

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

Paula Luiza Silveira de Felipe

**MODELO DE FLUXO DE BUSCAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS
BIOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE RISCO DAS IMPORTAÇÕES DE
PRODUTOS LÁCTEOS PELO BRASIL ENTRE 2018 E 2022**

Belo Horizonte
2023

Paula Luiza Silveira de Felipe

**MODELO DE FLUXO DE BUSCAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS
BIOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE RISCO DAS IMPORTAÇÕES DE
PRODUTOS LÁCTEOS PELO BRASIL ENTRE 2018 E 2022**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Amaral Haddad

Coorientadores: Prof.^a Dr.^a Carla Ferreira Soares e Prof. Dr. Rafael Romero Nicolino

Belo Horizonte
2023

Felipe, Paula Luiza Silveira, 1979-

F315m Modelo de fluxo de buscas para a identificação de perigos biológicos para análise de risco das importações de produtos lácteos pelo Brasil entre 2018 e 2022/ Paula Luiza Silveira Felipe.-2023.

161 f: il.

Orientadora: João Paulo Amaral
Haddad Coorientadores: Carla
Ferreira Soares

Rafael Romero Nicolino

Tese (Doutorado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Bibliografia: F. 147 – 158

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569

Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

PAULA LUIZA SILVEIRA DE FELIPE

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTOR em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Epidemiologia.

Aprovado(a) em 07 de agosto de 2023, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). João Paulo Amaral Haddad - Orientador(a)

Dr.(a). Rogério Oliveira Rodrigues

Dr.(a). Monica Maria Oliveira Pinho Cerqueira

Dr.(a). Cláudia Valeria Gonçalves Cordeiro de Sá

Dr.(a). Cristiane Viana Guimarães Ladeira

Dr.(a). Camila Stefanie Fonseca de Oliveira



Documento assinado eletronicamente por Adriane Pimenta da Costa Val Bicalho, Coordenador(a) de curso, em 07/02/2024, às 16:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 3021676 e o código CRC 6FEC934E.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha filha Maria Luiza, ao meu esposo Fabiano e aos meus queridos pais, Elizabete e Francisco.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente aos meus familiares e amigos que me apoiaram nessa jornada tão desafiadora, sobretudo, em momento de pandemia.

Agradeço ao meu esposo e companheiro, Fabiano, sendo um ponto de equilíbrio, tranquilidade e esperança em vários momentos de incertezas e ansiedades.

Agradeço à minha filha Maria Luiza, mesmo tão pequena, teve que entender que as inúmeras ausências e a impaciência da mamãe seriam para um bem maior e, ainda, por ser meu maior incentivo.

Agradeço aos que estão no plano espiritual, que foram e ainda são inspiração para as batalhas da vida.

Agradeço ao professor João Paulo pela oportunidade, a qual fez grande diferença na minha nova etapa de vida profissional, além do bom humor, apoio e constante aprendizado.

Agradeço aos professores Carla Soares e Rafael Nicolino pela disponibilidade, auxílio e reflexões assertivas.

Agradeço carinhosamente à Escola de Veterinária da UFMG por me proporcionar tanto aprendizado, e por me fazer sentir orgulhosa e muito feliz.

E, especialmente, ao universo, mãe de todas as coisas, por me acolher, fortificar e proporcionar novas experiências, mostrar caminhos e, por muitas vezes, não me deixar duvidar da fé.

“O saber a gente aprende com os mestres e os livros. A sabedoria se aprende é com a vida e com os humildes.”

Cora Coralina

RESUMO

Um dos grandes desafios do comércio internacional de produtos de origem animal envolve o controle sanitário que visa reduzir ou eliminar o risco de entrada e disseminação de patógenos por meio da internalização de produtos. Considerando ao mesmo tempo a relevância socioeconômica do mercado e a manutenção da saúde dos rebanhos e da população humana no Brasil, faz-se necessário que o país obtenha excelência nas ações de vigilância sanitária nos processos de importação. Diante dessa realidade e da despadronização e incapacidade de os diferentes governos enfrentarem as frequentes ameaças de disseminação de patógenos por meio do comércio, a análise de risco se torna uma ferramenta auxiliar ao serviço veterinário oficial no controle e prevenção de doenças em todo mundo. Contudo, previamente a condução de uma análise de risco, é fundamental conhecer o produto a ser importado e identificar todos os possíveis perigos associados ao mesmo. Neste contexto, há uma grande dificuldade em identificar todos os agentes patogênicos existentes, visto que o processo de pesquisa pode ser complexo e despende muito tempo. No intuito de agilizar tais processos e garantir que as fontes empregadas sejam confiáveis e estejam atualizadas, foi proposto um modelo para realização dessas pesquisas a partir da estruturação de fluxos que culminam em uma lista de potenciais perigos microbiológicos relacionados a determinado produto, que pode ser aplicado por analistas de risco na elaboração de Análise de Risco de Importação – ARI em produtos de origem animal. Além disso, o presente trabalho propôs a aplicação do método, utilizando como exemplo os principais produtos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022. Três cenários hipotéticos foram submetidos ao modelo de fluxo, queijo muçarela procedente da Argentina, queijo de massa semidura procedentes do Uruguai e soro de leite proveniente de qualquer país exportador, que resultou em uma lista de patógenos para cada situação. Ao final, três patógenos foram eleitos para reconhecimento como perigo real por meio da realização da etapa de Identificação de Perigo, primeira etapa da ARI. *Coxiella burnetii*, *Listeria monocytogenes* e *Mycobacterium bovis* foram confirmados pela metodologia proposta como perigos biológicos veiculados pelo soro de leite, queijos muçarela e queijos de massa semidura, importados pelo Brasil em um cenário genérico e procedentes da Argentina e Uruguai, respectivamente. Portanto, tais perigos poderão ser avaliados na fase de Avaliação de Risco, segunda etapa da ARI. O presente trabalho demonstrou sua aplicabilidade diante da modelagem do fluxo de informação, otimizando a seleção de agentes patogênicos para a elaboração de análises

de risco de forma fundamentada, ágil e complementar, garantindo credibilidade dos dados e atualização do status sanitário de cada país.

Palavras - chave: análise de risco de importação; produtos lácteos; perigos biológicos; sistemas de informação; sistema de vigilância animal.

ABSTRACT

Nowadays, one of the biggest challenges the international commerce of animal products face is sanitary control. The latter aims to reduce or eliminate the risk of entrance and dissemination of pathogens. Moreover, taking into account the socio-economic relevance of the market in Brazil as well as health maintenance of livestock and human population, it is mandatory that the country works with excellence regarding sanitary surveillance in importing actions. Within this scenario and also due to the lack of standardization and incapacitation from different governments to deal with the frequent threats of pathogens dissemination, a method of risk analysis is a valuable tool to be used by the official veterinarian service on the control and prevention of illnesses all over the world. It is fundamental, however, to get to know the product which will be imported and to identify all of its pathogenic agents. There is then a great deal of difficulties to identify all of the existent ones since the research process is usually complex and long-lasting. In order to facilitate such processes and guarantee that the employed sources are updated and reliable, this research proposes a model based on flux structuring which culminates in a list of potential microbiological risks related to a specific product. This model can be applied by risk analysts in the elaboration of Import Risk Analysis (IRA) in products of animal origin. Beyond that, the present study presents the application of the model taking as an example the main dairy product imported to Brazil between the years of 2018 and 2022. Three hypothetical scenarios were submitted to the model flow, mozzarella cheese from Argentina, semi-hard cheese pasta from Uruguay and whey from any exporting country, which resulted in a list of pathogens for each situation. At the end of the process, three pathogens were chosen as real hazards through the execution of the Risk Identification step - the first step of IRA. *Coxiella burnetii*, *Listeria monocytogenes* and *Mycobacterium bovis* were confirmed as biohazards disseminated by the mozzarella and semi-hard cheese and the whey, imported to Brazil in a generic context coming from Argentina and Uruguay respectively. Therefore, such hazards will be able to be evaluated in the Risk Analysis - the second step of IRA. The present research could demonstrate the model's availability following flux structuring, optimizing the selection of pathogenic agents to the elaboration of risk analysis in an agile, fast and complemented way which guarantees credibility of the data and updating of the sanitary status in each country.

