Análise de Risco

Fernando Ferreira[1]

[1]Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal
Universidade de São Paulo

Epidemiologia Veterinária



Resumo

1. Histórico
2. Análise de risco
3. Exemplos



Definição

- Risco?



O que é risco?

- É uma estimativa da probabilidade de ocorrência de um evento indesejado associada a uma estimativa da magnitude das consequências desse evento

$$\text{Risco} = \underbrace{P_1 \times P_2 \times \cdots \times P_n}_{\text{Probabilidade}} \times \underbrace{C_1 + C_2 + \cdots + C_n}_{\text{Consequência}}$$



Um pouco de história

- O risco como gênese do pensamento estatístico surgiu na Antiguidade, juntamente com os chamados jogos de azar.
- No início,pessoas mais chegadas aos jogos começaram a pensar em uma forma de controlar ou medir suas chances, tanto de erro quanto de acerto, ao realizarem uma jogada.
- Girolamo Cardano (1500-1571) escreveu Liber de Ludo Aleae (livro dos jogos de azar). Primeiro esforço sério de desenvolver os princípios estatísticos da probabilidade
- Pierre de Fermat (1601-1665) e Blaise Pascal risco não só com enfoque no jogo, mas dando início aos fundamentos sistemáticos da probabilidade



Um pouco de história

- Rompimento definitivo com a tomada de decisão baseada apenas em crenças e feitiçarias.
- Francis Galton (1822-1911) Risco nos seguros de vida, negócios e finanças em geral.
- Von Neumann e Morgenstern publicam “The theory of games and economic behaviour” (1953)



Em medicina veterinária

- Análise de Risco tem sua aplicação intensificada em medicina veterinária nos anos 1990 após o estabelecimento pela OMC do Acordo para aplicação de medidas sanitárias e fitossanitárias (Acordo SPS) e reconhecimento dos padrões OIE dentro do referido acordo.
- A Análise de Risco não determina as decisões a serem tomadas mas oferece elementos para os tomadores de decisão



Atualmente

- Investimentos (bolsas de valores)
- Intervenções cirúrgicas
- Projetos de construção (ex. pontes)
- **Importação de produtos de origem animal**
- **Introdução de doença infecciosa**



Análise de Risco

O que é análise de risco?

Análise de risco é um processo para auxiliar a tomada de decisão na presença de incerteza por meio da resposta às seguintes questões:

- O que pode dar errado?
- Quão provável é que ocorra?
- Quais serão as consequências se ocorrer?
- O que pode ser feito para reduzir a probabilidade/consequências?



Objetivo da análise de risco

- Avaliação da probabilidade de entrada, estabelecimento e disseminação de enfermidades e pragas, e suas consequências biológicas e econômicas, asssim como seu impacto em saúde pública.



Características

- Consistente
- Cientificamente fundamentada
- Flexível
- Transparente



Quando fazer uma análise de risco?

- Ao importar um produto ou uma espécie que não tenha sido avaliado (a) previamente.
- Importação de um país do qual não se importou anteriormente.
- Mudança de situação santiária de um país.



Análise de Risco - Aspectos relevantes

Fatores a serem considerados

- Disponibilidade de dados
- Método de produção e processos relevantes
- Inspeção, amostragem e testes
- Prevalênciada doença
- Existência de áreas livres ou de baixa prevalência
- Existência de programas de controle ou erradicação
- Condições ecológicas e ambientais
- Quarentena ou outro tratamento
- Prejuízos em termos de perda de produção ou queda no comércio
- Custo do controle ou erradicação
- Custo-efetividade das alternativas para limitar o risco



Etapas da análise de risco

- Identificação do perigo
- Avaliação do risco
- Gestão do risco
- Comunicação do risco



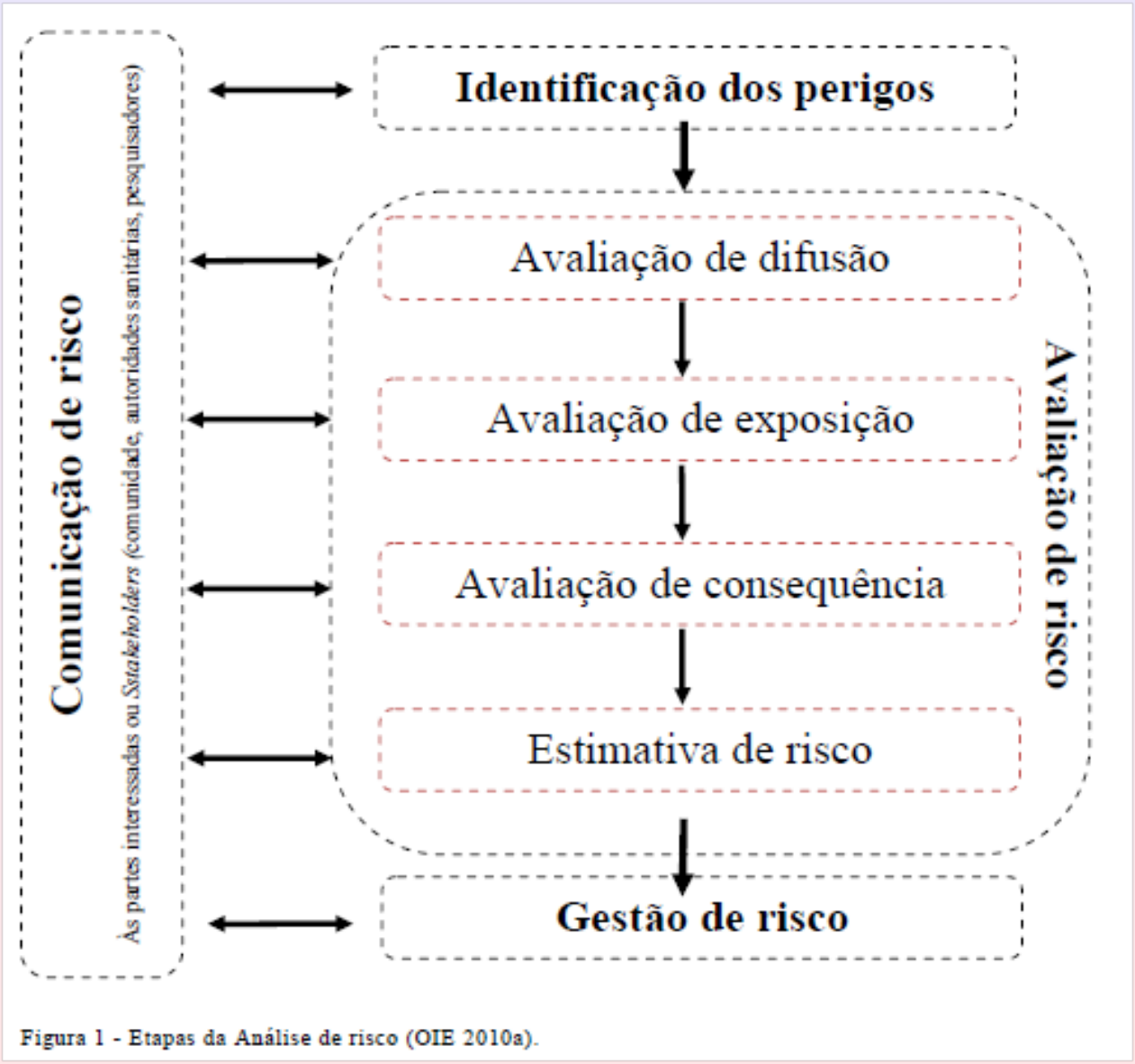
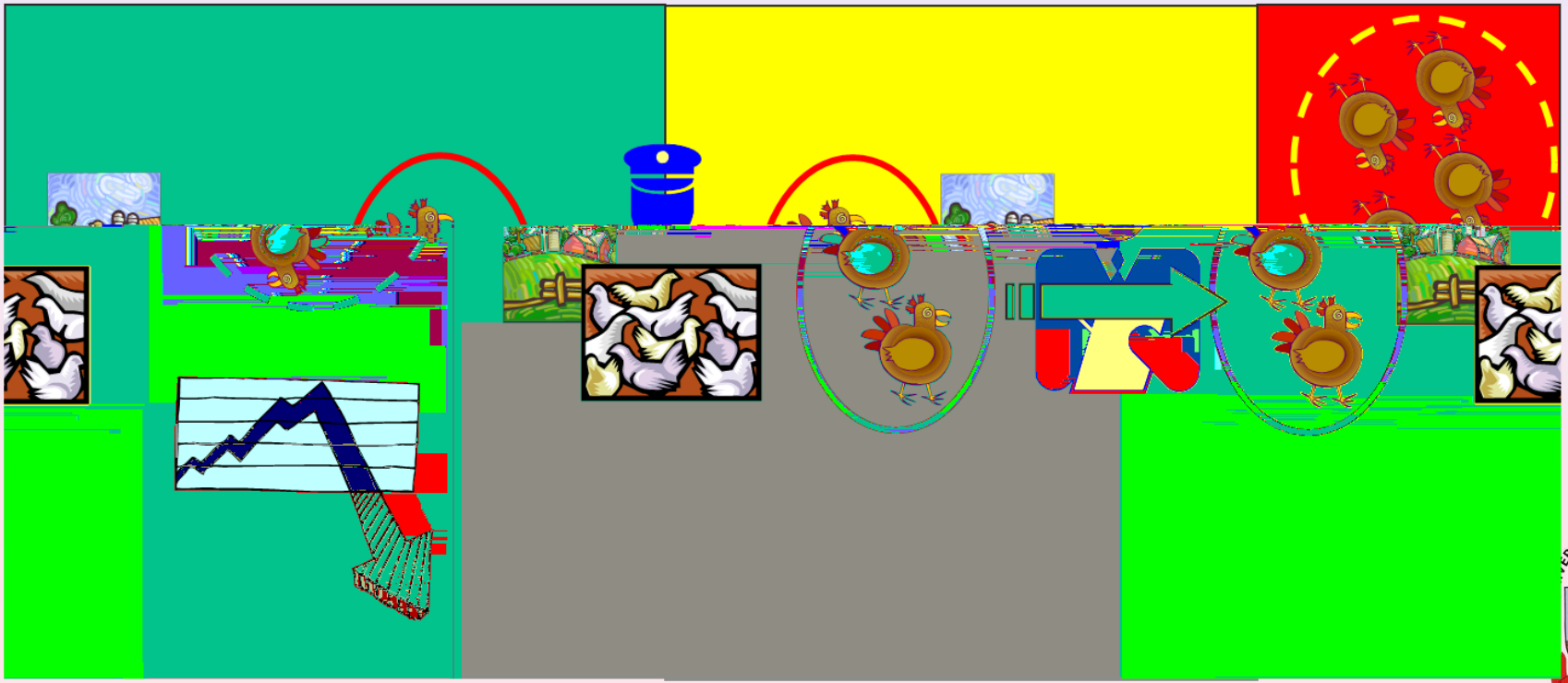


