércio de animais e seus produtos trouxe consigo maiores riscos sanitários (VOSE, 2008). Com a remoção de barreiras comerciais entre alguns países a exigência de análises de risco por parte dos países importadores tomou grande importância, como forma de justificar de forma objetiva, transparente e cientificamente embasada as medidas sanitárias aplicadas ao comércio internacional (VOSE, 2008; ZEPEDA et al., 2005).

Considerando a importância que a Região Sul tem na produção e exportação de produtos suínos do Brasil e dada a homogeneidade de formas de organização do setor produtivo e de riscos sanitários entre os três estados que a constituem, esta região foi escolhida como cenário para o desenvolvimento de um modelo de risco para a avaliação do risco de difusão do vírus da febre aftosa através de produtos suínos exportados pelo do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Metodologia Geral

A metodologia utilizada neste trabalho é a avaliação quantitativa de risco. O modelo desenvolvido aborda apenas a avaliação da difusão, primeira etapa da ava-

liação do risco, de acordo com as diretrizes do Código Sanitário para Animais Terrestres da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2009).

Foram determinadas as variáveis associadas ao risco de difusão do VFA ao longo da cadeia de produção e abate baseado em estudos anteriores, pesquisas de campo e opiniões de especialistas do setor agropecuário oficial, assim como do setor privado, além de revisão bibliográfica.

Para a análise quantitativa dos dados foi criado um modelo de simulação computacional, desenvolvido em planilha do Microsoft Office Excel[®] 2007, com auxílio do aplicativo da Palisade @Risk Professional 5.5[®], para simplificar o uso das distribuições de probabilidade e a construção do modelo estocástico, baseado em amostragem de Monte-Carlo. Foram executadas dez mil iterações para cada simulação. Em cada iteração, valores são amostrados da distribuição utilizada para cada variável e geram resultados chamados de *outputs* que refletem a variabilidade biológica e incorporam incerteza associada aos valores que estão sendo modelados (OIE, 2004b). Incerteza pode ser definida como o estado incompleto de uma informação (*input*) ou conhecimento inexato de uma variável. A variabilidade trata-se da variação natural de um fator inerente aos processos biológicos dentro de uma população (VOSE, 2008).

2.2 Estrutura do modelo para quantificação dos riscos

As árvores de cenário adotadas neste modelo para quantificação dos riscos baseiam-se nas práticas rotineiras da cadeia de produção suína. Todos os eventos relevantes que dizem respeito aos riscos de introdução da febre aftosa são levados em consideração e foram separados em duas partes: a primeira, que vai da Unidade Produtora de Leitões (UPL) até a Granja de Terminação (GT) e a segunda parte que considera a inspeção no abatedouro. Neste contexto, o sistema de vigilância, ou algum dos seus componentes, é considerado análogo a um teste de diagnóstico aplicado a uma população (MARTIN et al., 2007).

A Parte I do processo de avaliação de risco pode ser observada na Figura 5, a qual apresenta o fluxo de eventos que poderão ocorrer desde a UPL, considerada neste modelo como o primeiro ponto de possível entrada do vírus, até a GT. Tanto a UPL quanto a GT são consideradas portas de entrada para enfermidades através de uma possível fonte de contaminação horizontal (direta ou indireta) de outras fontes pecuárias, como por exemplo, bovinos. Como se está utilizando a produção em dois sítios, a creche não será analisada separadamente. As GTs podem permitir a entrada do vírus, tanto vindo de uma UPL, quanto pela contaminação horizontal de bovinos em coexistência nas propriedades.

Optou-se por desconsiderar a probabilidade de infecção das Granjas de Reprodução Certificadas (GRSC), já que historicamente a febre aftosa nunca foi um problema em granjas reprodutoras de suínos, as quais adotam práticas de biossegurança contra a introdução de agentes patogênicos e para evitar a disseminação ou exacerbação de doenças na granja de reprodutor, além de estar sob sistema de vigilância muito rigoroso, que segue legislação específica (BRASIL, 2002), o que torna muito difícil e pouco realista atribuir qualquer probabilidade de evento para a mesma. Além do que, considerar as GRSC no modelo iria baixar consideravelmente o risco.

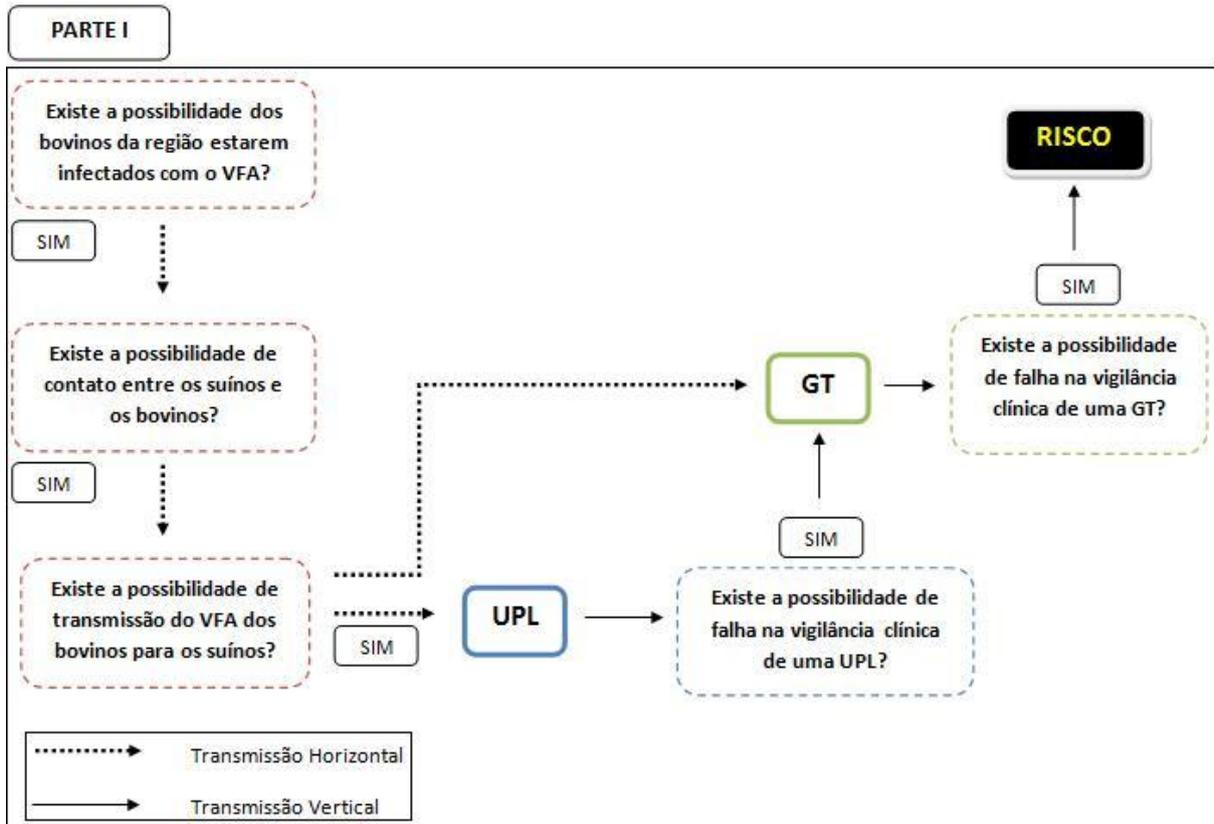


Figura 5 – Parte I da árvore de cenários que considera a transmissão do VFA horizontalmente a partir de bovinos até a probabilidade de falha na vigilância clínica numa GT.