Keywords: import risk analysis; dairy products; biohazards; information systems; animal surveillance system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema das etapas de organização do trabalho	21
Figura 2 - Importação total de leite e derivados pelo Brasil de 2002 a 2022 (milhões equivalente litros de leite).....	26
Figura 3 - Saldo mensal da balança comercial brasileira de lácteos.	27
Figura 4 - Fases da Análise de Risco de Importação.....	34
Figura 5 - Árvore decisória para identificação de perigo na ARI	35
Figura 6 - Árvore de cenários para lácteos que mostra os caminhos que levam a possíveis contaminações do produto final.....	37
Figura 7 - Cenários do modelo de fluxos	62
Figura 8 - Fluxograma para seleção de potenciais perigos microbiológicos em POA a partir de qualquer país exportador (cenário genérico).....	64
Figura 9- Fluxograma para seleção de patógenos de importância para a saúde animal. 65	
Figura 10 - Site da OMSA	66
Figura 11- Site da CFSPH	67
Figura 12 - Fluxograma para seleção de patógenos de importância para a saúde humana	68
Figura 13 - Site da OMS	69
Figura 14 - Site da FAO.....	70
Figura 15 - Site do CDC	71
Figura 16 - Site do CDC/NORS	72
Figura 17 - Site do FDA	73
Figura 18 - Site do EFSA.....	74
Figura 19 - Site do FSANZ.....	75
Figura 20 - Fluxograma para seleção de patógenos em bases científicas	76
Figura 21 - Fluxograma para seleção de potenciais perigos microbiológicos em POA de origem conhecida.....	77
Figura 22 - Fluxograma seleção de patógenos de importância para a saúde animal no país de origem	78
Figura 23 - Site do WAHIS	79
Figura 24 - Site do <i>Empres-i</i>	80

Figura 25 - Fluxograma para seleção de patógenos de importância para a saúde pública no país de origem.....	81
Figura 26 - Site da Promed	82
Figura 27 - Site do HealthMap	83
Figura 28 - Fluxograma para seleção de patógenos em bases científicas (origem conhecida).....	84
Figura 29 - Fluxograma do processo de seleção dos dados.....	91
Figura 30 - Principais produtos lácteos importados pelo Brasil, 2018 a 2022	94
Figura 31 - Origem da importação brasileira de soro de leite entre 2018 e 2022	97
Figura 32 - Origem da importação brasileira de queijo muçarela fresco (não curado) entre 2018 e 2022	99
Figura 33 - Origem da importação brasileira de queijos de massa semidura entre 2018 e 2022	101
Figura 34 - Exemplos para aplicação do método de busca por patógenos	109
Figura 35 - Descrição das três listas de potenciais perigos produzidos pelo modelo de fluxo proposto.....	110
Figura 36 - Fluxograma de busca para potenciais perigos microbiológicos veiculados em soro de leite importado pelo Brasil a partir de qualquer país exportador.....	111
Figura 37 - Fluxograma de busca por potenciais perigos veiculados pela muçarela importada da Argentina	115
Figura 38 - Fluxograma de busca por potenciais perigos em queijos de massa semidura importados do Uruguai	118
Figura 39 - Exemplos para aplicação da etapa de Identificação de Perigos em ARI ...	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Importações e exportações de produtos lácteos pelo Brasil em 2022	27
Tabela 2 - Descrição, volume e percentual dos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Matriz da Estimacão de risco	39
Quadro 2 - Modelo de organizao das informaçoes sobre as doenças de notificao obrigatória listadas pela OMSA	66
Quadro 3 - Modelo de organizao das informaçoes sobre as doenças de notificao obrigatória listadas pela OMSA, considerando país e período.....	78
Quadro 4 - Principais lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022 (excluindo leite em p).....	108
Quadro 5 - Potenciais perigos microbiológicos em soro de leite (cenário genérico)...	113
Quadro 6 - Potenciais perigos microbiológicos em muçarela fresca importada da Argentina	117
Quadro 7 - Potenciais perigos microbiológicos em queijo de massa semidura importado do Uruguai	120

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARI	Análise de Risco de Importação
AW	Atividade de Água
BC	Bases Científicas
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
CFSAN	<i>Center for Food Safety and Applied Nutrition</i>
CFSPH	<i>Center for Food Security & Public Health</i>
CIPV	Convenção Internacional para Proteção dos Vegetais
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
DTA	Doenças Transmissíveis por Alimentos
EMPRES-i	<i>EMPRES Global Animal Disease Information System</i>
ESFA	<i>European Food Safety Authority</i>
e-SISBRAVET	Sistema Brasileiro de Vigilância e Emergência Veterinárias
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FSANZ	<i>Food Standards Australia New Zealand</i>
IMA	Instituto Mineiro de Agropecuária
ISID	<i>International Society for Infectious Diseases</i>
JCR	<i>Journal Citation Reports</i>
LCV	<i>Large Cell Variant</i>
LFDA	Laboratórios Federais de Defesa Agropecuária
MAPA	Ministério de Agricultura e Pecuária
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
NCM	Nomenclatura Comercial do Mercosul
NORS	<i>National Outbreak Reporting System</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMS	Organização Mundial de Saúde
OMSA	Organização Mundial de Saúde Animal

PACPOA	Programa de avaliação de conformidade de produtos de origem animal comestíveis
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PNCEBT	Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose
PNCP	Programa Nacional de Controle de Patógenos
POA	Produto de Origem Animal
PROMED	<i>Program for Monitoring Emerging Diseases</i>
qPCR	Reação em cadeia da polimerase em tempo real
RIFI	Reação de Imunofluorescência Indireta
RTQI	Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade
SA	Saúde Animal
SCV	<i>Small Cell Variant</i>
SIC	Sistema de Informação e Comunicação
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SIZ	Sistema Nacional de Informação Zoossanitária
SP	Saúde Pública
SVO	Serviço Veterinário Oficial
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
WAHIS	<i>World Animal Health Information System</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	18
1.1 Hipóteses.....	19
1.2 Objetivo Geral	19
1.3 Objetivo Específico	20
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 MERCADO INTERNACIONAL DE PRODUTOS LÁCTEOS	21
2.1.1 Contextualização	21
2.1.2 Tendências globais de produção e demanda por alimentos	22
2.1.3 Comércio internacional de produtos lácteos	23
2.1.4 Aspectos sobre o mercado de leite no Brasil	24
2.2 ANÁLISE DE RISCO DE IMPORTAÇÃO	28
2.2.1 Contextualização	28
2.2.2 Conceitos	31
2.2.3 Análise de Risco de Importação em animais e produtos de origem animal ...	31
2.2.4 A metodologia da ARI pela OMSA	33
2.2.4.1 Identificação do perigo.....	34
2.2.4.2 Avaliação de risco	36
2.2.4.3 Gerenciamento do risco.....	39
2.2.4.4 Comunicação do risco	40
2.3 PÁTOGENOS COM IMPORTÂNCIA NA SAÚDE ANIMAL E HUMANA VEICULADOS PELO LEITE E DERIVADOS	40
2.3.1 <i>Mycobacterium bovis</i>	40
2.3.2 <i>Listeria monocytogenes</i>	46
2.3.3 <i>Coxiella burnetii</i>	50
2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO EM SAÚDE	54
2.4.1 Modelo de TIC em saúde pública e animal	56
3. CAPÍTULO I – MODELO DE FLUXO DE BUSCA PARA POTENCIAIS PERIGOS MICROBIOLÓGICOS EM PRODUTOS IMPORTADOS DE ORIGEM ANIMAL	59
3.1 Resumo	59
3.2 Introdução	60
3.3 Material e Métodos	61
3.4 Resultados e Discussão.....	63
3.5 Considerações finais	85

3.6 Referências bibliográficas	85
4. CAPÍTULO II – PERFIL DAS IMPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE PRODUTOS LÁCTEOS PARA CONSUMO HUMANO	87
4.1 Resumo	87
4.2 Introdução	88
4.3 Material e Métodos	89
4.4 Resultados e Discussão	91
4.5 Considerações finais	102
4.6 Referências bibliográficas	103
5. CAPÍTULO III - LISTA DE POTENCIAIS PATOGÊNOS VEICULADOS PELO LEITE E SEUS DERIVADOS: APLICAÇÕES DO MÉTODO.....	105
5.1 Resumo	105
5.2 Introdução	106
5.3 Material e Métodos	108
5.4 Resultados e Discussão	110
5.5 Considerações finais	121
5.6 Referências bibliográficas	122
6. CAPÍTULO IV – IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS BIOLÓGICOS EM PRODUTOS LÁCTEOS IMPORTADOS PELO BRASIL ENTRE 2018 E 2022: 1ª ETAPA DA ARI	126
6.1 Resumo	126
6.2 Introdução	127
6.3 Material e Métodos	129
6.4 Resultados e Discussão	132
6.5 Considerações finais	139
6.6 Referências bibliográficas	140
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	144
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
ANEXO 1	158
ANEXO 2	159
ANEXO 3	160

1 – INTRODUÇÃO GERAL

Os processos de comercialização acompanham as civilizações desde o início do seu desenvolvimento. As demandas por alimentos foram as maiores impulsionadoras do movimento comercial no mundo. Desde então, a compra e venda de produtos agropecuários para tais fins se mantêm em constante expansão. O comércio agropecuário transfronteiriço, isto é, aquele realizado entre diferentes territórios, é considerado uma das principais fontes econômicas em diversos países no mundo, inclusive, no Brasil (HUESTON, TRAVIS e VAN KLINK, 2011).

O mercado agropecuário é essencial para garantir segurança alimentar, diversificação de dietas e melhores rendas rurais em muitas regiões do mundo. A pressão por importações de alimentos, como carnes e laticínios, em países onde a produção doméstica não é suficiente para o abastecimento interno, reforça a necessidade de melhoria na obtenção de produtos alimentícios. A produção leiteira é apenas o início de uma cadeia de produção que vive em constante renovação e aperfeiçoamento (HUESTON, TRAVIS e VAN KLINK, 2011; OCDE/FAO, 2022).