Figura 1 - Etapas da Análise de risco (OIE 2010a).

Avaliação da difusão

Avaliação da exposição

Avaliação das conseqüências



País exportador

País importador

Identificação dos perigos

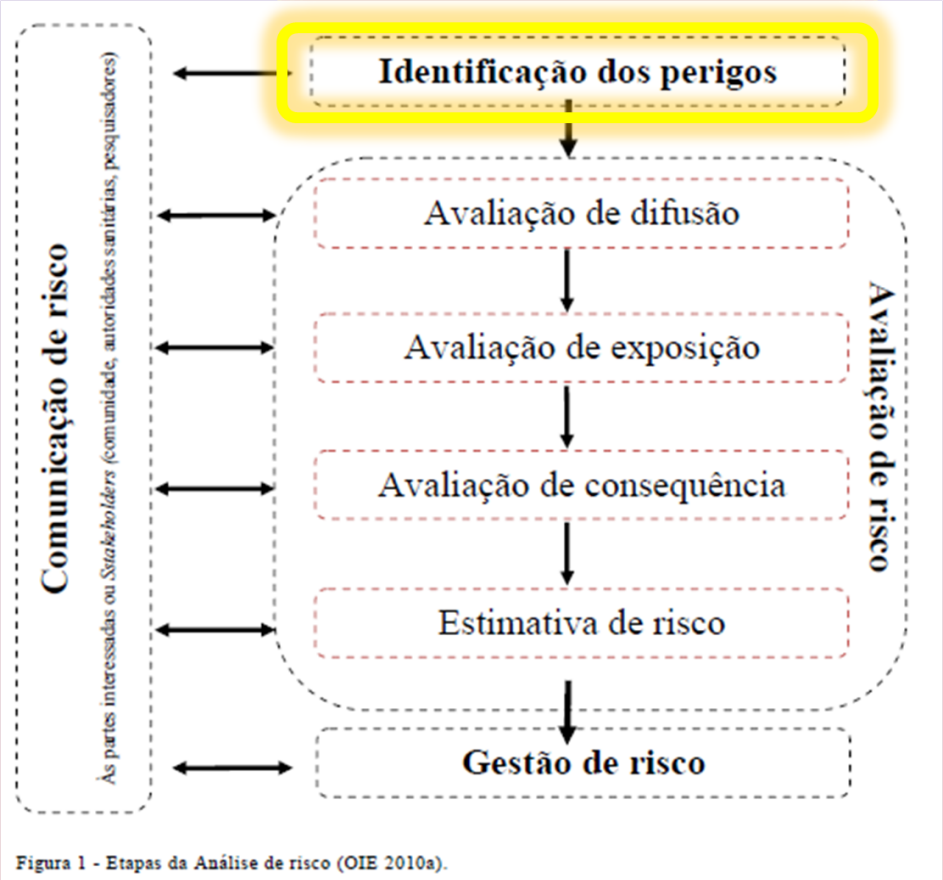


Figura 1 - Etapas da Análise de risco (OIE 2010a).

- Requer a elaboração de uma lista de agentes (vírus, bactérias, parasitas, rickettsias, protozoários, etc.) que podem estar associados à *commodity* a ser importada
- A análise de risco será concluída nesta etapa quando não forem identificados perigos associados à importação da commodity

Identificação dos perigos

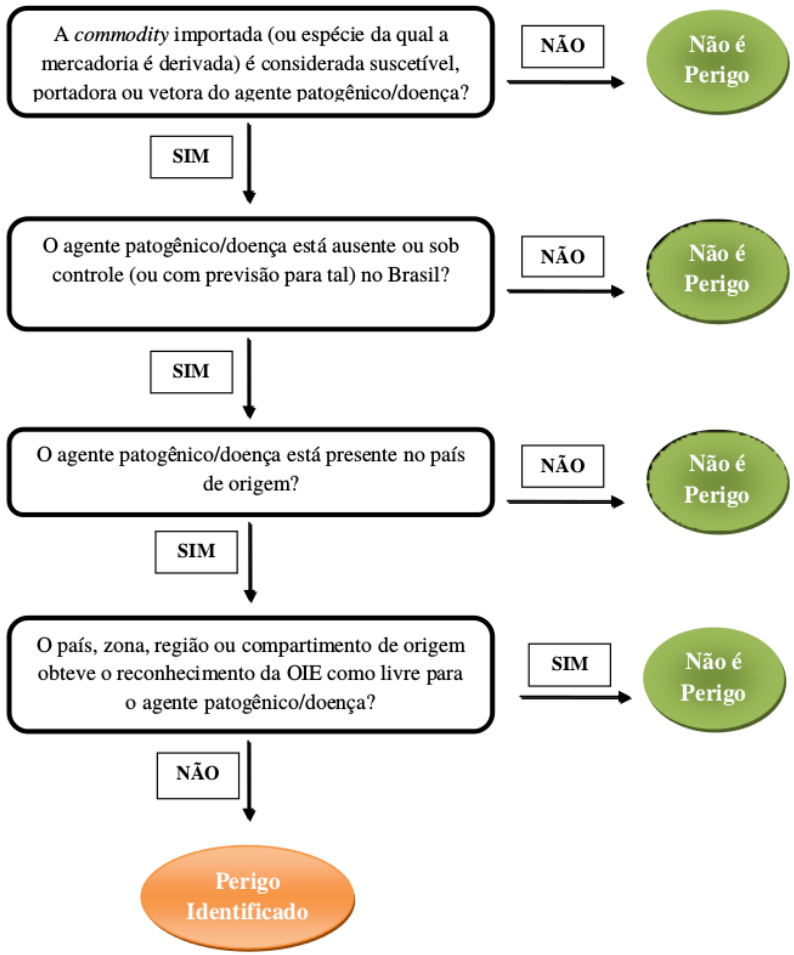


Figura 2 – Árvore de cenário definida para a identificação dos perigos.