A Parte II, na Figura 6, envolve a inspeção no abatedouro, tanto a inspeção *ante mortem*, como a inspeção *post mortem* da carcaça.

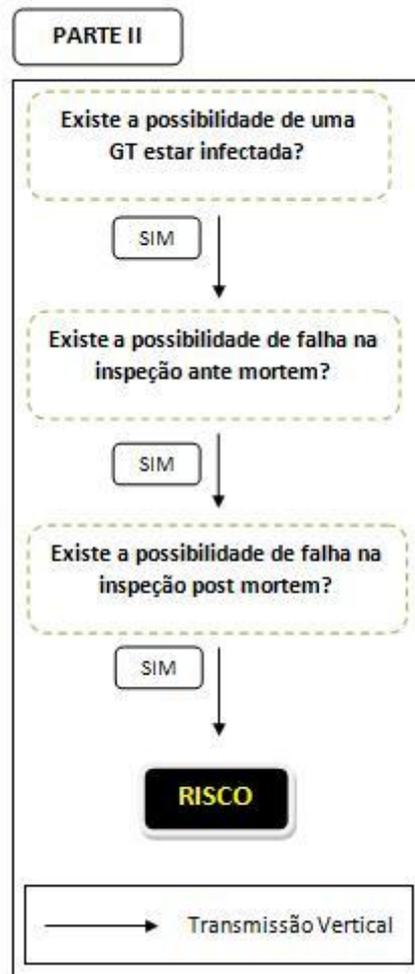


Figura 6 - Parte II da árvore de cenários que considera a probabilidade de falha na inspeção no abatedouro.

A produção em 2 sítios (UPL e GT), que serviu de modelo para este trabalho, é realizada nas propriedades da região Sul, mas vem mudando nos últimos 3 anos, com tendência à especialização das etapas do processo produtivo e a implantação gradativa do sistema de produção em 3 sítios: UPL, Creche e GT (Luis Gustavo Nascimento, COSUEL-RS, comunicação pessoal).

A granja, ou rebanho suíno, foi considerada a unidade epidemiológica durante toda a cadeia de eventos, uma vez que o gerenciamento do risco e as práticas de manejo são realizados para o grupo de animais e não individualmente. Para o cálculo do risco final foi necessário definir o número de granjas necessário para produzir o

volume de exportação anual, que, nos últimos anos, tem se estabilizado em torno de 600.000 toneladas.

A lógica e etapas da estrutura do modelo de risco podem ser resumidos da forma seguinte:

1. Probabilidade de falha na certificação da zona livre de febre aftosa, assumindo que poderia existir atividade viral em bovinos;
2. Probabilidade de introdução do VFA na cadeia produtiva de suínos por via indireta, com origem em bovinos infectados;
3. Probabilidade de falha de detecção clínica em granjas de suínos infectadas;
4. Probabilidade de selecionar uma granja de terminação infectada para abate e exportação;
5. Probabilidade de falha de detecção de animais infectados na cadeia de abate e inspeção sanitária;
6. Estimativa do risco de haver produtos suínos exportados, com origem em pelo menos uma granja infectada.

2.3 Parâmetros do modelo de risco

2.3.1 Número de Granjas de Terminação (N) necessárias para produção do volume de carne suína exportada anualmente.

A granja ou rebanho de suínos foi estabelecido como a unidade epidemiológica base do modelo. Para simular a probabilidade de presença do VFA na carne suína exportada, calculou-se o número de granjas de terminação que seriam necessárias para produzir o equivalente a 600.000 toneladas, que representa o volume aproximado de exportação anual nos últimos cinco anos.

Ficou estabelecido como peso médio da carcaça do suíno industrial 86,6 kg/suíno, de acordo o relatório da Associação Brasileira de Exportadores de Carne Suína (ABIEPCS, 2009c) publicado anualmente.

O número de suínos por GT foi obtido através de dados do levantamento de Biossegurança aplicado na região Sul do país (DELPHINO & GONÇALVES, 2009). Os dados encontrados para as GTs da região Sul apresentam uma longa “cauda” à direita, que representa um pequeno número de GTs com valor bem acima da média encontrada. Nesta ocasião será utilizada a mediana, uma vez que é uma medida pouco influenciada por valores anômalos, tampouco pelo desvio na distribuição dos dados.

Foram visitadas 112 GTs da região Sul do país e a média “ μ ” encontrada para o número de animais por GT foi 655, o desvio padrão “ σ ” de 449 e a mediana em 545. Esses valores eram esperados porque na região Sul predomina as pequenas propriedades, fato que pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Tamanho das GTs da região Sul do Brasil (DELPHINO & GONÇALVES, 2009)

	Média	Moda	Mediana	Desvio Padrão	Máximo
GTs	655	600	545	449	2300

O número de GTs necessário para produzir o volume de exportação anual de produtos suínos foi definido pela divisão do volume de exportação anual pelo volume produzido por GT.

Assim temos:

$$N = [600.000 / \text{“N}^\circ \text{ de toneladas produzidas por GT”}]$$

Onde:

N = Número de GT necessário para produção do volume de exportação anual de produtos suínos;

600.000 = Volume de exportação estimado para o ano de 2009;

Nº de toneladas produzidas por GT = 86,6 (Peso médio da carcaça em kg) * 545 (Nº de suínos por GT) / 1000.

2.3.2 P_B – Probabilidade de transmissão horizontal – Bovinos

O cálculo da probabilidade de transmissão horizontal do VFA com origem em outras fontes pecuárias foi obtido através da multiplicação de 3 (três) variáveis independentes **a** = probabilidade dos bovinos da região estarem infectados com o VFA ; **b** = probabilidade de contato entre uma granja de suínos e rebanhos bovinos; e **c** = probabilidade de infecção da granja de suínos após contato com rebanho bovino infectado).

$$P_B = a * b * c$$

a - Probabilidade dos bovinos da região estarem infectados com o VFA

Após a ocorrência de febre aftosa nos Estados do Mato Grosso do Sul e Paraná, em 2005 e 2006, o serviço veterinário brasileiro realizou vários estudos para avaliação de circulação do vírus da febre aftosa no país. No período de outubro de 2006 a janeiro de 2007 foi realizado inquérito soropidemiológico na área proposta para estabelecimento de zona livre de febre aftosa sem vacinação, constituída pelo Estado de Santa Catarina (BRASIL, 2007b). No presente estudo, optou-se por utilizar dados deste inquérito, em virtude da população bovina de Santa Catarina não ser vacinada, o que facilita a interpretação dos resultados de investigações sorológicas e torna a população bovina mais receptiva à circulação do vírus, caso este fosse introduzido no Estado. Além disso, as formas de produção agropecuária são muito semelhantes nas regiões dos três Estados do Sul, onde se concentra a suinocultura.

O inquérito realizado em Santa Catarina considerou as seguintes hipóteses estatísticas: caso exista circulação viral, espera-se, com 95% de confiança, detectar pelo menos um rebanho positivo, considerando uma prevalência mínima de 2% de rebanhos infectados. Se em cada rebanho com circulação viral existirem pelo menos 5% de bovinos infectados, a probabilidade de encontrar pelo menos um animal positivo em cada uma delas é igualmente de 95%. A detecção de pelo menos um animal

reagente classificava o rebanho como possivelmente infectado, originando neste uma investigação epidemiológica mais detalhada.

Foram amostradas, aleatoriamente, 156 unidades primárias de amostragem – UPA (*clusters*), por estrato regional, objetivando detectar a evidência de circulação viral nos rebanhos da região sob estudo. A sensibilidade do método de diagnóstico foi considerada 95% e a especificidade do teste foi fixada em 100%, assumindo que todas as reações positivas seriam investigadas através de meios complementares de diagnóstico, até que não existissem dúvidas quanto aos resultados positivos (BRASIL, 2007b).