O mercado lácteo global está inserido em um ambiente altamente dinâmico, dependente tanto da intensividade da produção de leite, como dos novos hábitos de consumo que regem novos canais de venda, inovações de produtos e embalagens, tendências nas formas de elaboração de receitas, e novas experimentações. Diante desse cenário, as movimentações e as trocas comerciais de produtos e animais estão mais ativas como nunca (HUESTON, TRAVIS e VAN KLINK, 2011; OCDE/FAO, 2022).

Considerando ao mesmo tempo a relevância socioeconômica do mercado de proteína animal e a manutenção da saúde dos rebanhos e da população humana no Brasil, faz-se necessário que o país obtenha excelência nas ações de vigilância sanitária nos processos de importação. O risco de entrada e disseminação de patógenos por meio da internalização de produtos alimentícios contaminados é constante e progressivo. Ainda que o volume das importações brasileiras de alimentos de origem bovina não tenha tanta representatividade quando comparado às exportações, o controle e o monitoramento dos riscos devem ocorrer de forma eficaz com vistas à manutenção do *status* sanitário dos rebanhos e à prevenção de enfermidades zoonóticas aos consumidores. Tal condição evita

que haja possíveis surtos de doenças já erradicadas ou controladas no Brasil, bem como prejuízos econômicos (AMARAL e DE SOUZA, 2015). No campo da saúde pública, as doenças veiculadas pelo alimento constituem um grande desafio, uma vez que a contaminação do alimento pode ocorrer em qualquer etapa da produção, transporte, armazenamento ou comércio, sendo complexa a investigação dos riscos (DESORDI, 2020).

Dada a importância do comércio e do consumo de leite e seus derivados no Brasil, o desenvolvimento de Análise de Risco de Importação - ARI deve ser estimulado para caracterizar os níveis de riscos que esses produtos oferecem ao mercado a que se destinam, principalmente, em razão da prevenção de doenças de importância para os humanos e animais (SUGIURA e MURRAY, 2011; SANTOS *et al.*, 2014).

Antes da condução de uma ARI, é fundamental conhecer o produto a ser importado e identificar todos os possíveis perigos associados ao mesmo. Os perigos microbiológicos envolvem patógenos que afetam a saúde humana e animal. Neste contexto, há uma grande dificuldade em identificar todos os agentes patogênicos existentes, visto que o processo de pesquisa pode ser complexo e despender muito tempo. No intuito de agilizar tais processos e garantir que as fontes empregadas sejam confiáveis e estejam atualizadas, foi proposto um caminho para realização dessas pesquisas a partir da estruturação de fluxos que culminam em uma lista de potenciais perigos microbiológicos relacionados a determinado produto.

1.1 Hipóteses

A possibilidade de construção de um processo de identificação de perigos por meio da modelagem do fluxo de atividades de busca a ser utilizado por analistas de risco na elaboração de Análise de Risco de Importação – ARI em produtos de origem animal.

1.2 Objetivo Geral

Construção de um modelo de fluxo de instruções que permita pesquisar e identificar todos os patógenos associados a produtos de origem animal importados, que irão integrar uma lista de potenciais perigos microbiológicos a ser utilizada em processos de Análise de

Risco de Importações - ARI pelo Brasil, incluindo alguns exemplos práticos relacionados ao comércio internacional de derivados lácteos.

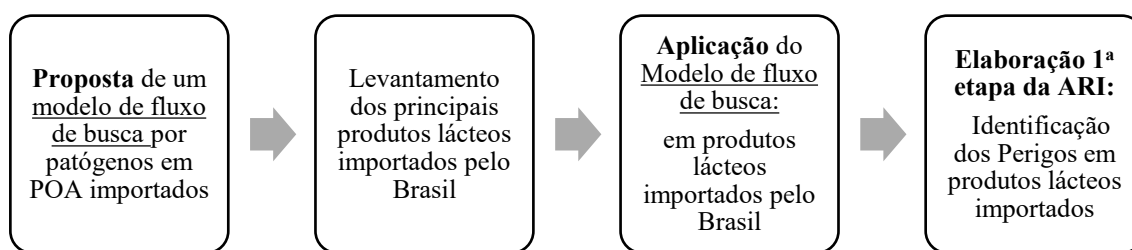
1.3 Objetivos Específicos

- 1.3.1) Propor um modelo para desenvolver processos de seleção de patógenos a serem submetidos na primeira etapa da ARI, denominada Identificação de Perigos, considerando as importações de Produtos de Origem Animal - POA pelo Brasil a partir de um país específico e um cenário genérico - a partir de qualquer país exportador (Capítulo I);
- 1.3.2) Realizar uma análise exploratória dos dados sobre as importações brasileiras de produtos lácteos, suas origens (principais países exportadores) e volumes importados, entre o período de 2018 e 2022 (Capítulo II);
- 1.3.3) Executar o processo de seleção de patógenos por meio do modelo de fluxo proposto utilizando como exemplo produtos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022, com vistas à elaboração de uma lista de potenciais Perigos em produtos importados de países específicos e uma outra lista genérica, a partir de qualquer país exportador (Capítulo III);
- 1.3.4) A partir das listas de potenciais Perigos em produtos lácteos, submeter patógenos potenciais a etapa de Identificação de Perigo, para reconhecimento como agente capaz de disseminar doenças no país importador, devendo seguir para a próxima etapa da ARI (Capítulo IV).

1.4 Organização do trabalho

A organização do trabalho foi delineada conforme esquema representado na Figura 1, com a finalidade de facilitar a compreensão dos processos desenvolvidos na execução da pesquisa.

Figura 1 - Esquema das etapas de organização do trabalho



2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MERCADO INTERNACIONAL DE PRODUTOS LÁCTEOS

2.1.1 Contextualização

A cadeia produtiva do leite e derivados é considerada estratégica em diversos países, pois movimentada a economia local com geração de renda e emprego. Por esse motivo, grandes incentivos à produção e à proteção contra a entrada de terceiros no mercado doméstico são resoluções criadas para que haja suficiência no abastecimento interno e exportação de excedentes. Entretanto, alguns países ainda são dependentes do mercado internacional de lácteos, uma vez que a produção local é insuficiente para atender o consumo da sua população (LEITE, 2020).

Uma pequena parcela de países participa do comércio internacional de lácteos de forma significativa. Dentre estes, estão alguns países em desenvolvimento que, embora estejam entre os maiores produtores mundiais, contribuem com volume discreto em relação ao total comercializado. O comércio global de leite movimentado apenas cerca de 7% da produção mundial, que tem como principais exportadores União Europeia e Estados Unidos (LEITE, 2020; OCDE/FAO, 2022).

O setor leiteiro é uma das principais atividades econômicas do Brasil, estando presente em quase todos os municípios brasileiros e envolvendo mais de um milhão de produtores no campo, além de gerar outros milhões de empregos dentro da cadeia (ROCHA *et al.*, 2020). Mesmo assim, a produção nacional não é suficiente para atender a sua demanda e, apesar de o Brasil ser o 3º maior produtor de lácteos do mundo (35 bilhões de litro/ano), o consumo interno ainda é dependente do mercado externo. Esse cenário resulta em

grandes volumes de produtos lácteos internalizados pelo Brasil, gerando um déficit da balança comercial do setor, já que o volume das exportações brasileiras é bem inferior ao volume adquirido ou importado de outros países (EMBRAPA, 2023).

2.1.2 Tendências globais de produção e demanda por alimentos

De acordo com as projeções do mercado agropecuário desenvolvidas pela FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e pela OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, o consumo mundial de alimentos deverá aumentar em 1,4% ao ano, impulsionado principalmente pelo crescimento populacional. Em relação ao consumo mundial de leite (considerando as espécies de bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos), o aumento previsto é de 1,7%. Espera-se que algumas regiões do mundo continuem exportando parte da sua produção doméstica (por exemplo, América Latina e Caribe, Europa e Ásia Central), enquanto outras necessitem importar crescentes parcelas para seu consumo interno (por exemplo, África Subsaariana) (OCDE/FAO, 2022).

Esse aumento da demanda por proteína animal, desencadeado pelo avanço populacional e pelo incremento da renda em alguns países, requer maior produtividade e eficiência dos processos agropecuários (SAATH e FACHINELLO, 2018). Países de baixa e média renda constituem maior parte da demanda por alimentos, ao contrário dos países de alta renda que, devido ao crescimento lento da população e a possibilidade de saturação do consumo *per capita* de diversos grupos de alimentos, não apresentam grandes alterações (OCDE/FAO, 2018).

As tendências relacionadas a comercialização de alimentos de forma geral se diferenciam de acordo com os *status* de renda dos países. Enquanto em países de alta renda se espera declínio no consumo de açúcar e discreto aumento no consumo de proteína animal correlacionado às questões ambientais e de saúde, países de renda média tendem a aumentar a diversidade da dieta, incluindo produtos e gorduras animais. Já a dieta dos países de baixa renda tende a permanecer baseada nos alimentos básicos. Quanto a produção pecuária, países de alta e média-alta renda apresentam prospecção de menor incremento na produtividade, e os países de baixa e média renda, expansão e intensificação da produção animal (OCDE/FAO, 2022). As previsões mais recentes

mostram que a Índia e o Paquistão podem contribuir com mais da metade do crescimento da produção de leite mundial e, desta forma, possam corresponder a mais de 30% de produção em 2030 (EMBRAPA, 2022).