Avaliação da difusão

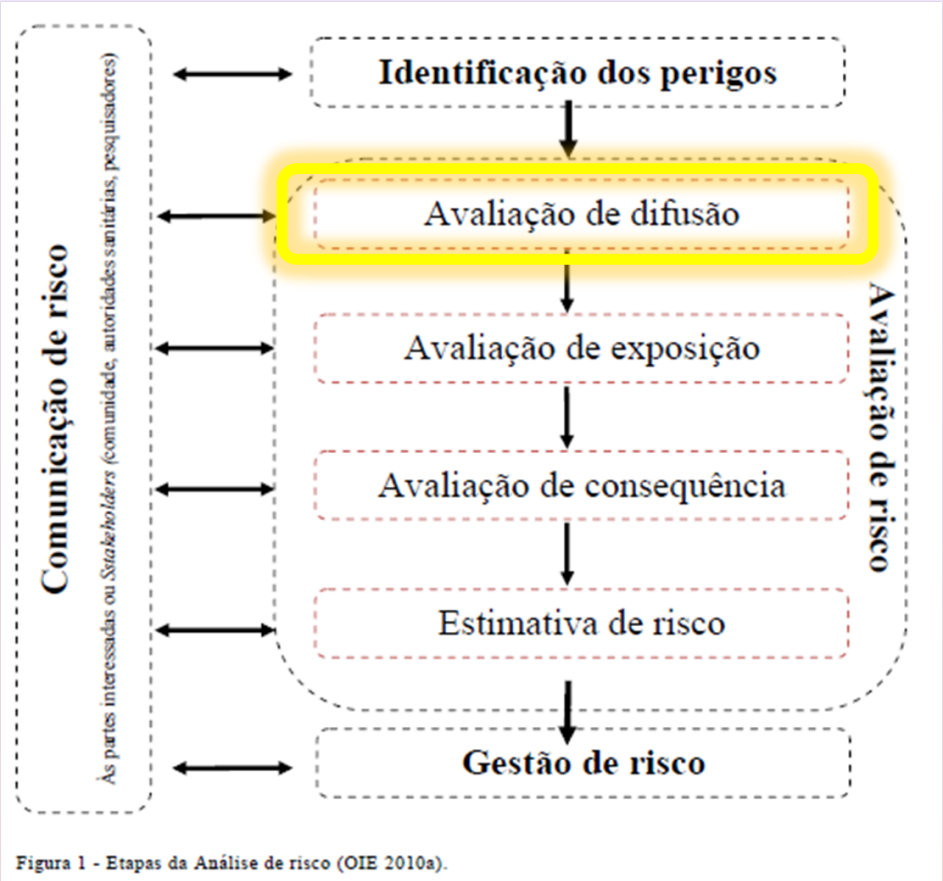
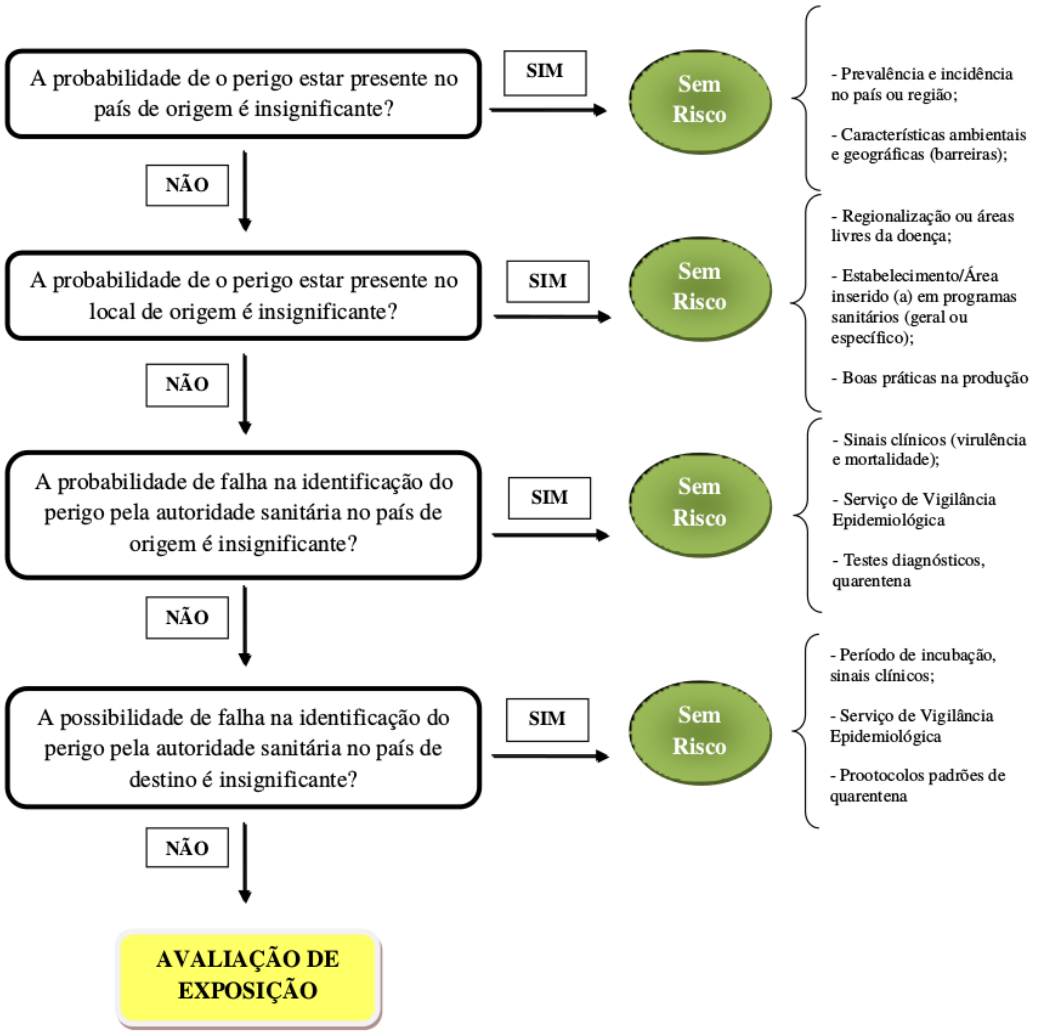


Figura 1 - Etapas da Análise de risco (OIE 2010a).

- Cada perigo identificado na etapa anterior
- Descrição das possíveis rotas biológicas para a introdução, no Brasil, dos perigos identificados.
- Fat. biológicos, fat. relacionados ao país de origem, fat. relacionados ao país de destino e fat. relacionados à *commodity*.

Avaliação da difusão



Avaliação da exposição

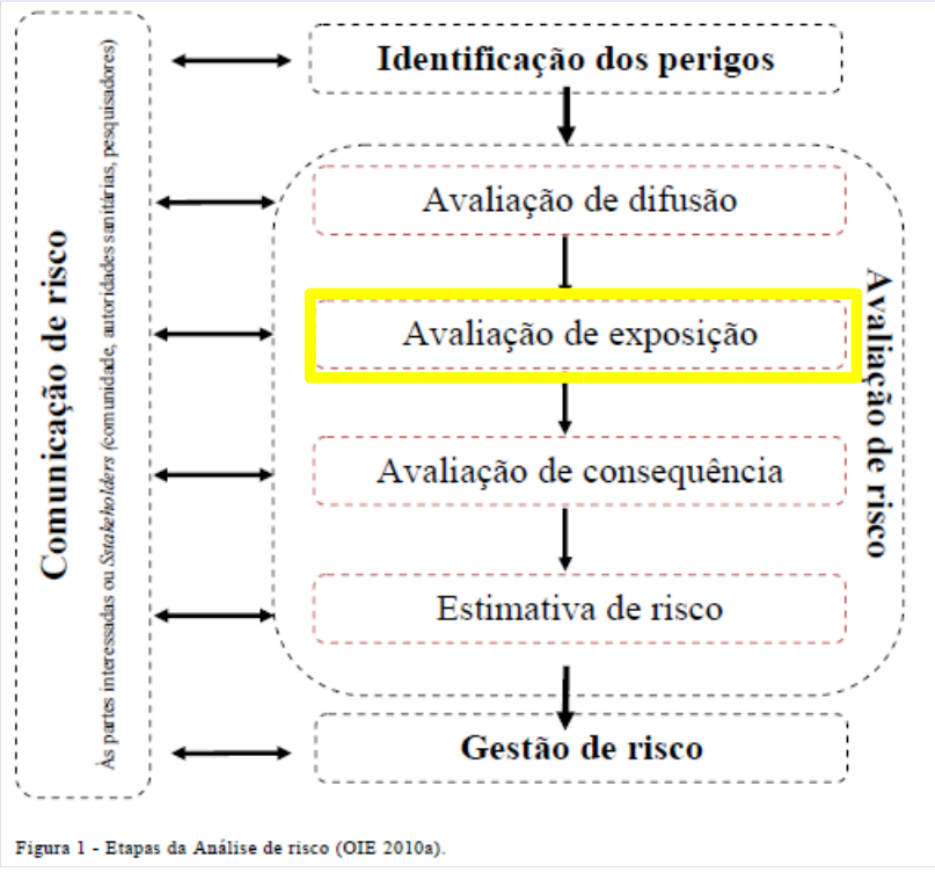


Figura 1 - Etapas da Análise de risco (OIE 2010a).