A partir deste resultado foi construído um cenário pessimista para estimar a probabilidade de existir atividade viral em rebanhos bovinos. Tomou-se por certo que a próxima UPA submetida a exames teria resultado positivo para febre aftosa ($1/157 = 0.00637$). Foi então utilizada uma distribuição Beta para modelar a prevalência de rebanho bovinos, no cenário pessimista. Os parâmetros da distribuição foram determinados usando o *software* BetaBuster 1.0[®]. Com nível de confiança de 95% e o limiar de prevalência do rebanho fixado em 2% e a moda em 0.00637, os parâmetros alfa e beta foram 2,99 e 310, respectivamente. Estes valores foram então aplicados à distribuição Beta no *software* @Risk 5.5[®] para determinar a probabilidade dos bovinos da região estarem infectados com o VFA, da seguinte forma:

$$a = \text{RiskBeta}(2,99, 310)$$

b - Probabilidade de contato entre uma granja de suínos e rebanhos bovinos

De acordo com dados obtidos por DELPHINO & GONÇALVES (2009), constatou-se um grande número de propriedades em que os suínos são criados em granjas onde há coexistência de rebanhos bovinos, tipicamente de gado leiteiro. A frequência encontrada para o número de UPLs com coexistência da espécie bovina (bovino de leite ou bovino de corte) foi de 72.6% [IC: 62.6%-81.5%] e para as GTs foi de 93.9% [IC: 88.8%-97.5%]. A ingestão de produtos animais ou fômites contaminados é via mais comum de transmissão do VFA para suínos suscetíveis (SELLERS, 1971; DONALDSON, 1997). Os suínos são considerados muito resistentes a

infecção via aerógena (ALEXANDERSEN & DONALDSON, 2002; DONALDSON & ALEXANDERSEN, 2001; ALEXANDERSEN et al., 2002a,b).

Através dos dados da avaliação da biossegurança podemos inferir que apesar da proximidade dos bovinos da propriedade em relação à instalação dos suínos, que é em média de 20 metros em 73.3% [IC: 60.9%-82.8%] das UPLs e de 74.7% [IC: 65.7%-82.0%] nas GTs, o risco de contato direto é desprezível. Porém, algumas falhas de biossegurança permitiriam que os suínos tivessem contato de forma indireta com o VFA. Por exemplo, a falta de roupa exclusiva para trabalhar com os suínos em 74.4% [IC: 63.9%-82.5%] das UPLs e em 83,9% [IC: 76.0%-89.6%] das GTs aliada ao fato de a mão de obra utilizada no manejo dos suínos ser a mesma dos bovinos em 79.3% [IC: 69.2%-86.6%] das UPLs e em 83.0% [IC: 74.7%-88.9%] das GTs.

Assim, de foram conservadora, considerou-se a coexistência de bovinos e suínos como parâmetro base para o cálculo da probabilidade de contato entre as duas espécies. A Tabela 7 apresenta o número de granjas visitadas e o número de granjas com coexistência de suínos e bovinos, para as UPLs e para as GTs. Para o cálculo da probabilidade de contato foi utilizada a distribuição Beta, da seguinte forma:

$$b = \text{RiskBeta} (s + 1, n - s + 1)$$

Onde:

b = Probabilidade de contato entre uma granja de suínos e rebanhos bovinos

s = Número de granjas com coexistência de suínos e bovinos

n = Número de granjas visitadas

Tabela 7 - Número de granjas infectadas e o número de granjas com coexistência de suínos e bovinos na Região Sul (DELPHINO & GONÇALVES, 2009)

	N ^a de granjas visitadas	N ^a de granjas com coexistência de bovinos	Distribuição
UPL	82	60	= RiskBeta (60+1,82-60+1)
GT	112	106	= RiskBeta (106+1,112-106+1)

c - Probabilidade de infecção de uma granja de suínos após contato com rebanho bovino infectado b

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 (RIBBENS et al., 2009). A probabilidade de infecção seria maior numa situação em que houvesse possibilidade de ingestão do vírus, pois a principal via de transmissão considerada para suínos é a via oral (SELLERS, 1971; DONALDSON, 1997).

De forma pessimista e por insuficiência de dados publicados sobre o contato efetivo e a infecção dos suínos pelo VFA, o contato efetivo foi convenientemente considerado perfeito: 1.

2.3.3 P_F – Probabilidade de falha na detecção da FA

O sistema de vigilância clínica nas granjas é realizado diariamente, por inspeção visual pelo funcionário da propriedade e com periodicidade mínima mensal pela assistência técnica fornecida pela empresa integradora. Além disso, sempre que o funcionário registrar comportamento ou sinal clínico suspeito de doenças vesiculares ou qualquer outro quadro que necessite de atenção especializada, o médico veterinário será acionado. Este procedimento é análogo a realização de testes em série, já que a detecção de alguma anormalidade pelo funcionário funciona como triagem que leva ao acionamento do médico veterinário.

O manejo do funcionário na granja e as visitas da assistência técnica são diferentes quando comparamos uma UPL e uma GT. As UPLs têm capacidade aproximada para 300 animais por granja e nestas propriedades o funcionário deve movimentar as fêmeas no mínimo quatro vezes por dia (duas por ocasião da alimentação) para estimular o consumo de água e a micção e também identificar os animais com problema, anotar os sinais de inquietação e controlar a temperatura corporal (CNPSA, 2003). De acordo com DELPHINO & GONÇALVES (2009), 100% das pro-

priedades do sistema integrado apresentam visita diária do funcionário às instalações dos suínos e visita quinzenal da assistência técnica.

As GTs têm capacidade aproximada para 600 animais por granja e são monitoradas pelo menos 2 vezes pela manhã e 2 vezes à tarde para observar as condições dos animais, bebedouros, comedouros, ração e temperatura ambiente, além da limpeza diária das baias de crescimento e terminação com pá e vassoura (CNPISA, 2003). Segundo DELPHINO & GONÇALVES (2009), 100% das propriedades do sistema de integração apresentam visita diária do funcionário às instalações dos suínos e visita mensal da assistência técnica.

Como não há dados publicados sobre a sensibilidade dos procedimentos de inspeção clínica acima descrita, consultaram-se técnicos das empresas integradoras e atribuíram-se valores muito pessimistas para expressar numericamente a probabilidade de detecção de sinais clínicos numa granja com infecção. Baseado na opinião de especialistas, a sensibilidade para cada etapa da cadeia produtiva (UPL e GT) ficou definida na Tabela 8. A sensibilidade combinada dos testes em série pode ser calculada utilizando-se as regras para o cálculo da probabilidade para a interseção de dois eventos (DOHOO, et. al., 2003). Assim:

$$SEN_F = SEN_A * SEN_B$$

Onde:

SEN_F = sensibilidade da vigilância clínica nas granjas

SEN_A = sensibilidade do exame realizado pelo funcionário

SEN_B = sensibilidade do exame realizado pela assistência técnica

Tabela 8 – Sensibilidade combinada da vigilância clínica para cada etapa da cadeia produtiva (UPL e GT).