2.1.3 Comércio internacional de produtos lácteos

Dados preliminares estimam a produção mundial de leite para ano de 2022 em aproximadamente 930 milhões de toneladas, o que representa um acréscimo de apenas 0,6% em relação ao ano anterior (FAO, 2022a). Embora o resultado total seja positivo, a produção na América do Sul, África e Oceania apontam para uma redução, ao contrário da Ásia e América Central e Caribe (FAO, 2022b).

Em 2022, a Índia foi o maior produtor mundial de leite, com uma estimativa de produção de 221 milhões de toneladas. Contudo, esse volume produzido não impacta o mercado mundial, uma vez que o comércio indiano de lácteos é realizado, normalmente, de forma local. Considerando apenas a produção no continente asiático, China, Paquistão, Uzbequistão, Cazaquistão e Japão vem em seguida, com aumentos expressivos a cada ano. Investimentos internos privados, subsídios, condições meteorológicas, expansão do rebanho e da produtividade foram algumas variáveis presentes nesses países que proporcionaram aumento expressivo (2,9%) na quantidade de leite na Ásia (FAO, 2022a; FAO, 2022b).

Na Europa, a previsão aponta tendência de declínio na produção de leite - 0,8% em relação a 2021, enquanto na América do Norte, a previsão é de estabilidade para 2022, com produção aproximada de 112,6 milhões de toneladas de leite. Na América do Sul, a Colômbia poderá compensar, em parte, a queda de produção oriunda do Brasil, Argentina e Uruguai. A produção do continente está estimada para 65,6 milhões de toneladas, apontando para uma redução de 1,7% a produção de leite em relação a 2021. Para a África e Oceania são estimadas diminuições de 0,5% e 1,8% na produção de leite, respectivamente (FAO, 2022a).

Em 2020, após anos de avanço, as importações e exportações globais de lácteos começaram a desacelerar. Entre os fatores que contribuíram para essa mudança estão as interrupções na cadeia de valor oriunda das crises econômicas, privações e adversidades

no transporte entre países devido, sobretudo, aos cenários de pandemia e guerras, e diminuição da demanda (OCDE/FAO, 2022). Ainda assim, houve em 2021 uma forte demanda de importação por leite em pó, queijo, manteiga e soro de leite, que acabou exercendo uma pressão significativa de alta sobre os preços dos lácteos (FAO, 2022b). Para 2022, a tendência foi de retração no comércio de leite em pó e soro, e estabilidade nas vendas de manteiga e queijo (EMBRAPA, 2022)

No que diz respeito a movimentação do comércio entre os territórios, União Europeia, Estados Unidos, Nova Zelândia, Argentina e Austrália são os cinco principais exportadores dos produtos lácteos e suprem grande parte da demanda global. A maior quantidade de lácteos exportados é comercializada para o continente asiático. A Ásia registrou o maior aumento nas importações de lácteos em 2021, seguida pela América Central, Caribe e América do Norte (FAO, 2022a).

Em 2021, as exportações para a China, principal país importador de lácteos, aumentaram em uma taxa recorde de 22,2% (20,7 milhões de toneladas) em relação ao ano anterior, em que as compras de leite em pó integral e soro de leite em pó constituíram a maior parte das importações (FAO, 2022b). No entanto, em 2022, devido principalmente a altos estoques, aumento de produção local e bloqueios devido a Covid-19, há tendência de redução das importações (FAO, 2022a).

2.1.4 Aspectos sobre o mercado do leite no Brasil

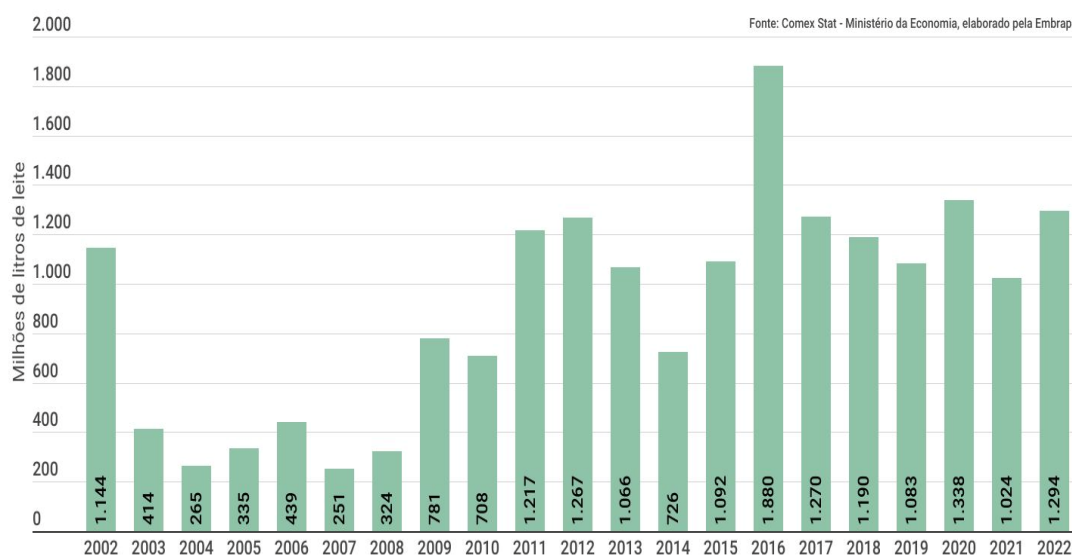
O Brasil é destaque no mercado global de produção de alimentos. São notórias a importância econômica da cadeia de bovinocultura para o país e a sua relevância no mercado internacional de produtos de origem animal (RANSOLIN, 2019, CEPEA, 2020). O saldo da balança comercial do agronegócio brasileiro evoluiu desde o início da década de 1990, contribuindo positivamente para o saldo da balança comercial total, onde se incluem todos os tipos de produtos comercializados e produzidos no Brasil (ABIEC, 2022). Em 2022, a balança comercial do agronegócio apresentou superávit de US\$ 8,69 bilhões, enquanto a balança comercial total, um superávit de US\$ 2,61 bilhões (IPEA, 2023).

A relevância do setor de agronegócio para país é crescente, mesmo com o Produto Interno Bruto – PIB agropecuário recuando 4,22% em 2022 em relação à 2021, quando houve patamar recorde. O setor representou 24,8% do PIB brasileiro total, menor que o ano de 2021 (26,6%). Parte desse resultado no PIB total se deve ao recuo do PIB do ramo agrícola (-6,39%) em 2022. Já o PIB pecuário avançou 2,11%, justificado pela evolução do faturamento para os pecuaristas superior aos valores dos custos de insumos (CEPEA, 2023).

A produção de leite representa uma fatia importante do setor agropecuário nacional, com grande avanço nas últimas décadas, saltando de 5,2 milhões de toneladas para 25,02 milhões de t/ano, entre 1974 e 2021. Porém, a produção de leite e as trocas comerciais, no ano de 2021, mostraram-se abaixo do previsto, a redução da produtividade em relação a 2020 foi de 2,3%. Esse cenário se refletiu negativamente também na rentabilidade do produtor e na quantidade de importações de lácteos em 2021. A redução do consumo, o enfraquecimento da economia e os elevados custos de produção desestimularam os produtores rurais e restringiram a compra de matéria-prima pelos laticínios e, como consequência, houve retração do setor lácteo brasileiro (EMBRAPA, 2022). As consequências foram vistas no mercado consumidor, cujo consumo anual estimado de leite por habitante foi reduzido de 170,3 litros para 163 litros em 2022 (EMBRAPA, 2023).

As importações de lácteos no Brasil apresentam comportamento oscilante desde a década de 1980, variando entre períodos de alto e baixo volume de compras. Isso ocorre devido a influência de alguns fatores como preço internacional, preço doméstico, câmbio e necessidade de composição de estoque (EMBRAPA, 2019). Entretanto, nos últimos anos, as importações não obtiveram elevadas discrepâncias, com discreto aumento em 2022, conforme Figura 2.