- Descrição das rotas biológicas necessárias para a exposição de animais ao perigo no Brasil e na estimativa da probabilidade de ocorrência dessas exposições
- Fatores relacionados aos perigos identificados, fatores relacionados ao país de destino (Brasil) e fatores relacionados à *commodity*

Avaliação da exposição

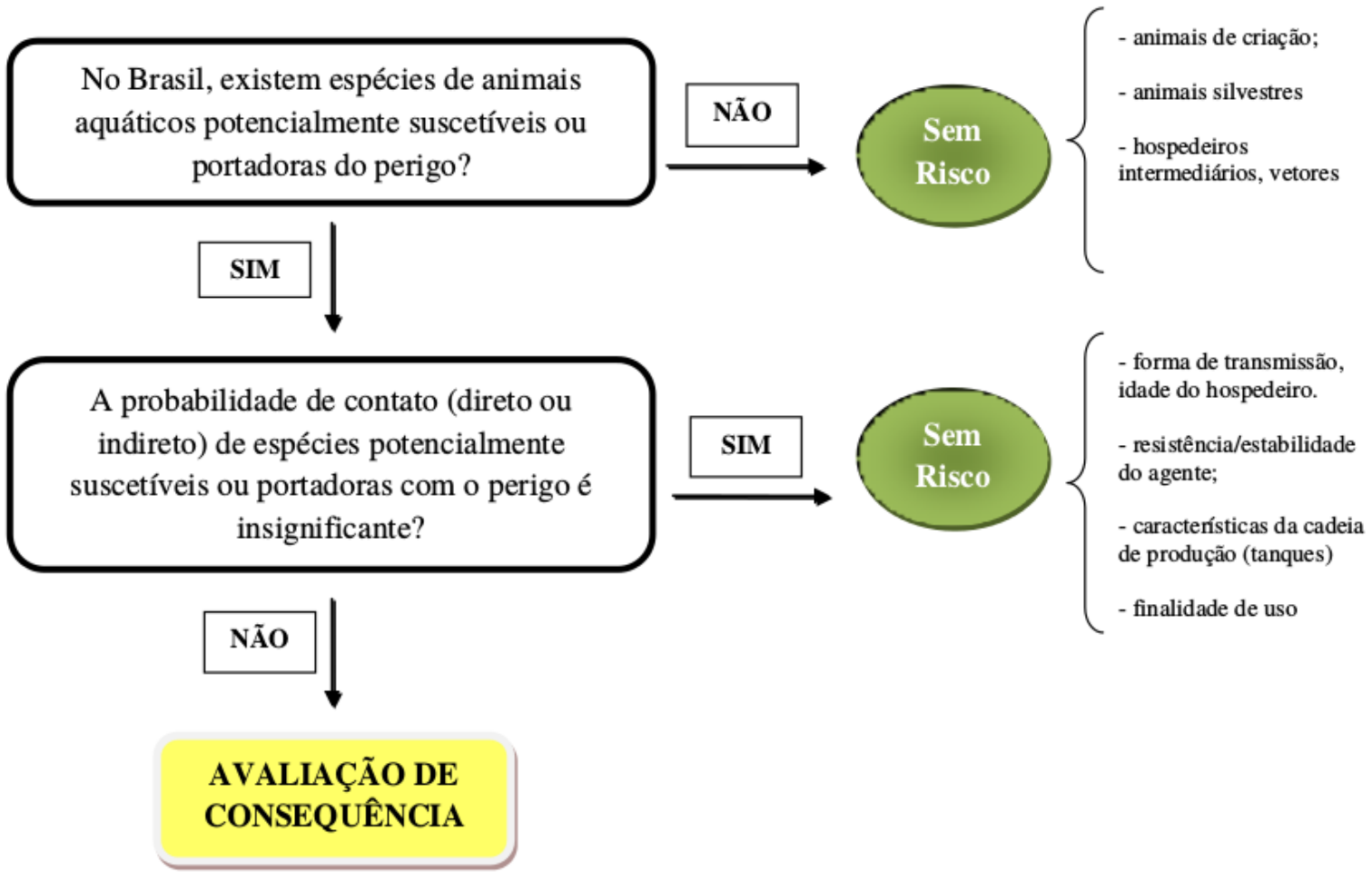


Figura 5 - Árvore de cenário definida para a avaliação de exposição.

Avaliação de consequência

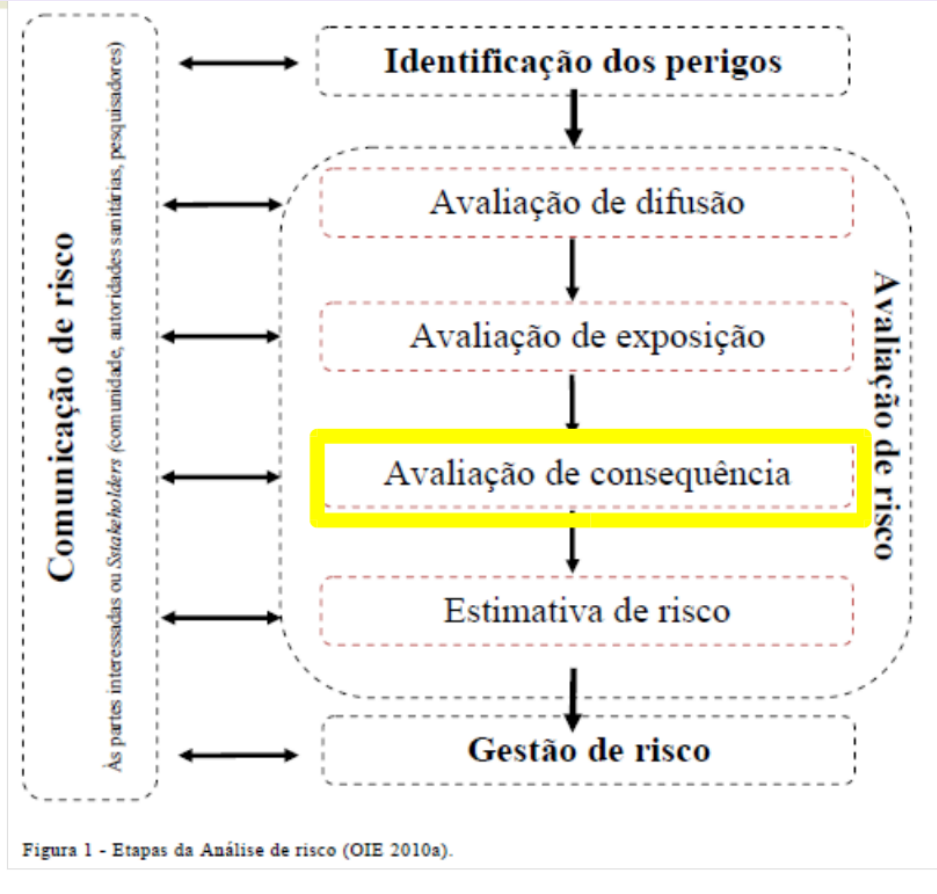
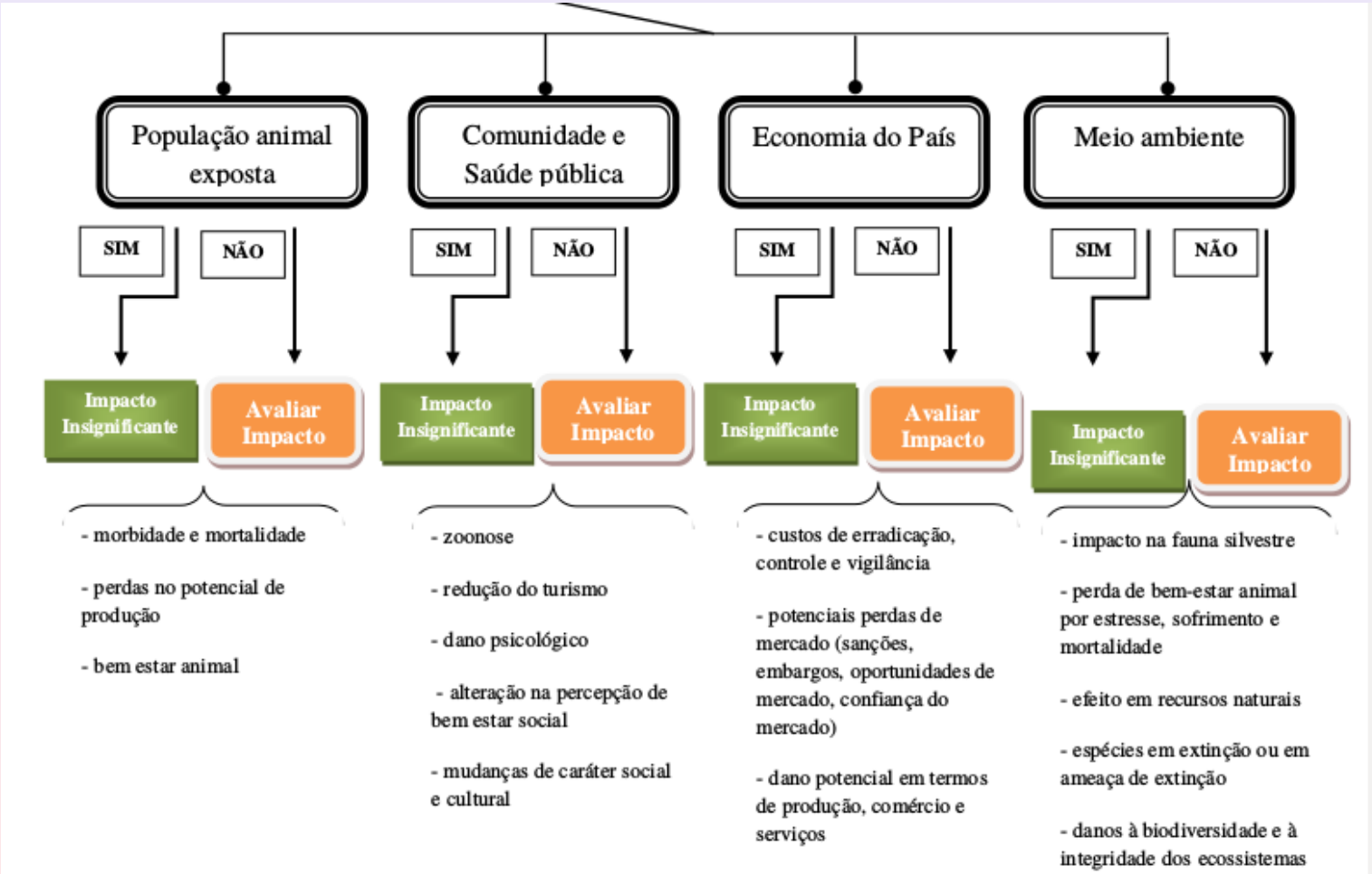