	UPL			GT		
	S _A	S _B	Sen _F	S _A	S _B	Sen _F
Mínimo	0.50	0.70	0.3500	0.60	0.70	0.4200
Mais Provável	0.65	0.75	0.4875	0.70	0.75	0.5250
Máximo	0.75	0.85	0.6375	0.80	0.85	0.6800

Quando animais são testados individualmente para determinar a condição sanitária do rebanho, a performance do teste deve ser avaliada de forma agregada, ou seja, em nível de rebanho. Através da sensibilidade individual final e da prevalência intra-rebanho, pode-se calcular a confiança da probabilidade de uma granja infectada ter pelo menos um animal positivo no teste, o que pode ser entendido como a sensibilidade de rebanho (SENreb). O cálculo da probabilidade de falha em detectar pelo menos 1 animal infectado com o VFA (P_F) durante a vigilância clínica nas granjas é, portanto, o resultado da subtração:

$$P_F = 1 - SENreb$$

Calculada como:

$$P_{F (UPL)} = (1 - SEN_F)^{(300 * 0,01)}$$

$$P_{F (GT)} = (1 - SEN_F)^{(545 * 0,01)}$$

O termo "(1-SEN_F)" é a probabilidade esperada de falsos negativos, onde "SEN_F" é a sensibilidade individual da vigilância clínica nas granjas. A probabilidade de falsos negativos elevada ao produto do tamanho da granja pela prevalência de animais infectados, neste caso 1%, tem como resultado a probabilidade de falha em detectar pelo menos 1 animal infectado com o VFA.

2.3.4 P₁ - Probabilidade de uma UPL estar infectada com o VFA e não ser detectada.

O cálculo de P_1 é resultado do produto das variáveis independentes P_B e P_F . Neste trabalho considerou-se que pelos padrões existentes nas GRSC a transmissão do VFA transversalmente a partir desta seria pouco provável. Sendo assim, foi considerada apenas a transmissão horizontal a partir de bovinos (P_B) ou uma possível falha na vigilância clínica praticada dentro das granjas (P_F). Logo:

$$P_1 = P_B * P_F$$

Onde:

P_B = Probabilidade de transmissão horizontal do VFA proveniente de bovinos

P_F = Probabilidade de falha na detecção da FA nas UPLs.

2.3.5 P_2 - Probabilidade de uma GT estar infectada com o VFA e não ser detectada

P_2 vai depender da probabilidade de ingresso do VFA numa GT (P_1) com origem numa UPL ou da probabilidade de transmissão horizontal do VFA de bovinos da região (P_B) e a não detecção do VFA pelo sistema de vigilância (P_F), nas GTs. O cálculo de P_2 pode ser determinado pela seguinte fórmula:

$$P_2 = [(P_1 + P_B) * P_F]$$

A soma de P_1 e P_B é explicada pela “regra da adição”, que diz que quando dois eventos são mutuamente exclusivos, implicando que não podem ocorrer ao mesmo tempo, a probabilidade de qualquer um deles ocorrer é a soma das probabilidades de cada evento (OIE, 2004a; VOSE, 2008).

2.3.6 P_3 – Probabilidade de falha durante a inspeção no abatedouro

Para calcular P_3 consideramos a sensibilidade do diagnóstico desta etapa dividida em dois testes aplicados analogamente aos testes em paralelo, que seriam a inspeção *ante mortem* e a inspeção *post mortem*. Esta abordagem justifica-se pelo fato de os animais poderem ser positivos na inspeção *ante mortem* ou na inspeção *post mortem*. Deve ser ressaltado que estas duas etapas do diagnóstico são eventos independentes, em que pese ambos dependerem de inspeção visual.

2.3.6.1 Inspeção ante mortem

Os suínos, assim como os bovinos, apresentam sinais clínicos óbvios da febre aftosa, quando infectados, o que torna pouco provável a não detecção da doença num exame ante mortem (PATON et al., 2009) e, em geral, apresenta lesões severas e debilitantes (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002).

Na inspeção *ante mortem* os suínos podem inicialmente apresentar sinais brandos de laminite e desenvolver febre acima de 42°C, mas na maioria das vezes, a temperatura oscila entre 39°C a 40°C. Suínos infectados apresentam comportamento letárgico, menor apetite e permanecem em grupos. Na inspeção dos pés pode ser observado o aparecimento de vesículas entre os cascos, na coroa do casco, podendo até ocorrer a sua perda. Na cabeça, o aparecimento de aftas esbranquiçadas de aproximadamente 1 cm de diâmetro no dorso da língua e no focinho, que podem romper-se, formando úlceras, frequentemente aparecem mais tarde que as lesões nos pés. As lesões nos cascos são mais comuns do que na boca (SOBESTIANSKY et al., 1999; KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002).

A inspeção *ante mortem* é o procedimento realizado desde o recebimento dos animais até o abate. Ao receber os animais, os mesmos devem estar acompanhados do Boletim Sanitário e do Guia de Trânsito Animal (GTA). O GTA é um documento de trânsito para a rastreabilidade do animal e da propriedade a qual pertence, o que assegura que a propriedade não está com nenhum problema de doença de notificação obrigatória (BRASIL, 2009).

O Boletim sanitário deverá transcrever informações constantes na ficha de acompanhamento de lote (documento de controle do produtor/integração) e deverá ser emitido e assinado por Médico Veterinário responsável pela segurança sanitária dos animais. No boletim devem constar os medicamentos utilizados, a ocorrência de alguma doença ou sintomatologia clínica, taxas de mortalidade, origem dos leitões e número de animais enviados para o abate, ou seja, o histórico do lote. Só será emitido quando transportados os animais da terminação para o abate (BRASIL, 2009).

O Médico Veterinário Oficial (MVO) do SIF que receberá o Boletim Sanitário deverá avaliar as informações ali relacionadas, para programar e realizar os procedimentos de inspeção ante mortem conforme os dados declarados a campo (ante mortem documental) considerando o previsto nas demais formas vigentes e circulares do DIPOA/DSA. O Boletim Sanitário deve ser enviado aos SIFs junto à planta de abate de suínos com 24 horas de antecedência à chegada dos animais (BRASIL, 2009).

Após conferir os dados presentes no Boletim Sanitário e no GTA os animais desembarcam no curral de seleção, onde é realizada a avaliação do lote quanto à presença de algum sinal clínico, alteração comportamental, fratura ou qualquer outro quadro que prejudique o bem estar animal e que necessite de abate especial. O destino dos animais pode ser o abate mediato, imediato ou abate normal.

Os animais que seguirão para o abate normal ficam esperando, em média, 6 horas nas baias antes de iniciar o abate. Neste caso, mais 6 horas sendo observados e avaliados. Quando o funcionário observa qualquer alteração, o mesmo chama o médico veterinário da inspeção federal para que tome as devidas providências e avalie os animais de forma individual e com exame mais apurado das patas e focinhos.

Para ASTUDILLO et al. (1997) a probabilidade de falha na detecção de pelo menos um animal apresentando sinais de infecção com o VFA, durante a inspeção *ante mortem*, pode ser estimada em 1%-10%, com a probabilidade mais alta em 5%. Estes valores são considerados muito conservadores e talvez até mesmo muito pessimistas.

Para calcular a sensibilidade da inspeção *ante mortem* foram considerados dois testes independentes **A** (avaliação do funcionário) e **B** (avaliação do médico veterinário). Como não há dados publicados sobre a sensibilidade dos procedimentos de inspeção acima descritos, consultaram-se técnicos do serviço de inspeção federal, visitaram-se estabelecimentos de abate e atribuíram-se valores muito pessimistas para expressar numericamente a probabilidade de detecção de alterações clínico-patológicas na inspeção sanitária. A sensibilidade combinada dos testes em

série pode ser calculada utilizando-se as regras para o cálculo da probabilidade para a interseção de dois eventos (DOHOO et al., 2003). Assim:

$$SEN_{\text{ante mortem}} = SEN_A \times SEN_B$$

Onde:

SEN_{ante mortem} = sensibilidade do exame *ante mortem*

SEN_A = sensibilidade da avaliação do funcionário

SEN_B = sensibilidade da avaliação do médico veterinário

O resultado da sensibilidade final para o valor mínimo, mais provável e máximo está presente na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultado da sensibilidade final do exame ante mortem.