Figura 2 - Importação total de leite e derivados pelo Brasil de 2002 a 2022 (milhões equivalente litros de leite)



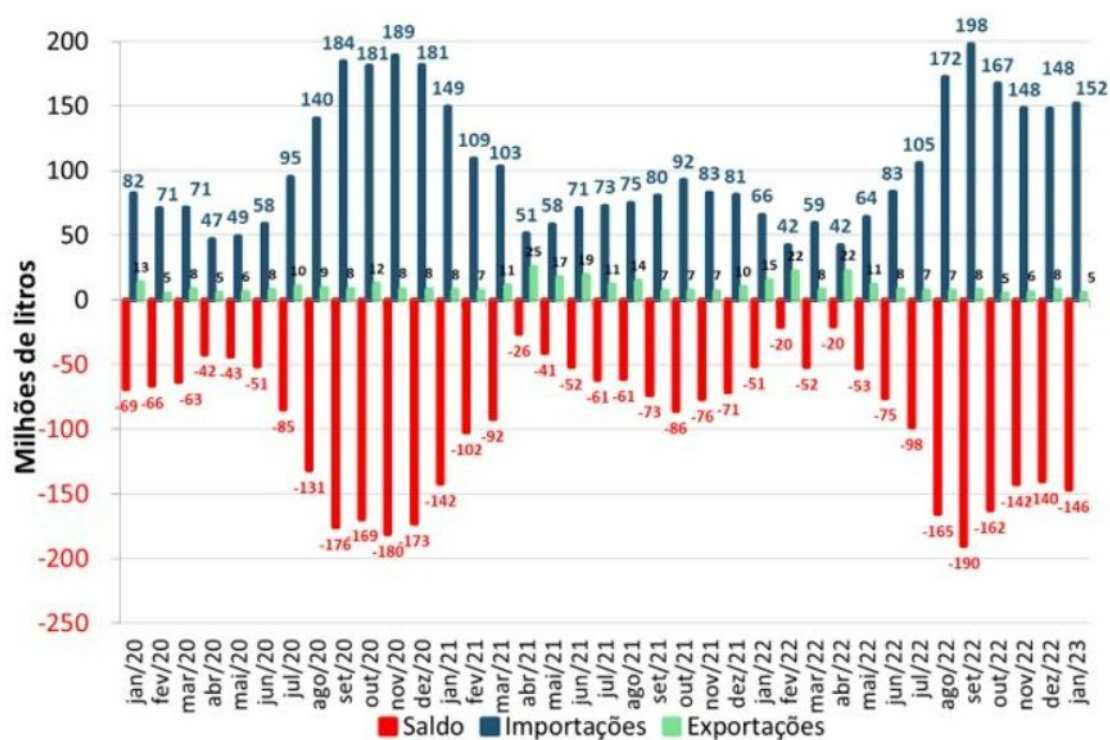
Fonte: CILEITE, 2023.

O Brasil é considerado um importador de lácteos consolidado, cujo volume corresponde em torno de 3 a 5% da produção nacional em equivalente litros de leite. Esse volume advém majoritariamente da Argentina e do Uruguai (LEITE, 2020). De forma contrária, as exportações brasileiras de lácteos ainda não conseguiram progredir, pois tais trocas tendem a ser eventuais e oportunistas. Embora tenha comercializado, em 2022, 2,5% a mais que o ano anterior, a quantidade se aproximou apenas das 12 mil toneladas. (EMBRAPA, 2023).

No Brasil, são diversos os entraves que prejudicam a evolução das exportações e da própria autossuficiência de produção, envolvendo desde questões de eficiência industrial, logística, tributações, escalas de produção, burocracia instaurada e principalmente a deficiência de políticas de incentivo (MORAES e BENDER, 2017; EMBRAPA, 2019).

As consequências dessa conjuntura não permitem ao país superar o saldo negativo da balança comercial de lácteos que vem se prolongando ao longo dos anos (Fig. 3). Ao final de 2022, o déficit acumulado foi de US\$ 539 milhões, com volume negativo de 140 milhões de litros de leite em dezembro do mesmo ano. O cenário dos últimos anos reflete a intensa demanda interna por produtos lácteos que não foi atendida por completo pela produção brasileira (CILEITE, 2023).

Figura 3 - Saldo mensal da balança comercial brasileira de lácteos.



Fonte: MILKPOINT (2023)

Dados das exportações e importações em 2022 (Tabela 1) mostram que, à exceção do leite modificado e leite fluido, os queijos, leites em pó, manteiga, demais produtos lácteos, doce de leite, soro de leite, leiteiro e demais gorduras lácteas apresentaram saldo negativo na balança comercial de produtos lácteos (BRASIL, 2023b), com maiores destaques para importação de leites em pó, queijos e soro de leite.

Tabela 1 - Importações e exportações de produtos lácteos pelo Brasil em 2022

Produtos	importação		exportação		saldo	
	valor US\$	volume (t)	valor US\$	volume (t)	valor US\$	volume (t)
Leite em pó	440.325.397,00	106.464	22.884.125,00	5.868	-417.441.272,00	-100.595
Queijos	163.289.071,00	33.199	25.226.463,00	4.258	-138.062.608,00	-28.941
Soro de leite	42.254.416,00	18.964	874.158,00	905	-41.380.258,00	-18.059
Manteiga	16.113.179,00	2.895	5.183.080,00	1.034	-10.930.099,00	-1.861
Demais gorduras lácteas	13.930.294,00	2.158	10.181,00	4	-13.920.113,00	-2.155
Leitelho	12.784.598,00	2.861	600.453,00	495	-12.184.145,00	-2.365

Demais produtos lácteos	11.594.434,00	2.503	4.240.977,00	1.315	-7.353.457,00	-1.188
Doce de leite	2.473.967,00	914	1.261.807,00	414	-1.212.160,00	-501
Leite modificado	1.404.942,00	142	3.193.379,00	785	1.788.437,00	643
Leite fluido	58.410,00	84	3.681.403,00	5.429	3.622.993,00	5.345

Fonte: dados ComexStat (BRASIL, 2023b), elaborado pela autora.

O Brasil, embora apresente um cenário desfavorável na balança comercial de lácteos, tem potencial para se tornar exportador legítimo. Para isso ocorrer, segundo Leite (2020), o foco deveria estar no aumento da produtividade total dos fatores de produção e na redução dos custos, na melhor qualidade da matéria-prima e dos produtos lácteos, maior eficiência industrial, inovação de produtos e processos.

2.2 ANÁLISE DE RISCO DE IMPORTAÇÃO

2.2.1. Contextualização

Em um cenário mundial, onde países com diferentes *status* sanitários compõem uma rede de comércio extremamente ativa, animais e seus produtos transitam por meio dos continentes e oceanos, tornando-se potenciais disseminadores de vetores e agentes patogênicos para homens e animais (SANTOS *et al.*, 2014). Diante dessa realidade, a análise de risco vem se tornando uma ferramenta imprescindível para auxiliar o serviço veterinário oficial no controle e prevenção de doenças em todo mundo. Acredita-se que a utilização de práticas que envolvem tal ferramenta não seja tão nova. Murray *et al.* (2010) citam que, no passado, médicos veterinários envolvidos nos processos de importação e exportações realizavam, de alguma forma, avaliações antes de introduzir um animal ou produtos de origem animal nos territórios, mesmo que na maioria das vezes não houvesse processos de documentação.

O conceito de Risco se tornou mais popular e as aplicações de análise de risco foram intensificadas pelos serviços veterinários oficiais após o seu emprego pela Organização Mundial do Comércio - OMC. Em um contexto que se buscava desenvolver políticas internacionais transparentes para o comércio de produtos, foi estabelecido, em 1995, o Acordo Sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias - SPS no âmbito da OMC. Neste acordo, atualmente vigente, vigora a proteção à vida, à saúde humana e

animal e à sanidade vegetal por meio de diretrizes, procedimentos e controles aplicáveis ao comércio internacional de produtos agrícolas, visando assegurar a inocuidade e a qualidade dos alimentos e a proteção do território nacional contra pragas e doenças de forma que tais questões não resultem em obstáculos nas negociações comerciais (SUGIURA e MURRAY, 2011; SANTOS *et al.*, 2014; CORBELLINI e COSTA, 2015; MRE, 2020).

Parte do acordo SPS discorre sobre a ferramenta de análise de risco e a determinação de níveis apropriados de proteção sanitária e fitossanitária, recomendando que os países se baseiem, quando possível e apropriado, em metodologias recomendadas por organizações internacionais para garantir o comércio seguro. As aplicações destas medidas têm como finalidade primordial evitar a distinção tendenciosa e injustificável, por interesse disfarçado de algum país, nos acordos internacionais (BAENA, 2005; MACHADO, 2007; SUGIURA e MURRAY, 2011).

Diante da despadronização e da incapacidade de os diferentes governos enfrentarem as frequentes ameaças de disseminação de patógenos por meio do comércio, organizações internacionais se tornaram fundamentais para orientação e auxílio na resolução desses problemas. A FAO, por meio das normas definidas pelo *Codex Alimentarius*, regulamenta as ações que envolvem a segurança dos alimentos para os humanos (FAO/WHO, 2005; DINIZ, 2015). As normas existentes na Convenção Internacional para Proteção dos Vegetais - CIPV promovem a saúde vegetal (BRÜCKNER, 2011) e as diretrizes da Organização Mundial de Saúde Animal – OMSA são referências para que os países mantenham níveis adequados de sanidade em seus rebanhos e garantam a proteção da saúde animal e humana (MENÉNDEZ GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

A abordagem utilizada pela OMSA nas análises de risco em âmbito internacional do comércio de animais e produtos de origem animal e a abordagem presente no *Codex Alimentarius* para as análises de risco microbiológico de alimentos, embora tenham finalidades diferentes, são equivalentes e utilizam os mesmos princípios (MENÉNDEZ GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

A OMSA considera que nenhum método único de risco é universalmente aplicável em todos os casos. As avaliações devem ser capazes de se adaptarem à variedade de animais,

às *commodities*, aos múltiplos perigos que podem ser identificados em uma importação, à especificidade de cada doença, aos sistemas de detecção e vigilância, aos cenários de exposição e às quantidades de dados e informações (HUESTON, TRAVIS e VAN KLINK, 2011). Entretanto, essa ferramenta pode ser dispensável durante processos de comercialização, ou ser prontamente aplicada em situações atípicas como importação de novos produtos ou animal anteriormente não avaliados, alteração de *status* sanitário no país exportador ou quando é procedente de novo país (SANTOS, 2016).