Figura 1 - Etapas da Análise de risco (OIE 2010a).

- Diretas: Perdas de produção por infecção dos animais. Consequência para saúde pública
- Indiretas: Custo de Vigilância e controle. Consequências para o meio ambiente. Potenciais perdas econômicas.

Avaliação de consequência



Estimativa de risco

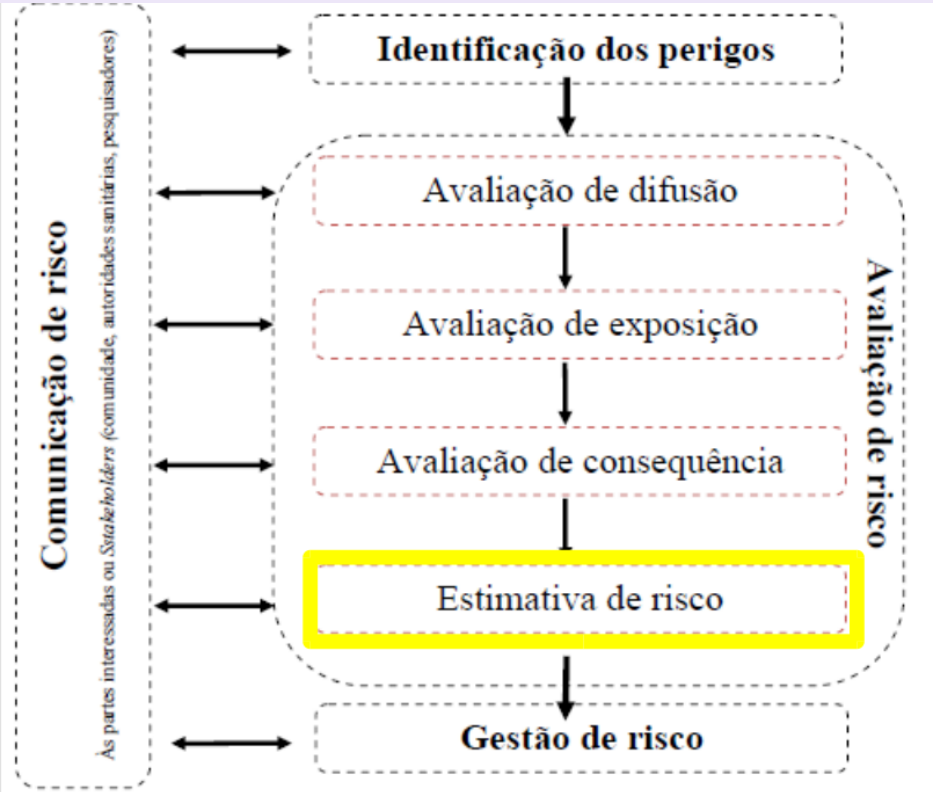


Figura 1 - Etapas da Análise de risco (OIE 2010a).

- Integração dos resultados obtidos na avaliação de difusão e exposição e consequências (probabilidade de ocorrência).
- Produzir medidas de redução dos riscos associados aos perigos.

Estimativa de risco

TABELA 4 - MATRIZ DE COMBINAÇÃO PARA ESTIMATIVA DE RISCO (MARKOWSKI & MANNAN, 2008; BIOSECURITY AUSTRALIA, 2009)

		Insignificante	**Baixo**	**Moderado**	**Alto**	**Extremo**
Probabilidade de Ocorrência	***Alta***	Baixa	Moderada	Moderada	Alta	Alta
	Moderada	Baixa	Baixa	Moderada	Moderada	Alta
	Baixa	Insignificante	Baixa	Baixa	Moderada	Moderada
	M. Baixa	Insignificante	Insignificante	Baixa	Baixa	Moderada
	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Baixa
	Avaliação de Consequência					

Gestão de risco



Figura 1 - Etapas da Análise de risco (OIE 2010a).

- Adoção de medidas de mitigação de risco a fim de reduzi-lo a níveis aceitáveis de proteção ao País, minimizando os possíveis efeitos negativos da importação (OIE, 2011).