	SEN_A	SEN_B	SEN_F
Mínimo	0.50	0.85	0.425
Mais provável	0.75	0.90	0.675
Máximo	0.80	0.95	0.760

Através da sensibilidade final pode-se calcular a confiança da probabilidade do lote inspecionado estar infectado e ter pelo menos um animal positivo na inspeção *ante mortem*, o que pode ser entendido como a sensibilidade de rebanho (SEN-reb). O cálculo da probabilidade de falha em detectar pelo menos 1 animal infectado com o VFA durante a inspeção *ante mortem* no abatedouro é, portanto, o resultado da subtração:

$$P_F = 1 - SEN_{\text{reb}}$$

Calculada como:

$$P_{F(GT)} = (1 - SEN_F)^{(545 \times 0,01)}$$

O termo " $(1-SEN_F)$ " é a probabilidade esperada de falsos negativos, onde " SEN_F " é a sensibilidade individual da inspeção *ante mortem*. A probabilidade de falsos negativos elevada ao produto do tamanho da granja de terminação pela prevalência de animais infectados, neste caso 1%, tem como resultado a probabilidade de falha em detectar pelo menos 1 animal infectado com o VFA.

2.3.6.2 Inspeção post mortem

Na inspeção *post mortem*, o animal será avaliado desde o abate até o resfriamento da carcaça, procedimento que leva em média 45 minutos. Durante este percurso o animal passa por diversos pontos de inspeção e reinspeção da carcaça o que torna pouquíssimo provável que algum sinal clínico passe despercebido pela equipe. Ainda existem pontos especiais de inspeção de partes da carcaça, como por exemplo, cabeça, língua e pés, que possuem um toailete mais apurado para sua comercialização.

Os funcionários devem ficar atentos para lesões como áreas necróticas esbranquiçadas no músculo do ventrículo esquerdo (KITCHING & ALEXANDERSEN, 2002). Lesões na língua, boca, cascos serão avaliadas detalhadamente nas linhas de inspeção de cada grupo. Qualquer alteração encontrada, o funcionário da linha deve comunicar o médico veterinário para que tome as devidas providências.

ASTUDILLO et al. (1997) estima que a inspeção *post mortem* é pelo menos 5 vezes mais sensível que as inspeções clínicas *ante mortem*, uma vez que há inspeção individual de todas as carcaças. Considerando a maior sensibilidade da inspeção *post mortem* citada por autores e pela constatação desta na linha de inspeção dentro do abatedouro, optou-se por aplicar um acréscimo de 20% na sensibilidade final obtida pela inspeção *ante mortem*. A sensibilidade final da inspeção *post mortem* pode ser encontrada na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultado da sensibilidade final do exame post mortem.

	SEN_{FINAL}	SEN_{FINAL}
	Inspeção ante mortem	Inspeção post mortem
Mínimo	0.425	0.510
Mais provável	0.675	0.810
Máximo	0.760	0.912

O cálculo da probabilidade de falha em detectar pelo menos 1 animal infectado com o VFA durante a inspeção *post mortem* no abatedouro é, portanto, o resultado da subtração:

$$P_F = 1 - SEN_{reb}$$

Calculada como:

$$P_{F(GT)} = (1-SEN)^{(545*0,01)}$$

O termo "(1-SEN)" é a probabilidade esperada de falsos negativos, onde "SEN" é a sensibilidade individual da inspeção *post mortem*. A probabilidade de falsos negativos elevada ao produto do tamanho da granja de terminação pela prevalência de animais infectados, neste caso 1%, tem como resultado a probabilidade de falha em detectar pelo menos 1 animal infectado com o VFA.

2.3.6.3 Sensibilidade final da inspeção no abatedouro

O cálculo de P_3 considerou as duas inspeções, como sendo dois testes independentes **X** (inspeção *ante mortem*) e **Y** (inspeção *post mortem*), análogos a testes em paralelo. Assim:

$$SEN_{INSPEÇÃO} = SEN_x * SEN_y$$

Onde:

SEN_{INSPEÇÃO} = sensibilidade da inspeção no abatedouro

SEN_x = sensibilidade da inspeção *ante mortem*

SEN_y = sensibilidade da inspeção *post mortem*

2.3.7 P₄ – Probabilidade de que, no volume anual exportado, pelo menos uma granja de origem estivesse infectada com o VFA

Em situações reais, o verdadeiro estado sanitário do animal (infectado ou não) não é conhecido, mas sim o resultado do teste. Por esta razão, é importante saber a proporção de animais com resultado positivo que realmente estão infectados - valor preditivo positivo (VPP), e a proporção de animais com resultado negativo que não estão infectados - valor preditivo negativo (VPN). Os valores preditivos são determinados pelos valores de SEN e ESP do teste utilizado e pela prevalência da doença na população submetida ao diagnóstico, ou seja, variam em função da situação epidemiológica (DOHOO, et. al., 2003).

Este método vai assumir que o resultado final do sistema de vigilância é condizente com um país livre da doença e que a especificidade é 100%. A primeira assertiva é lógica: se existem evidências de que a doença esteja circulando no país ou região, não é possível demonstrar que a mesma encontra-se livre da doença. A segunda assertiva nos leva a afirmar que se a especificidade fosse imperfeita, isto permitiria a possibilidade de falsos positivos, que de qualquer maneira inviabilizaria a realização deste modelo de risco (MARTIN et al., 2007).

Neste caso, não será dada atenção ao VPP, uma vez que, diagnosticado pelo menos 1 animal infectado a exportação será automaticamente cancelada. Já o VPN é importante para informar a confiança que temos no resultado negativo do sistema de vigilância da febre aftosa para suínos. Analogamente, podemos considerar que a probabilidade de exportar produtos suínos infectados a partir de granjas de suínos tidas como negativa após a inspeção é a mesma proporção de falsos negativos encontrada na vigilância realizada durante a inspeção no abatedouro.

Para o cálculo do VPN vamos considerar a prevalência de granjas de terminação infectadas com o VFA, que é o resultado obtido em P_2 , a especificidade (ESP) da inspeção do abatedouro como 100% e a sensibilidade da inspeção no abatedouro, fornecida por P_3 . Assim, utilizando a seguinte fórmula (MARTIN et al., 2007), obtêm-se:

$$VPN = ESP * (1 - (PB_{GT} + P_1)) / ((1 - (PB_{GT} + P_1) + P_2 * P_3)$$

Onde:

$$ESP = 100\%$$

PB_{GT} = Probabilidade de transmissão horizontal proveniente de bovinos nas granjas de terminação, resultado de uma distribuição LogNormal.

P_1 = Probabilidade de uma UPL estar infectada com o VFA e não ser detectada.

P_2 = Probabilidade de uma GT estar infectada com o VFA e não ser detectada.

P_3 = Probabilidade de falha na inspeção no abatedouro.

Após encontrar VPN, o cálculo da probabilidade de que, no volume total de exportação, pelo menos uma granja selecionada esteja infectada com o VFA será:

$$P_4 = 1 - (VPN^N)$$

Onde:

N = Número de Granjas de Terminação necessárias para produção do volume de exportação anual.