Para definir critérios e exigências nos processos de importações, o país membro da OMSA se orienta pelos Código Sanitário de Animais Terrestre (para mamíferos, aves e abelhas), Código Sanitário de Animais Aquáticos (para anfíbios, crustáceos, peixes e moluscos) e por informações divulgadas e atualizadas pela própria OMSA. Em grande parte das trocas comerciais, o país importador pode permitir o ingresso do produto sem a realização da análise de risco desde que o exportador obtenha os padrões sanitários recomendados nos códigos supracitados (OMSA, 2018).

As medidas de restrições ao comércio de animais e seus produtos não devem ser aplicadas arbitrariamente. Na ausência de normas relevantes ou se houver evidência científica de que as recomendações não atingem o nível de proteção considerado adequado por um país e, caso os membros não optarem pelas medidas sugeridas pela OMSA, é então necessário adotar um nível mais alto de proteção. Em casos que os requisitos internos sejam mais restritos que o recomendado pela OMSA, os mesmos deverão estar fundamentados em análises de risco associadas à importação (SUGIURA e MURRAY, 2011; VIANA, 2014).

Portanto, em circunstâncias em que as análises de risco são indispensáveis, as mesmas devem ser realizadas com base em metodologias científicas, seguindo as diretrizes internacionais. A OMSA, sendo responsável internacionalmente pela normatização dos padrões e pelas recomendações de medidas sanitárias no âmbito do comércio de animais e produtos de origem animal, adotou um modelo de ferramenta de risco dos autores Covello e Merkhofer, que será abordada ao longo da revisão (COVELLO e MERKHOHER, 1993; MURRAY *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2014; DORNELAS, 2018).

2.2.2. Conceitos

Segundo OMSA (2022), o termo “Risco” pode ser considerado como a probabilidade da ocorrência e a provável magnitude das consequências biológicas e econômicas de um evento ou efeito adverso para a saúde animal ou humana.

A análise de risco no contexto da saúde é uma ferramenta que inclui a consideração epidemiológica sobre os determinantes do processo saúde-doença, visando orientar o processo de tomada de decisão. Proporciona, por meio de um processo ordenado, informações sobre o risco de introdução de agentes indesejáveis mediante as trocas comerciais ou o trânsito de animais ou pessoas, bem como as consequências e os custos decorrentes do evento (CALLEFE e FERREIRA NETO, 2020). A técnica de análise de risco de forma estruturada é considerada recente. Tal ferramenta vem sendo utilizada de forma gradativa e habitual pelos serviços veterinários oficiais dos países a partir da década de 1990 e tornou-se um método essencial nas deliberações entre as alternativas com menor risco sanitário (SANTOS *et al.*, 2014).

As análises de risco podem ser realizadas de forma qualitativa ou quantitativa. Para muitas doenças uma análise de risco qualitativa pode ser suficiente, sobretudo para as doenças listadas pela OMSA, cujos padrões estão bem acordados internacionalmente quanto aos seus prováveis riscos (OMSA, 2022). Os resultados desse tipo de análise são expostos em categoria nominais, tais como, alto, médio ou baixo risco (DINIZ, 2015; SANTOS, 2016). Já as análises quantitativas necessitam do emprego de modelagens matemáticas, cujos resultados são dados de forma numérica. Esses modelos geralmente são expressos em processo estocástico, utilizando distribuições de probabilidade para designar cada variável. Neste caso, os valores das distribuições são amostrados aleatoriamente em cada simulação do modelo, que é calculado por repetidas vezes (iterações), e resulta em diferentes cenários, os quais produzem uma distribuição de possíveis resultados à medida que são formados. A amostragem de cada valor nas distribuições de probabilidade é comumente realizada pelo método de Monte-Carlo, em que há reposição dos valores selecionados a cada simulação (MURRAY *et al.*, 2010; SANTOS, 2016)

2.2.3. Análise de Risco de Importações (ARI) em animais e produtos de origem animal

Destinado aos analistas de riscos, aos fabricantes de alimentos, aos serviços veterinários e aos demais envolvidos na cadeia de produção de alimentos de origem animal, principalmente, aos que estão diretamente ligados às importações, a OMSA publicou em 2004, o Manual sobre Análise de Risco de Importação para Animais e Produtos de Origem Animal, cujo objetivo era auxiliar na identificação dos riscos de doenças decorrentes de mercadorias importadas, bem como no gerenciamento eficaz dos riscos (MURRAY *et al.*, 2010).

O desenvolvimento da ARI permite fornecer ao país importador um método válido, defensável e objetivo para avaliar os riscos sanitários que envolvem o ingresso de animais vivos, material genético, produtos biológicos e material patológico, além de produtos destinados ao consumo humano, à alimentação animal, produtos de uso cirúrgico e para uso agrícola ou industrial (MURRAY *et al.*, 2010; OMSA, 2022). Essa ferramenta, de forma mais abrangente, e mediante um processo lógico, estruturado e consistente, elabora e disponibiliza as informações necessárias sobre o risco de introdução de doenças/patógenos e a possibilidade de se estabelecer e se difundir em um determinado território. Além disso, é possível estimar as consequências econômicas e para a saúde pública e animal de uma possível disseminação dos patógenos (SANTOS *et al.*, 2014). A análise de risco deve ter como premissa a transparência, isto é, todas as documentações e comunicações exigidas pelos protocolos necessitam estar completos e disponíveis de modo que os países envolvidos compreendam as exigências e assim, possam impor condições ou realizar a recusa das importações (OMSA, 2022).

Santos *et al.* (2016) ressaltam que o emprego da análise de risco vem ocorrendo não só em importações de produtos, mas também em atividades que se relacionam com a introdução de patógenos por animais silvestres de vida livre, aves migratórias, bioterrorismo, bem como na saúde pública com implicações em animais de companhia e veiculação de doenças por fonte hídrica.

Atualmente, a realização da ARI com abordagem qualitativa vem sendo a mais adequada na maioria das vezes. Porém, em algumas situações se torna inevitável o uso das ferramentas quantitativas. Murray *et al.* (2010) citam que para obter maiores informações

sobre uma questão específica, identificar algumas etapas críticas ou comparar diferentes medidas sanitárias surge a necessidade do desenvolvimento do modelo matemático.

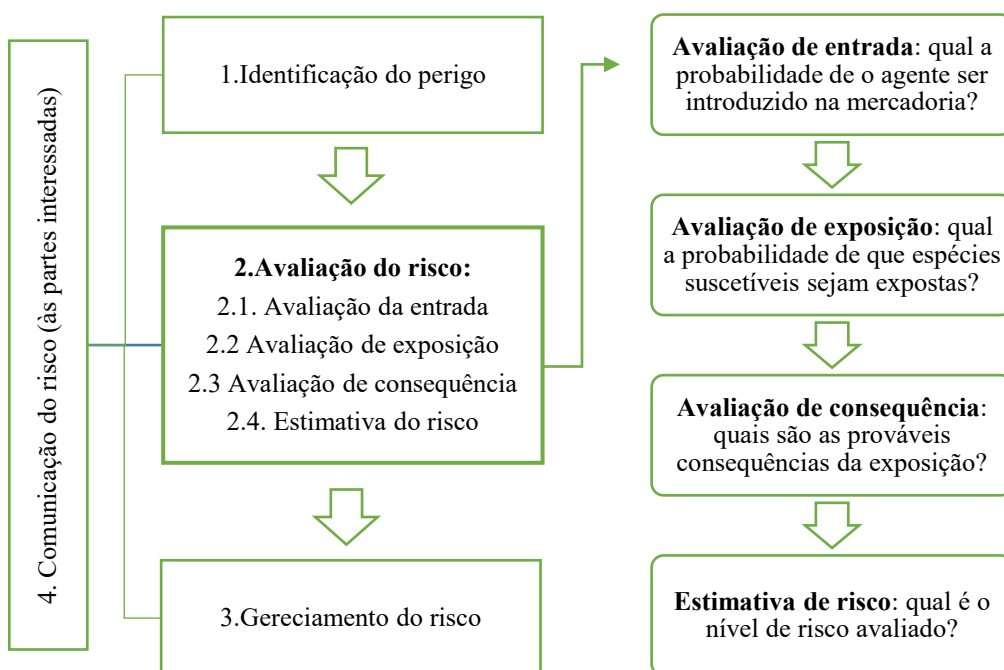
De forma geral, o processo de ARI necessita levar em consideração os resultados de uma avaliação dos serviços veterinários oficiais; os sistemas de zoneamento e compartimentalização e a existência dos programas de vigilância sanitária animal em vigor no país exportador. Além disso, ao se avaliar os riscos de um produto de origem animal, é fundamental considerar a viabilidade do agente de interesse após os processamentos de fabricação e manipulação utilizados para a obtenção do produto final (SUGIURA e MURRAY, 2011).