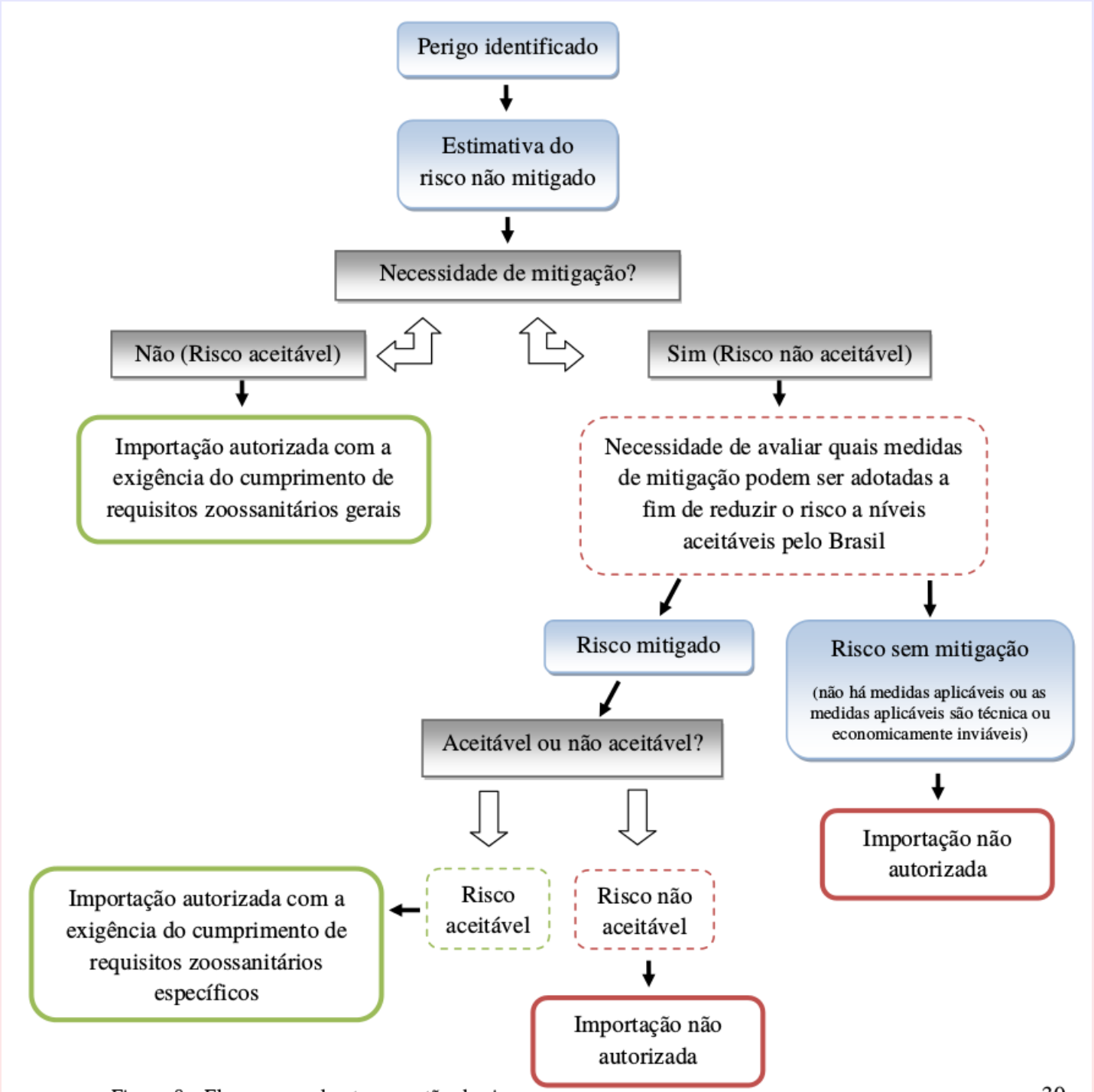


Figura 8 - Fluxograma da etapa gestão de risco.

Tipos de análise de risco

- Qualitativa
- Quantitativa



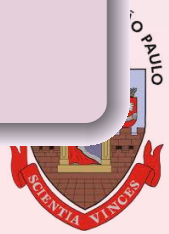
Tipos análise de risco

Qualitativa

- Menos profunda
- Não estimam numericamente a probabilidade de evento adverso
- Tomada de decisão menos precisa (subjetividade)
- Execução mais rápida
- Aplicáveis em diversas situações

Quantitativa

- Mais profunda
- Estimam probabilidades de ocorrência de evento adverso
- Mais confiáveis
- Demorados
- Requerem informações confiáveis



Avaliação do parâmetro 2	Avaliação do parâmetro 1: Negligenciável	Baixo	Moderado	Alto
Negligenciável	Negligenciável	Baixo	Baixo	Moderado
Baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado
Moderado	Baixo	Moderado	Moderado	Alto
Alto	Moderado	Moderado	Alto	Alto



Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 2001, **20** (3), 723-730

A qualitative assessment of the risk of introducing foot and mouth disease into Russia and Europe from Georgia, Armenia and Azerbaijan

F. Moutou [1], B. Dufour [2] & Y. Ivanov [3]

A. Probability of entry

1. Prevalence of infection 'high' (number of outbreaks, surveillance, etc.)
2. Volume of trade 'low' (contacts, border-crossing)

→ 'moderate'

3. Capacity of the virus to survive → 'high'

→ **'high'**

B. Probability of exposure

4. Transmission to 'low'
5. Spread among (contacts, border-crossing) 'low'

→ 'low'

6. Survival in → 'moderate'
7. Role of wildlife → 'negligible'

→ 'moderate'

→ **'low'**

C. Probability of occurrence of hazard (infection with foot and mouth disease virus)

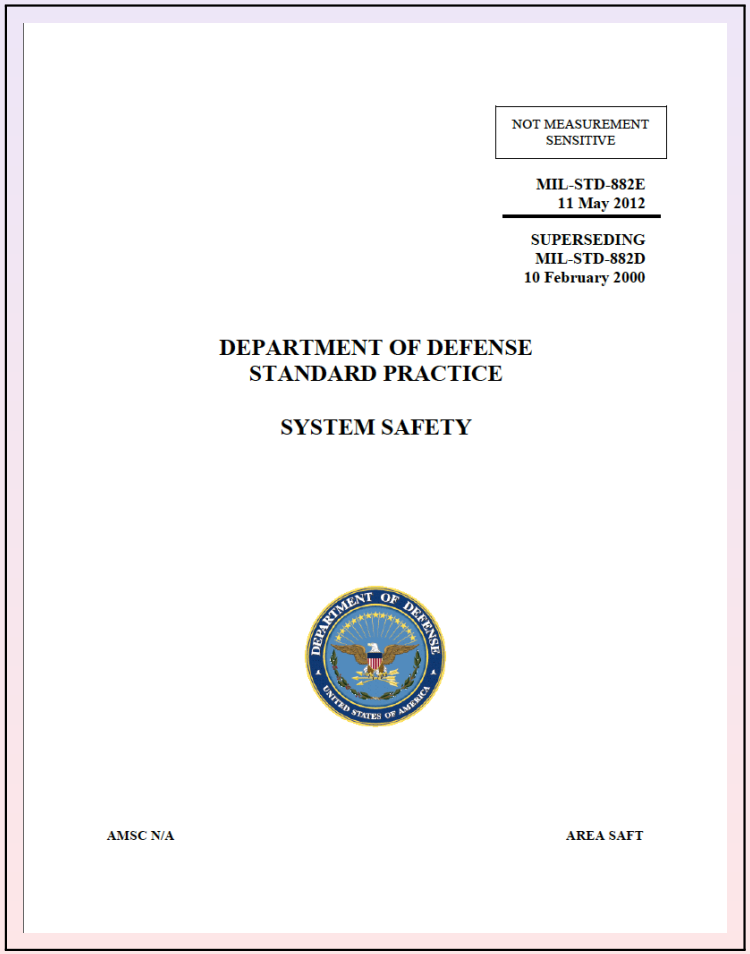
A. Probability of entry (A) 'high'
B. Probability of exposure (B) 'low'

→ **'moderate'**

Risco Final: Baixo (probabilidade de ocorrência **moderada** e magnitude das consequências **desprezível**)



Matriz de Risco: probabilidade de ocorrência × magnitude das consequências



NOT MEASUREMENT SENSITIVE

MIL-STD-882E
11 May 2012

SUPERSEDING
MIL-STD-882D
10 February 2000

DEPARTMENT OF DEFENSE
STANDARD PRACTICE

SYSTEM SAFETY

AMSC N/A

AREA SAFT

TABLE III. Risk assessment matrix

RISK ASSESSMENT MATRIX				
SEVERITY / PROBABILITY	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent (A)	High	High	Serious	Medium
Probable (B)	High	High	Serious	Medium
Occasional (C)	High	Serious	Medium	Low
Remote (D)	Serious	Medium	Medium	Low
Improbable (E)	Medium	Medium	Medium	Low
Eliminated (F)	Eliminated			

Outras possibilidades de matrizes de risco

	Consequência					Consequência					Consequência				
Probabilidade	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Muito alta	TNA	NA	NA	NA	NA	TNA	TNA	NA	NA	NA	TA	TNA	TNA	NA	NA
Alta	TNA	TNA	NA	NA	NA	TA	TNA	TNA	NA	NA	TA	TA	TNA	TNA	NA
Média	TA	TNA	TNA	NA	NA	TA	TA	TNA	TNA	NA	A	TA	TA	TNA	TNA
Baixa	TA	TA	TNA	TNA	NA	A	TA	TA	TNA	TNA	A	A	TA	TA	TNA
Muito baixa	A	TA	TA	TNA	TNA	A	A	TA	TA	TNA	A	A	A	TA	TA
Extremamente baixa	A	A	TA	TA	TNA	A	A	A	TA	TA	A	A	A	A	TA
Insignificante	A	A	A	TA	TA	A	A	A	A	TA	A	A	A	A	A
MATRIZ DE RISCO	**DIFÍCIL**					**PADRÃO**					**FÁCIL**				

Exemplos de matriz de combinação para estimativa de risco. Adaptado de Markowski & Mannan (2008, p. 153).