3 RESULTADOS

A simulação com 10.000 iterações mostrou que o valor médio para a probabilidade de que, no volume total de exportação, pelo menos uma granja selecionada esteja infectada com o VFA (P_4), em 2009, é igual a $6,03 \times 10^{-5}$. O resumo estatístico de todos os parâmetros utilizados na árvore de cenários para avaliar o risco de difusão do VFA em produtos suínos exportados pela Região Sul do Brasil, após 10.000

iterações, é fornecido na Tabela 11. O resumo da simulação estocástica de P_4 está na Tabela 12.

Tabela 11 - Resumo estatístico de todos os parâmetros utilizados na árvore de cenários para avaliar o risco de difusão do VFA em produtos suínos exportados pela Região Sul do Brasil, após 10.000 iterações.

		Média	Moda	Mediana	DesvPad	95%	99%
P_B	UPL	$3,97 \times 10^{-4}$	$4,12 \times 10^{-6}$	$2,30 \times 10^{-4}$	$4,93 \times 10^{-4}$	$1,32 \times 10^{-3}$	$2,43 \times 10^{-3}$
P_B	GT	$8,96 \times 10^{-3}$	$5,57 \times 10^{-3}$	$8,01 \times 10^{-3}$	$5,15 \times 10^{-3}$	$18,7 \times 10^{-3}$	$25,1 \times 10^{-3}$
a	UPL e GT	$9,55 \times 10^{-3}$	$6,40 \times 10^{-3}$	$8,53 \times 10^{-3}$	$5,49 \times 10^{-3}$	$20,0 \times 10^{-3}$	$26,6 \times 10^{-3}$
b	UPL	$41,7 \times 10^{-3}$	$0,22 \times 10^{-3}$	$29,7 \times 10^{-3}$	$40,0 \times 10^{-3}$	$12,2 \times 10^{-2}$	$18,1 \times 10^{-2}$
b	GT	$93,8 \times 10^{-2}$	$94,6 \times 10^{-2}$	$94,1 \times 10^{-2}$	$2,24 \times 10^{-2}$	$97,0 \times 10^{-2}$	$97,9 \times 10^{-2}$
P_F	UPL	0,14	0,12	0,13	0,04	0,21	0,24
P_F	GT	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04
P₁		$9,51 \times 10^{-4}$	$6,47 \times 10^{-4}$	$7,99 \times 10^{-4}$	$6,43 \times 10^{-4}$	$2,20 \times 10^{-3}$	$3,15 \times 10^{-3}$
P₂		$1,27 \times 10^{-4}$	$6,47 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-4}$	$1,01 \times 10^{-4}$	$3,26 \times 10^{-4}$	$4,47 \times 10^{-4}$
P₃		$3,10 \times 10^{-5}$	$3,28 \times 10^{-7}$	$7,73 \times 10^{-6}$	$6,76 \times 10^{-5}$	$1,39 \times 10^{-4}$	$3,39 \times 10^{-4}$
P₄		$6,03 \times 10^{-5}$	$1,02 \times 10^{-7}$	$1,06 \times 10^{-5}$	$1,73 \times 10^{-4}$	$2,69 \times 10^{-4}$	$7,69 \times 10^{-4}$

Tabela 12 - Resumo estatístico da simulação estocástica para a probabilidade de que, no volume total de exportação, pelo menos uma granja selecionada esteja infectada com o VFA.

Resumo das estatísticas	
Estatística	Valores
Média	$6,03 \times 10^{-5}$
Moda	$1,02 \times 10^{-7}$
Mediana	$1,06 \times 10^{-5}$
Desvio Padrão	$1,73 \times 10^{-4}$
95%	$2,69 \times 10^{-4}$
99%	$7,69 \times 10^{-4}$
Valores	10.000

Podemos inferir que mesmo a um percentil de 95%, a probabilidade de exportar produtos suínos contaminados é menor que $2,69 \times 10^{-4}$, ou seja, menor que um

em 10 mil. A Figura 7 apresenta o gráfico da simulação estocástica obtido após 10000 iterações do modelo.

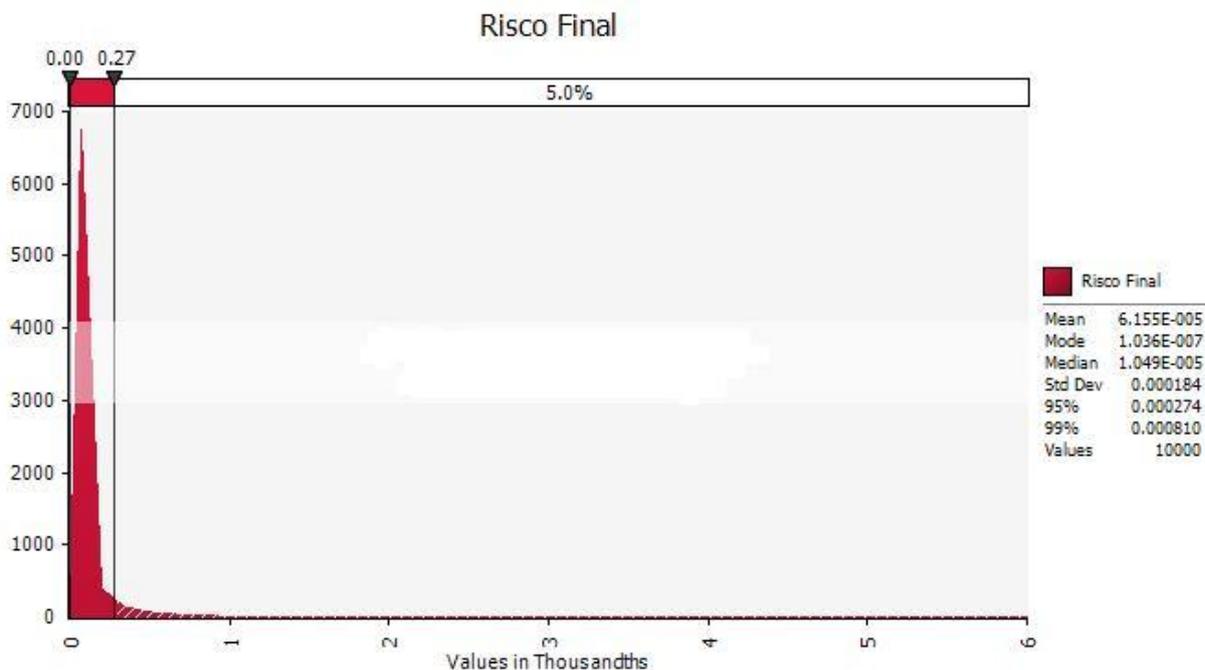


Figura 7 – Gráfico da simulação estocástica para a probabilidade de que, no volume total de exportação, pelo menos uma granja selecionada esteja infectada com o VFA.

Para uma melhor interpretação e entendimento da análise realizada podem-se explorar os *inputs* e os resultados através de uma análise de sensibilidade. A análise de sensibilidade é usada para identificar os parâmetros de maior influência em um modelo quantitativo (OIE, 2004b). A Tabela 13 apresenta a análise de sensibilidade para a probabilidade de exportação de produtos suínos de pelo menos uma granja infectada, realizada com o auxílio do mesmo software em que o modelo foi desenvolvido.

O coeficiente de correlação foi a técnica utilizada para determinar o grau de correlação entre os *outputs* e os *inputs* a eles associados. A correlação é uma medida quantitativa da influência entre eles (OIE, 2004b; VOSE, 2008). Quanto maior o coeficiente de correlação, maior é a influência do *input* no *output*.

Na Tabela 13, pode ser notado que a probabilidade de que, no volume total de exportação, pelo menos uma granja selecionada esteja infectada com o VFA (P_4) possui uma forte correlação com a sensibilidade da inspeção *post mortem* (-0.879). O coeficiente negativo indica uma correlação negativa entre as duas variáveis, isto é, se uma aumenta a outra sempre diminui (FREEDMAN et al., 1991; VOSE, 2008). Os demais parâmetros apresentaram uma fraca correlação como pode ser observado na Tabela 13.