2.2.4. A metodologia da Análise de Risco de Importação pela OMSA

Considerando que a ARI se baseia em um método formal para identificar perigos e, posteriormente, avaliar os riscos decorrentes desses perigos, a OMSA adotou o modelo de Covello e Merkhofer (1993), o qual foi projetado para avaliar a magnitude real do risco e suas consequências. Esse modelo utiliza-se de uma abordagem sistemática, cujo processo é composto por diferentes fases (Fig. 4) (MURRAY *et al.*, 2010; HUESTON, TRAVIS e VAN KLINK, 2011; SANTOS, 2016):

1. Identificação de perigos
2. Avaliação de risco, que incluem as etapas de avaliação de entrada, avaliação de exposição, avaliação de consequências e estimativa de risco.
3. Gerenciamento do risco
4. Comunicação de risco

Figura 4 - Fases da Análise de Risco de Importação



Fonte: Murray *et al.*, (2010)

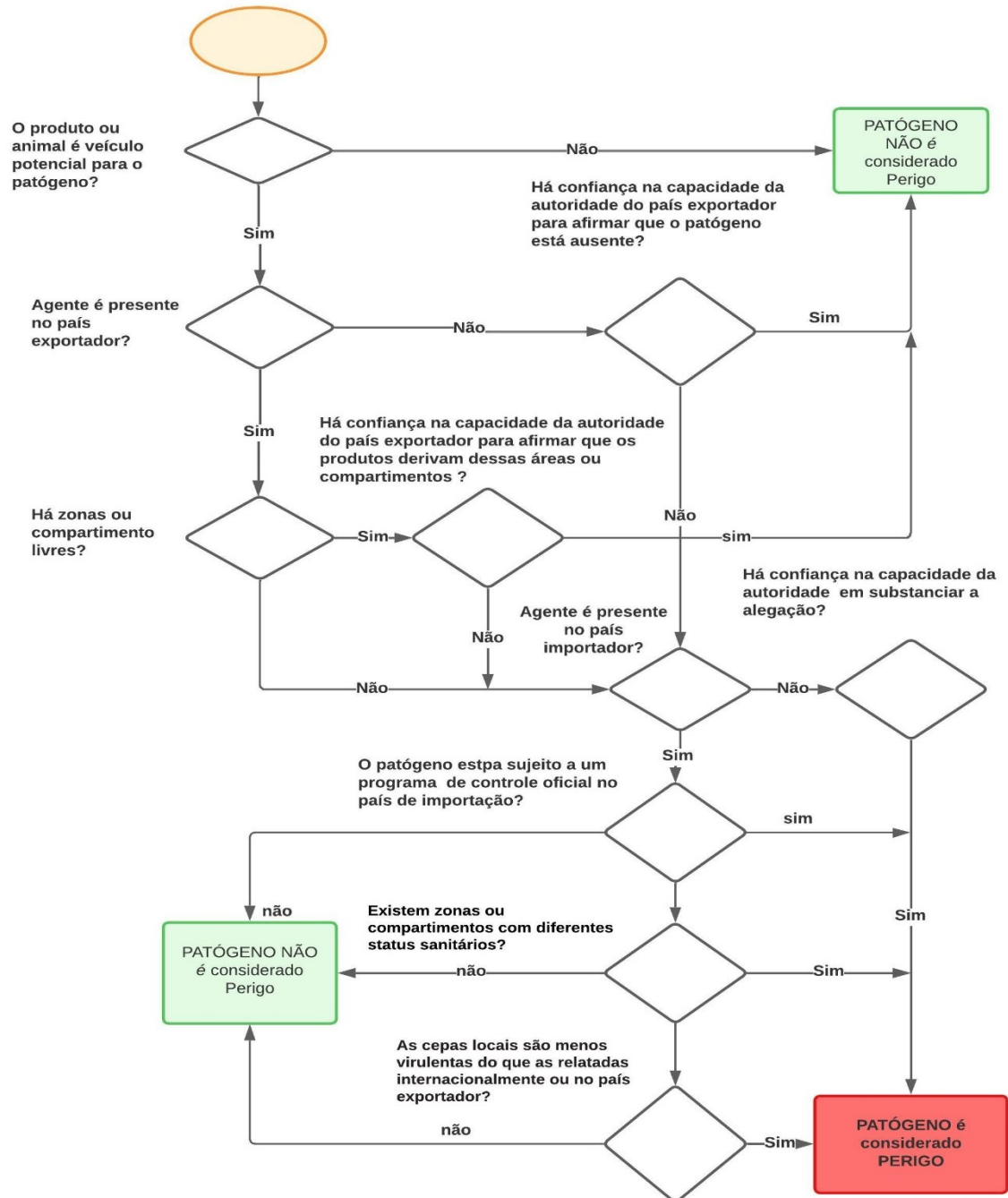
2.2.4.1 Identificação de perigo

De acordo com o Código Sanitário para Animais Terrestres (OMSA, 2022), “perigos” referem-se a um agente biológico, químico ou físico, ou a uma condição de um produto de origem animal ou ao próprio animal, com potencial para causar um efeito adverso à saúde. A identificação de perigos é a primeira etapa da ARI, e envolve o reconhecimento de patógenos associados aos itens a serem importados, que podem ser matérias-primas, materiais de multiplicação, produtos já processados ou animais vivos, ambos com potencial de contaminação e disseminação de doenças para o país importador (BRASIL, 2019).

Essa etapa inicia-se com a elaboração de uma lista de micro-organismos (vírus, bactérias, parasitas, protozoários) capazes de produzir danos à saúde animal e/ou humana e a ordem econômica, sanitária e ambiental (BRASIL, 2019; OMSA, 2022). A partir dessa lista preliminar, cada agente deve ser examinado individualmente por meio da aplicação de perguntas realizadas de forma subsequente, utilizando, de preferência, a ferramenta da árvore decisória (representação visual dos possíveis caminhos para tomar uma decisão). As respostas dadas pelos avaliadores de risco devem ser embasadas com rigor científico

e respondidas de forma dicotômica: sim ou não (Fig. 5). Tais questões envolvem se o produto ou o animal vivo é um veículo potencial; se o agente está presente nos países (importador ou exportador) ou em ambos; se a doença está sujeita a um programa de controle oficial ou se existem zonas ou áreas de compartimentalização no país exportador, ou se as cepas locais são menos virulentas que as relatadas entre os países exportadores (COVELLO e MERKHOHER, 1993; BRASIL, 2019).

Figura 5 - Árvore decisória para identificação de perigo na ARI



Fonte: Adaptado de BRASIL (2019)

Caso o agente não seja identificado como Perigo, a análise de risco é finalizada e o agente descartado do processo (BRASIL, 2019). No entanto, caso o agente seja classificado como Perigo no produto ou animal importado, o processo segue para a próxima etapa da ARI: Avaliação de risco.

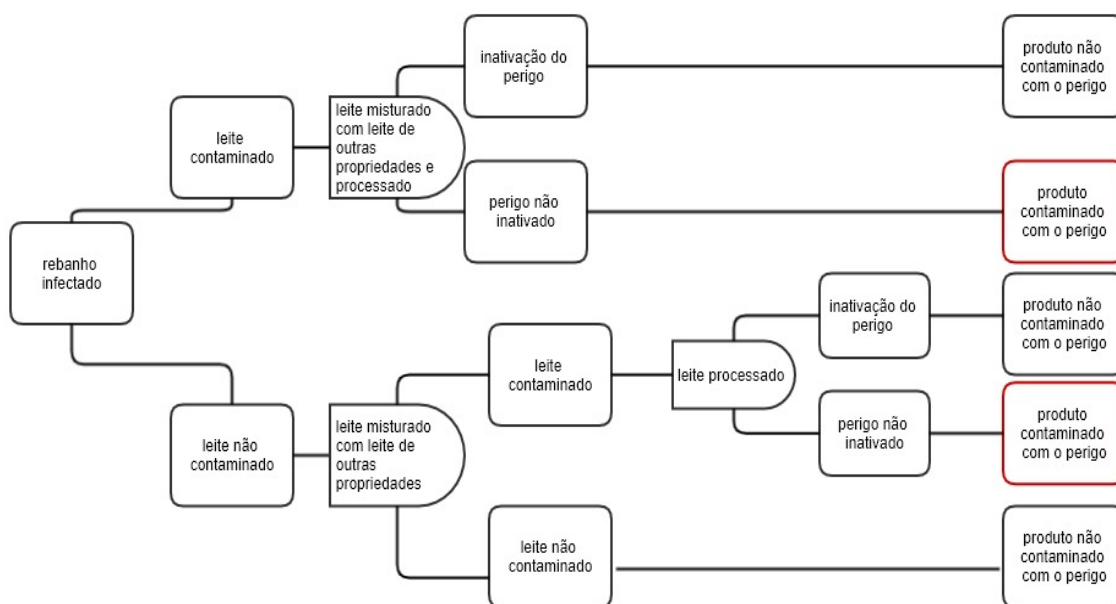
2.2.4.2 Avaliação do risco

O Risco está fundamentado na probabilidade da ocorrência de um evento ou efeito adverso para a saúde animal e/ou humana (ocasionado por um Perigo identificado na etapa anterior) e na extensão e magnitude das suas consequências (SANTOS, 2016; OMSA, 2022). A segunda etapa da ARI, denominada Avaliação de Risco, prevê estimar a probabilidade de ingresso do Perigo por meio da importação dos produtos ou animais vivos, levando em conta o potencial de se implantar no país importador, e gerar danos à saúde humana e/ou animal e impactos econômicos negativos (BRASIL, 2019; OMSA, 2022).