Análise qualitativa

Preventive Veterinary Medicine 113 (2014) 536–546

Contents lists available at ScienceDirect

Preventive Veterinary Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/prevetmed



Predictive qualitative risk model of bovine rabies occurrence in Brazil

Guilherme Basseto Braga[a], José Henrique Hildebrand Grisi-Filho[a], Bruno Meireles Leite[b], Elaine Fátima de Sena[b], Ricardo Augusto Dias[a,*]

[a] Department of Preventive Veterinary Medicine and Animal Health, School of Veterinary Medicine, University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil
[b] Department of Animal Health, Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, Brasilia, Brazil

Análise qualitativa

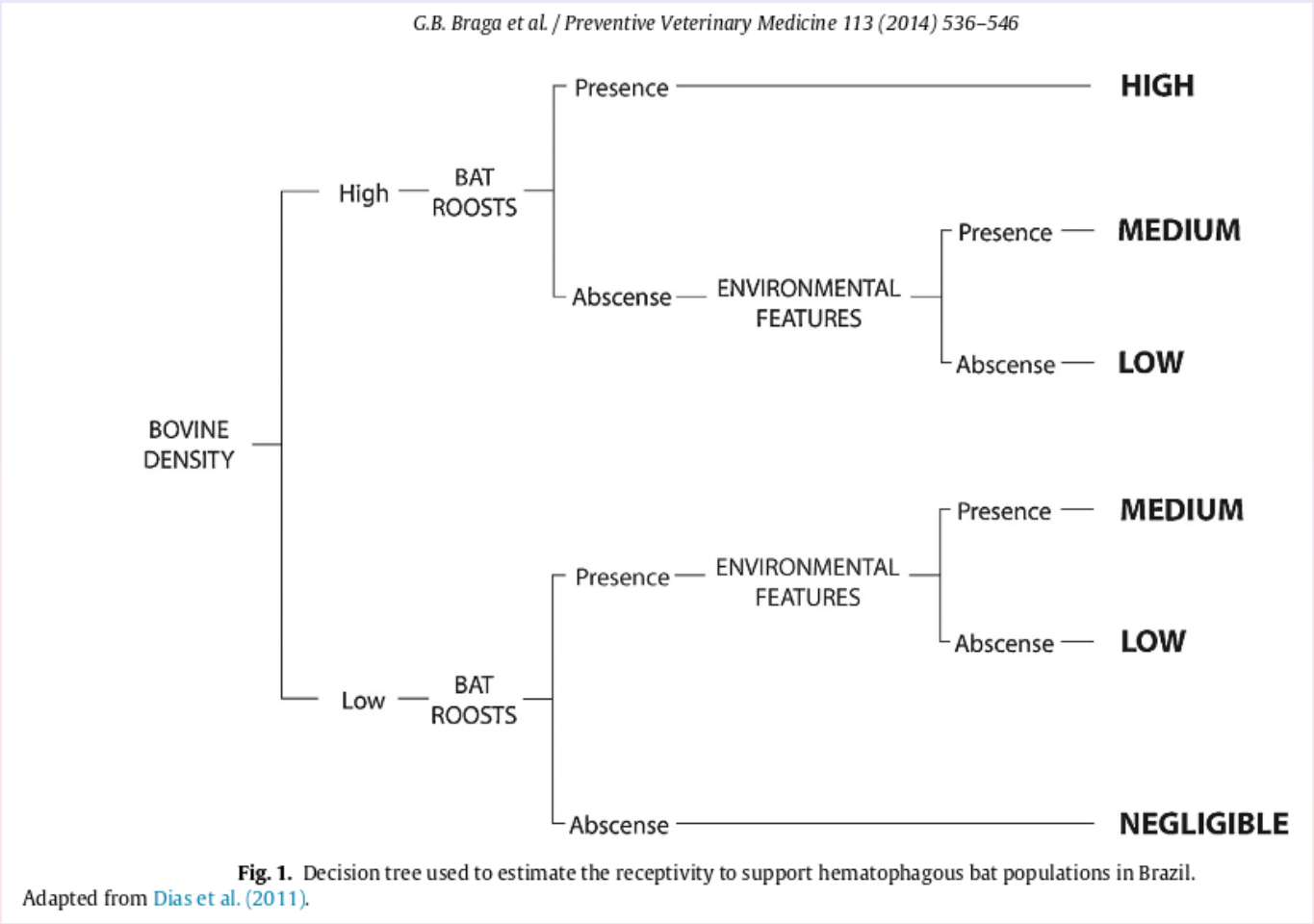


Fig. 1. Decision tree used to estimate the receptivity to support hematophagous bat populations in Brazil. Adapted from Dias et al. (2011).

Análise qualitativa

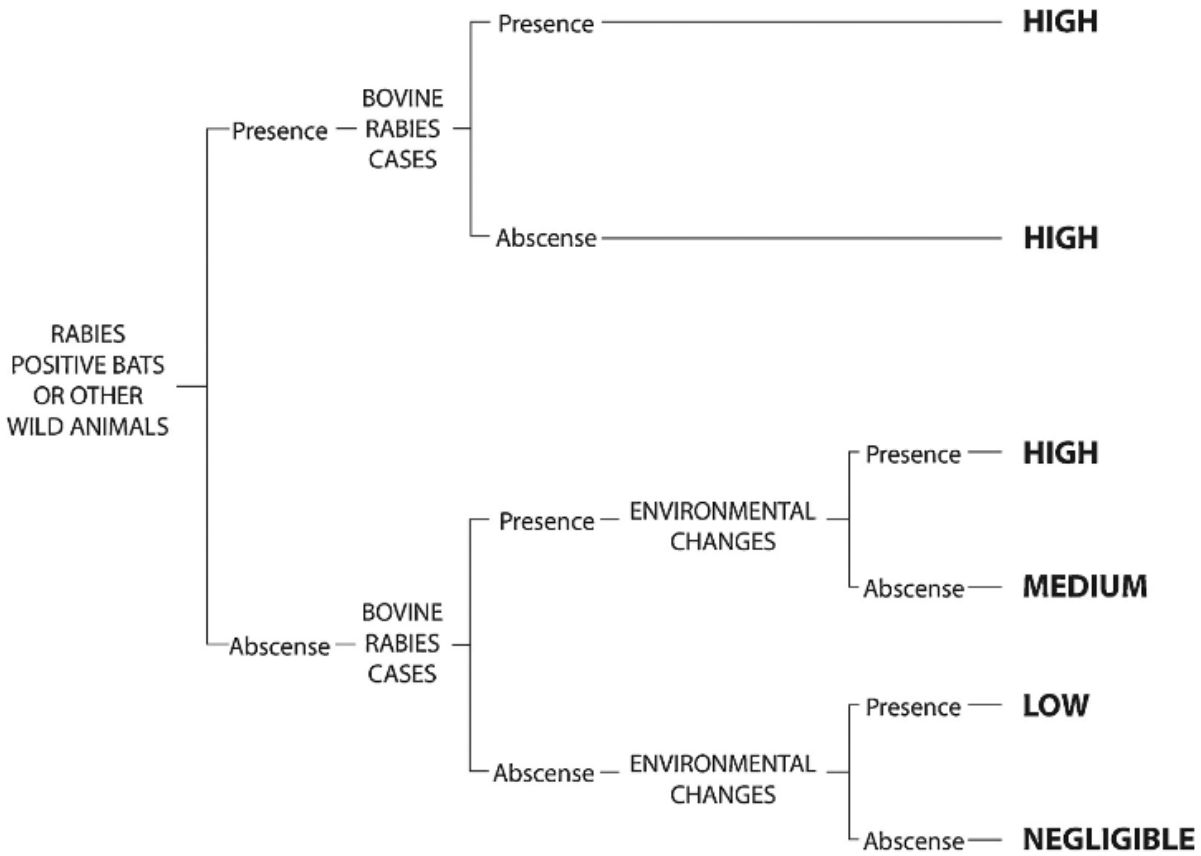


Fig. 2. Decision tree used to estimate the vulnerability to rabies virus circulation and its spread to new areas, in Brazil. Adapted from Dias et al. (2011).

Análise qualitativa

G.B. Braga et al. / Preventive Veterinary Medicine 113 (2014) 536–546

		RECEPTIVITY			
		NEGLIGIBLE	**LOW**	**MEDIUM**	**HIGH**
VULNERABILITY	**NEGLIGIBLE**	NEGLIGIBLE	LOW	LOW	MEDIUM
	LOW	LOW	LOW	MEDIUM	MEDIUM
	MEDIUM	LOW	MEDIUM	MEDIUM	HIGH
	HIGH	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH

Fig. 3. Matrix of the association between the receptivity and vulnerability estimates.