Tabela 13 – Tabela com o rank da análise sensitiva de correlação para a probabilidade de exportação de produtos suínos a partir de pelo menos uma granja infectada.

Rank para P_4	Parâmetro	Coeficiente de Correlação
#1	Sensibilidade da inspeção <i>post mortem</i>	- 0.879
#2	Probabilidade dos bovinos da região estarem infectados com o VFA.	0.276
#3	Probabilidade de falha na detecção da FA numa GT	- 0.259
#4	Sensibilidade da inspeção <i>ante mortem</i>	- 0.230
#5	Probabilidade de contato entre granjas de suínos e rebanhos bovinos numa GT	0.023
#6	Probabilidade de contato entre granjas de suínos e rebanhos bovinos numa UPL	-0.015

O presente trabalho utilizou os dados de 2005 e 2006 para quantificar alguns dos *inputs*, caracterizando uma situação conservadora (DELPHINO & GONÇALVES). Numa nova situação criada, que permite avaliar um novo cenário, as práticas de biosseguridade teriam sido implementadas e a biosseguridade nas granjas melhorado em aproximadamente 80%, o que diminuiria substancialmente a probabilidade de contato entre bovinos. A probabilidade dos bovinos da região estarem infectados com o VFA, consideraria uma prevalência máxima de 1%, com 95% de confiança, e a moda 0 (compatível com a ausência de circulação viral nos rebanhos da região). O resultado para um novo cenário teria como média uma probabilidade igual a $4,7 \times 10^{-7}$ de que, no volume total de exportação, pelo menos uma granja selecio-

nada esteja infectada com o VFA, em 2009. Isto representa um risco aproximadamente 70 vezes menor que o encontrado no cenário conservador.

4 DISCUSSÃO

A metodologia quantitativa de análise de risco utilizada neste trabalho envolveu a criação de um modelo matemático. O resultado é uma interpretação numérica do cenário avaliado (OIE, 2004a). Os resultados da avaliação de risco indicaram que a difusão do vírus da febre aftosa em produtos suínos exportados pela Região Sul do Brasil seria desprezível, dado que mesmo com 99% de confiança, o risco de difusão seria menor que $7,69 \times 10^{-4}$. Este resultado já era esperado, uma vez que a região Sul não apresenta focos de febre aftosa em granjas suínas desde 1993 (BRASIL, 1993) apesar dos suínos, no Brasil, não serem vacinados. Mesmo assim ainda é muito difícil alcançar certos mercados que impõem restrições à carne suína por febre aftosa.

O modelo desenvolvido pressupõe que existe risco de atividade viral em bovinos, mesmo que muito baixo. Não há qualquer evidência de que isso efetivamente esteja ocorrendo, em particular na Região Sul, que constitui a população alvo deste estudo. Obviamente, se fosse assumido que o risco em bovinos não existe, não seria necessário desenvolver qualquer avaliação de risco para febre aftosa. De maneira muito conservadora considerou-se uma prevalência mínima de 2% de rebanhos infectados no cálculo da probabilidade dos bovinos da região estarem infectados com o VFA. Esta prevalência pode ser considerada pouco provável quando consideramos a real situação da zona livre de febre aftosa sem vacinação no Estado de Santa Catarina e as zonas livre de febre aftosa com vacinação do Rio Grande do Sul e Paraná. Assim sendo, os resultados obtidos devem ser interpretados como um cenário muito pessimista.

Apesar de muitas variáveis utilizadas em análise de risco estarem sujeitas a muita incerteza, é possível dizer de que o “risco verdadeiro” dificilmente excederá aquele estimado a partir de uma análise cuidadosa e conservadora (MACDIARMID,

2000). Por falta de informações confiáveis, completas ou até documentadas, que não permitem estimar com maior precisão o risco, o modelo assumiu um perfil conservador de análise, assumindo-se o pior cenário possível para cada variável. Neste caso, o risco estimado tende a ser superior que o risco real e mesmo assim a probabilidade de difusão do vírus da febre aftosa em produtos suínos exportados pela Região Sul do Brasil seria em média igual a $6,03 \times 10^{-5}$.

Alguns parâmetros do modelo foram baseados em informações do inquérito sobre padrões de biossegurança realizado pela própria indústria (DELPHINO & GONÇALVES, 2009), que revelaram muitas práticas deficientes, do ponto de vista do controle sanitário e de gestão de riscos nas granjas. Após a divulgação desses resultados várias empresas integradoras do setor vêm implantando, sob coordenação do serviço veterinário oficial, melhorias nas práticas de biossegurança (BRASIL, 2009), como por exemplo, no isolamento das granjas, a coexistência de bovinos em propriedades de suínos, a falta de roupa de uso exclusivo para trabalhar com suínos, ausência de desinfecção de carros e utensílios, dentre outras. Estas ações certamente contribuirão para baixar ainda mais o risco.

A análise de sensibilidade aplicada ao modelo permitiu determinar qual parâmetro interfere em maior grau no resultado obtido, ou em outras palavras, o quanto de mudanças ocorre no *output* do modelo em decorrência das alterações nos parâmetros do *input* (VOSE, 2008). A sensibilidade da inspeção *post mortem* e *ante mortem* foram consideradas as variáveis de maior influência no resultado final, com impacto moderado. Os procedimentos realizados durante a inspeção no abatedouro caracterizam de forma conservadora a realidade das atividades lá desenvolvidas. O destaque da inspeção *post mortem* em relação a *ante mortem* é resultado de uma sensibilidade 20% maior da primeira, dados estes sugeridos na literatura (ASTUDILLO et al., 1997) e também por especialistas da agroindústria. Este resultado deve ser considerado pelas autoridades competentes na organização e planejamento dos procedimentos de inspeção.

As características da cadeia de produção suína representam um grande aliado nas garantias sanitárias. O sistema de integração presente em cerca de 90% dos produtores suínos técnicos (SANTINI & SOUZA FILHO, 2004; MIELE, 2006;

ABIPECS, 2009) é caracterizado pelo fornecimento de ração, genética, medicamentos, assistência técnica e outras especificações técnicas por parte das empresas integradoras (MIELE, 2007). Este processo que busca a redução de custos através dos ganhos de escala na suinocultura e na agroindústria, também proporciona a redução dos riscos e o aumento da qualidade, resultado da maior coordenação no suprimento de matéria prima e rastreabilidade do produto.

Considerando que a via de transmissão da febre aftosa mais importante para os suínos é a ingestão via oral de produtos animais contaminados com o VFA (SELLERS, 1971; DONALDSON, 1997), a região Sul do país pode-se considerar segura, uma vez que 98,2% [IC: 93.7% - 99.4%] das granjas de terminação desta região possuem como origem da alimentação dos suínos apenas ração fornecida pela empresa integradora (DELPHINO & GONÇALVES). A ração fornecida pelas empresas integradoras apresenta risco irrisório de contaminação pelo VFA.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia desenvolvida permitiu estimar que o risco associado à difusão do vírus da febre aftosa a partir de produtos suínos exportados pela região Sul do Brasil é desprezível, em média igual a $6,03 \times 10^{-5}$. Por falta de informações confiáveis, completas ou até documentadas, que não permitem estimar com maior precisão o risco, o modelo assumiu um perfil conservador de análise, assumindo-se o pior cenário possível para cada variável.