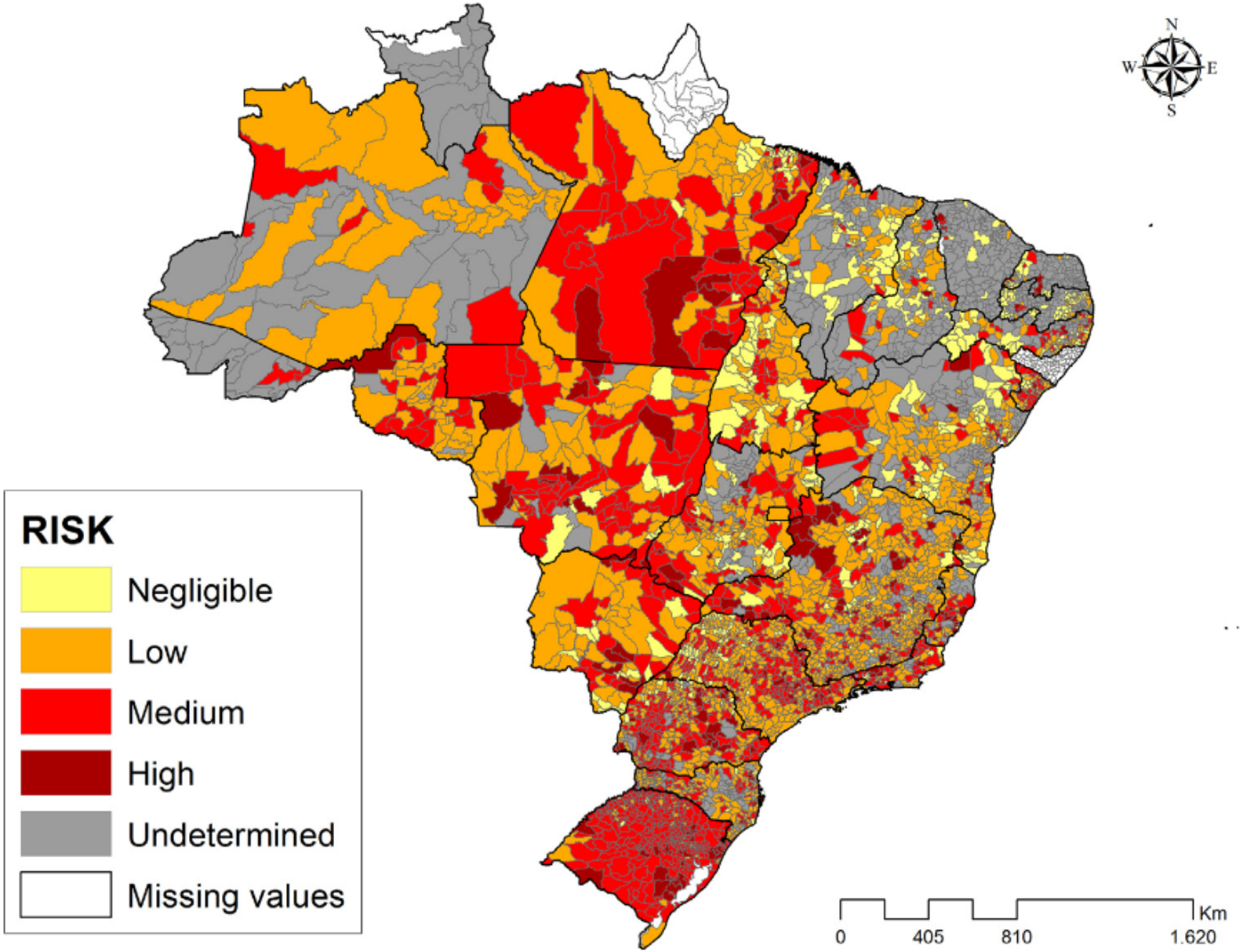
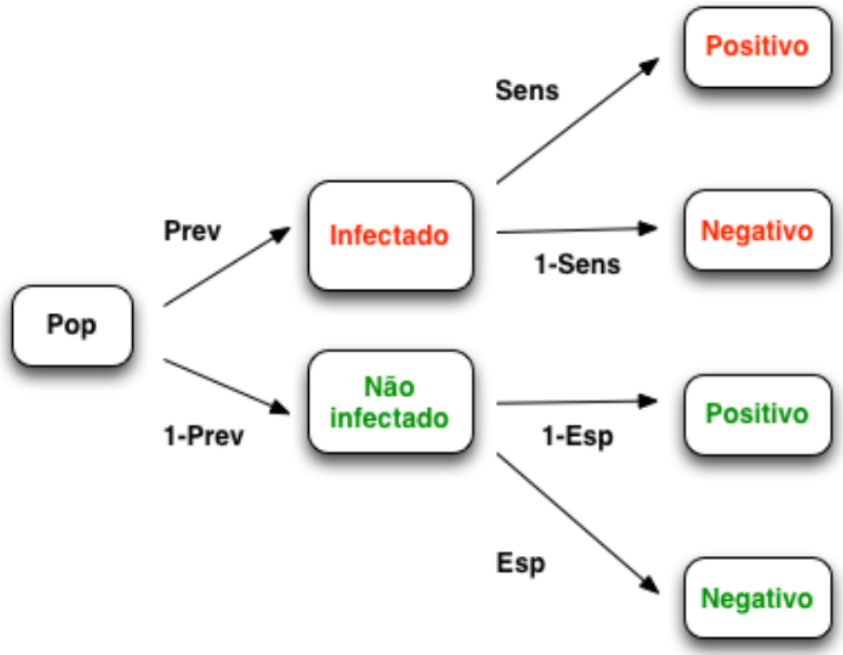


Fig. 7. Qualitative risk levels of cattle rabies occurrence by Brazilian municipalities in 2010.

Análise quantitativa - Árvore de decisão



$$P(\text{Infectado} \mid \text{Positivo}) = \frac{P \times Sens}{P \times Sens + (1-P) \times (1-Esp)}$$



Análise quantitativa

- Processo estocástico - Distribuições de probabilidade (ex. binomial)
- Não existem valores exatos para cada parâmetro
- uso de programas de simulação

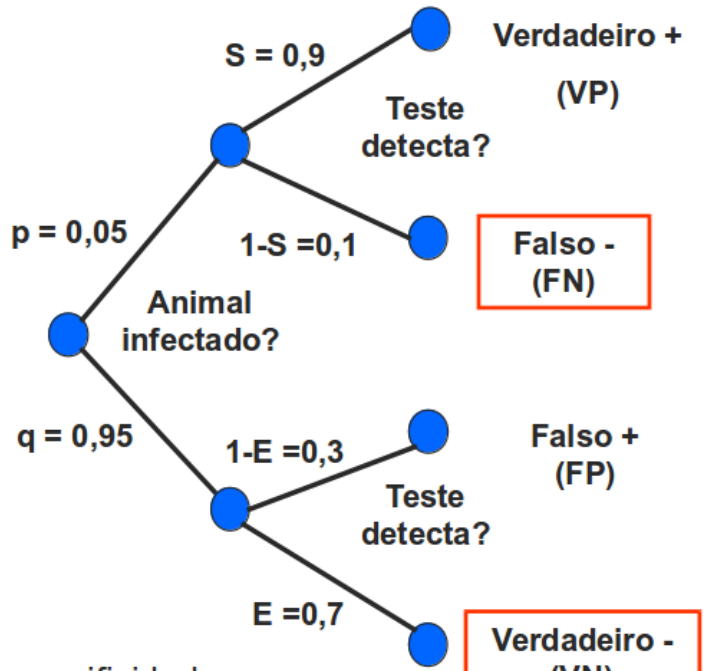


Análise quantitativa - Exemplo

- Consideremos uma prevalência de uma certa doença em uma população animal de 5%, um teste diagnóstico com sensibilidade de 90% e especificidade de 70%. Determinar a probabilidade de incluir pelo menos um animal infectado em um lote de 10 animais, dado que todos foram negativos no teste.



Análise quantitativa - Exemplo



E: especificidade

S: sensibilidade

q=1-p

- Calcular o VPN:

VPN=VN / (VN + FN) =

(0,95 x 0,7) / [(0,95 x 0,7) + (0,05 x 0,1)]

= 0,665 / (0,665 + 0,005)

= 0,9925

- Elevar ao número de animais:

$0{,}9925^{10} = 0{,}9275$

- Subtrair de 1

1- 0,9275 = 0,072

VN = q x E FN = p x (1-S)

Análise quantitativa - Exemplo

- A pesar de todos os animais apresentarem teste negativo, há uma probabilidade de 7.2% de que este lote contenha pelo menos um animal infectado
- Aproximadamente 7 em cada 100 lotes negativos estão infectados (com pelos menos um animal infectado)



Bibliografia I

Vose, David.
Risk Analysis: A Quantitative Guide.
Second Edition. 2000

Ministério da Pesca e Aquicultura.
2012. Análise de Risco de Importação: Metodologia Básica.
Brasil, 2012.

Ferreira, F.
Notas de aula da disciplina Análise de Risco do curso de Pós-graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses. Universidade de São Paulo.
2013



Bibliografia II



Braga G., *et al*.
Predictive qualitative risk model of bovine rabies occurrence in Brazil. Preventive Veterinary Medicine 113. 536–546, 2014.