A avaliação de risco desenvolvida identificou as hipotéticas portas de ingresso do vírus da febre aftosa na cadeia produtiva da carne suína da região Sul do Brasil. Esta ferramenta permitiu, além de estimar o risco, aplicar medidas de redução de risco nas diferentes etapas da cadeia de produção. De fato, desde o início do projeto que deu origem ao presente estudo, várias empresas introduziram, de forma concertada com o serviço veterinário oficial, medidas de reforço da biossegurança no sistema de produção, visando reduzir vulnerabilidades. Assim, este modelo de risco contribuiu para identificar pontos críticos e auxiliar no processo de tomada de decisões sanitárias, tanto pelas indústrias como pelas autoridades sanitárias.

A necessidade de mais pesquisas na epidemiologia das doenças que afetam os suínos, como por exemplo, taxas de ataque, taxas de contato entre as espécies, assim como avaliação constante da biossegurança nas granjas, com documentação e divulgação dos resultados encontrados, podem proporcionar maior transparência e com isso angariar mais confiança dos mercados importadores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Restrições internacionais a carne suína**. 2009a. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Principais Destinos da Carne Suína Brasileira - Jan/Dez 2009**. 2009b. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br>. Acesso em: 20 jan. 2010.

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Relatórios Anuais da Abipecs (2008)**. 2009c. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 26 jun. 2009.

ALEXANDERSEN, S., DONALDSON, A. I. Further studies to quantify the dose of natural aerosols of foot-and-mouth disease virus for pigs. **Epidemiology and Infection**, v. 128, 313-323, 2002.

ALEXANDERSEN, S., BROTHERHOOD, I., DONALDSON, A. I. Natural aerosol transmission of foot-and-mouth disease virus to pigs: minimal infectious dose for strain O1 Lausanne. **Epidemiology and Infection**, v. 128, p. 301-312, 2002a.

ALEXANDERSEN, S., ZHANG, Z., REID, S.M., HUTCHINGS, G.H., DONALDSON, A.I. Quantities of infectious virus and viral RNA recovered from sheep and cattle experimentally infected with foot-and-mouth disease virus O UK 2001. **Journal of General Virology**, v. 83, p. 1915-1923, 2002b.

ASTUDILLO, V., CANÉ, B.G., GEYMONAT, D., SATHLER, A.B., GARAY ROMÁN, S. SUTMOLLER, P. GIMENO, E.J. Risk assessment and risk regionalization on the surveillance system for foot and mouth disease in South America. **Rev. sci. tech. int. Epiz.**, v. 16 (3), p. 800-808, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. **Boletim de defesa sanitária animal**. Brasília, 1993.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Instrução Normativa nº. 19 de 15 de fevereiro de 2002. **Aprova normas a serem cumpridas em Granjas de Reprodutores Suídeos Certificadas (GRSC).** [Diário Oficial da União], Brasília, DF, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Cadeia produtiva da carne bovina. Brasília: IICA: MAPA/SPA. In: Agronegócios, v. 8, 86 p., 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Proposta de zona livre de febre aftosa sem vacinação. In: ANEXO 2. Inquérito sorológico epidemiológico para avaliação de circulação viral, Brasília, MAPA/DSA, 15 p., 2007b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Circular nº. 5 de 27 de março de 2009. Suínos – Boletim Sanitário – Informações de campo (cadeia produtiva) para suínos enviados ao abate (versão preliminar). 2009.
- CNPISA. Embrapa Suínos e Aves. Sistemas de Produção. ISSN 1678-8850, versão eletrônica, 52 p., 2003. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/>. Acesso em: 12 jun. 2009.
- DELPHINO, M.K.V.C, GONÇALVES, V.S.P. Avaliação da biossegurança nas granjas de suínos da região Sul do Brasil. Laboratório de Epidemiologia Veterinária. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília. Relatório de cooperação com ABIPECS, 2009.
- DOHOO, I., MARTIN, W., STRYHN, H. **Veterinary Epidemiologic Research.** Charlottetown, Canada: Atlantic Veterinary College. **2003**
- DONALDSON, A. I. Risks of spreading foot and mouth disease through milk and dairy products. **Revue scientifique et technique**, v. 16, p. 117-124, 1997.
- DONALDSON, A.I., ALEXANDERSEN, S. Relative resistance of pigs to infection by natural aerosols of FMD virus. **Veterinary Record**, v. 148, p. 600-602, 2001.
- FREEDMAN, D., PURVES, R., PISANI, R.L. Statistics, 2ª Edição, 1991.
- KITCHING, R. P., ALEXANDERSEN, S. Clinical variation in foot and mouth disease: pigs. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, vl. 21 (3), p. 513-518, 2002.
- MARTIN, P.A.J., CAMERON, A.R., GREINER, M. Demonstrating freedom from disease using multiple complex data sources 1: A new methodology based on scenarios trees. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 79, p. 71-97, 2007.
- MIELE, M. Contratos, especialização, escala de produção e potencial poluidor na suinocultura de Santa Catarina. Tese. PPG em Agronegócios, Porto Alegre, 278 p., UFRGS, 2006.

- MIELE, M. Cadeia produtiva da carne suína no Brasil. In: Sistemas Agroalimentares e cadeias agroindustriais. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, Brasil, 18 p., 2007.
- NETO, P.C. O suíno está pronto para voar: abre asas. In: **Agroanalysis**, janeiro de 2010. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/uploads/PEDRO%20-%20Abipecs.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2010.
- OIE. World Organisation for Animal Health. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animals products – **Introduction and qualitative risk analysis**. v. 1, 2004a.
- OIE. World Organisation for Animal Health. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animals products – **Quantitative risk assessment**. v. 2, 2004b.
- OIE. World Organisation for Animal Health. General provisions. In: **Terrestrial Manual Code**, vol. 1, 2009. Disponível em: <http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_sommaire.htm> Acesso em: 24 nov. 2009.
- PATON, D.J., SINCLAIR, M., RODRÍGUEZ, R. Qualitative assessment of the commodity risk factor for spread of foot-and-mouth disease associated with international trade in deboned beef. 1st draft, OIE/DfID review on FMD safety of deboned beef. Submetido a OIE em 31/08 de 2009.
- RIBBENS, S., DEWULF, J., KOENEN, F., MINTIENS, K., KRUIF, A. MAES, D. Type and frequency of contacts between Belgian pig herds. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 88, p. 57-66, 2009.
- RWEYEMAMU, M., ROEDER P., MACKAY, D., SUMPTION K., BROWNLIE, J., LEFORBAN, Y., VALARCHER J. F., KNOWLES, N. J., SARAIVA, V. Epidemiological Patterns of Foot-and-Mouth Disease Worldwide. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 55, p. 57-72, 2008.
- SANTINI, G.A., SOUZA FILHO, H. M. Mudanças tecnológicas em cadeias agroindustriais: uma análise dos elos de processamento da pecuária de corte, avicultura de corte e suinocultura In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA RURAL**, 42, Cuiabá, 2004.
- SELLERS, R.F. Quantitative aspects of the spread of foot and mouth disease. **Veterinary Bulletin**, v. 41, p. 431-439, 1971.
- SELLERS, R., GLOSTER, J. Foot-and-mouth disease: A review of intranasal infection of cattle, sheep and pigs. **The Veterinary Journal**, v. 177, p. 159-168, 2008.

VOSE, D. **Risk Analysis – A quantitative guide**. England: John Wiley & Sons, 735 p., 2008.

ZEPEDA, C., SALMANB, M., THIERMANN, A., KELLARD, J., ROJASE, H., WILLEBERG, P. The role of veterinary epidemiology and veterinary services in complying with the World Trade Organization SPS agreement. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 67, p. 125–140, 2005.