A Avaliação de risco possui quatro subetapas: avaliação de entrada ou difusão, avaliação de exposição, avaliação de consequência e estimativa de risco. Ao final de cada subetapa é realizada a estimativa de probabilidade dos riscos de ocorrência dos eventos (SUGIURA e MURRAY, 2011; BRASIL, 2019). Em uma ARI qualitativa, os riscos se apresentam de forma descritiva e os resultados são expressos por meio de escalas, como de “baixo” a “alto” e insignificantes. Já em ARI quantitativa, os resultados são demonstrados numericamente, o que facilita a comparação entre as probabilidades de risco entre os perigos identificados (MACDIARMID e PHARO, 2003; SANTOS, 2016).

Como forma de propiciar uma melhor visualização dos processos e dos caminhos prováveis que o produto (ou animal) importado percorre e identificar potenciais cenários de surtos em humanos e/ou animais susceptíveis, Murray *et al.* (2010) sugerem a elaboração de árvores de cenários (Fig. 6). As árvores de cenário são representações gráficas das vias biológicas pelas quais o perigo percorre, facilitando a identificação dos fatores que são relevantes para a avaliação do risco.

Figura 6 - Árvore de cenários para lácteos que mostra os caminhos que levam a possíveis contaminações do produto final.



Fonte: Adaptado de Murray *et al.* (2010)

Avaliação de entrada ou difusão. A avaliação de entrada ou difusão estima a probabilidade de a mercadoria importada estar infectada ou contaminada com o agente patogênico - Perigo (SUGIURA e MURRAY, 2011). Cada perigo é avaliado individualmente de forma sistemática, permitindo examinar os fatores que propiciam ou limitam a presença do patógeno na mercadoria de interesse. Para isso, é fundamental conhecer a prevalência do perigo no país de origem, bem como as políticas sanitárias de monitoramento e controle do agente; a vigência de programas de vigilância, controle e erradicação; e as áreas de regionalização, compartimentalização ou zoneamento, se existirem. Práticas de criação de manejo dos animais e variáveis ambientais e geográficas no país exportador também contribuem para medir a probabilidade de difusão ou entrada (BRASIL, 2019).

Ademais, é necessário conhecer igualmente os fatores biológicos relacionados à susceptibilidade dos animais ou dos quais o produto é originado (idade, sexo, espécie, raça); os diferentes meios de transmissão do perigo (transmissão direta, indireta, vertical, horizontal); características do agente tais como infectividade e virulência, entre outros (MACDIARMID e PHARO, 2003; LEANES *et al.*, 2011; OMSA, 2022).

É nesta subetapa que se avaliam as características intrínsecas do produto, as quais podem contribuir para a manutenção do patógeno durante o seu processamento, armazenamento e transporte. Por isso, conhecer as etapas do processo de produção e seus pontos críticos, bem como as características relacionadas ao agente, como viabilidade e sensibilidade às diferentes temperaturas e condições físicas (exemplo: pH e calor) se torna fundamental (MURRAY *et al.*, 2010; LEANES *et al.*, 2011).

Avaliação de exposição. Essa subetapa consiste em descrever as rotas biológicas indispensáveis para que haja exposição do perigo às populações susceptíveis (animais e/ou seres humanos), permitindo estimar a probabilidade da ocorrência do fato. Vale ressaltar que para haver a infecção é necessária a exposição ao patógeno, mas somente a exposição não necessariamente acarreta infecção. Para que a mesma aconteça, um conjunto de eventos e condições necessitam acontecer, como por exemplo, dose infectante suficiente, baixa resistência do susceptível, entre outros (MACDIARMID e PHARO, 2003; OMSA, 2019).

Nesta subetapa o perigo também é analisado individualmente. São descritos os grupos susceptíveis ao perigo, os possíveis cenários para a ocorrência da exposição, bem como as condições adequadas para a disseminação da doença. Para isso, são verificados fatores biológicos, tais como meios de transmissão, vias de entrada, infecciosidade e virulência do perigo, presença de vetores potenciais, fatores inerentes ao país de destino, características geográficas e climáticas, manejos agropecuários, população de susceptíveis, e, por fim, fatores inerentes às *commodities*, como forma de utilização do produto ou animal no país importador, volume importado, finalidade da mercadoria e a forma de descarte (MURRAY *et al.*, 2010; BRASIL, 2019).

Avaliação de consequência. Essa etapa descreve os efeitos de uma determinada exposição a um perigo e estima as probabilidades dessa ocorrência. Baseia-se no impacto negativo da introdução e disseminação da doença/infecção, descrevendo os potenciais desfechos (impacto direto e/ou indireto), bem como sua magnitude. A avaliação de consequências identifica quatro categorias de impactos: ambiental, econômica, comunidade, e saúde pública e animal (MURRAY *et al.*, 2010; OMSA, 2022).

Da mesma forma que as outras avaliações, cada perigo deve ser examinado separadamente, embasado em um raciocínio lógico, fundamentado e referenciado, considerando a probabilidade de pelo menos um animal estar infectado. O resultado dessa subetapa deverá trazer apenas um único resultado decorrente de uma combinação dos resultados das quatro categorias de impacto. A análise pode ser concluída caso nenhuma consequência for identificada ou se a probabilidade de cada uma das consequências identificadas for insignificante (MURRAY *et al.*, 2010; SANTOS, 2016).

Estimativa do Risco. É a última etapa da avaliação de risco, que consiste na interação dos resultados e/ou conclusões conjuntas da probabilidade de difusão e de exposição (probabilidade de ocorrência), somada à magnitude das consequências da doença. A estimativa de risco tem a finalidade de produzir valores qualitativos para os riscos (CARON *et al.*, 2018; BRASIL, 2019). A OMSA preconiza o uso de matrizes de categorização para estimar o risco (Quadro 1).

Quadro 1 - Matriz da Estimação de Risco

	Categorização	Consequências*					
		Insignificantes	Muito baixas	Baixas	Moderadas	Altas	Extremas
Probabilidade de ocorrência	alta	I	MB	B	M	A	E
	moderada	I	MB	B	M	A	E
	ligeira	I	MB	B	M	A	E
	baixa	I	I	MB	B	M	A
	muito baixa	I	I	I	MB	B	M
	extremamente baixa	I	I	I	I	MB	B
	insignificante	I	I	I	I	I	MB

Legenda: I=Insignificantes; MB= Muito baixas; B= Baixas; M=Moderadas; A= Altas; E= Extremas. *A linha mais espessa marca o limite abaixo do qual todos os resultados de risco são considerados insignificantes. Fonte: SANTOS (2016)

2.2.4.3 Gerenciamento do risco

O gerenciamento dos riscos é a terceira etapa da análise, onde se realiza o manejo dos riscos. Nessa etapa propõe-se desenvolver e adotar medidas que mitiguem o risco a fim de alcançar um nível efetivamente aceitável ao país importador (MACDIARMID e PHARO, 2003; MURRAY *et al.*, 2010). O processo de gerenciamento dos riscos baseia-

se na identificação, avaliação, seleção e implantação das medidas que reduzem as chances de ocorrência de um evento não desejado ou que diminuam a magnitude das consequências do evento (SANTOS, 2016). Em princípio, é realizada uma comparação entre o resultado obtido na fase anterior e um nível de risco aceitável de proteção (MACDIARMID e PHARO, 2003). Para tanto, a OMSA define risco aceitável como o nível de risco julgado pelos membros como compatível com a proteção animal e a saúde pública em seus próprios países (OMSA, 2022). O conhecimento do risco aceitável é fundamental, pois as medidas de mitigação do risco propostas nessa fase serão norteadas com base nos parâmetros desse risco (SANTOS, 2016).

2.2.4.4 Comunicação do risco

A comunicação dos riscos garante a transparência das informações durante todo o processo da ARI, mantendo um canal aberto de comunicação permanente entre os atores envolvidos (SANTOS, 2016). No entanto, para que isso ocorra, é primordial que a comunicação do risco se inicie juntamente com a primeira etapa de análise e se mantenha ao longo de todo o percurso, assegurando que todos os atores estejam envolvidos e informados sobre os processos de tomadas de decisões (MURRAY *et al.*, 2010; OMSA, 2022). A etapa de comunicação envolve um processo aberto e interativo de informações a respeito dos perigos, dos riscos envolvidos e das medidas de mitigação propostas. A comunicação de risco pode não resolver todas as diferenças entre as partes interessadas, entretanto pode auxiliar em uma melhor compreensão da lógica de uma decisão a ser tomada (MURRAY *et al.*, 2010; OMSA, 2022).

2.3 PATÓGENOS DE IMPORTÂNCIA NA SAÚDE ANIMAL E HUMANA POTENCIALMENTE VEICULADOS PELO LEITE E DERIVADOS

2.3.1 *Mycobacterium bovis*

A tuberculose é conceituada como uma doença crônica e debilitante. Nos mamíferos é causada por bactérias do complexo *Mycobacterium tuberculosis*, da família Mycobacteriaceae. Os membros desse complexo são compostos pelo *M. bovis*, *M. caprae*, *M. pinnipedii*, *M. orygis* e *M. microti*, todos com potencial zoonótico. *M. bovis* é a principal espécie que acomete os bovinos no mundo, porém pode causar também

infecções sistêmicas em diversas espécies, inclusive no homem (CFSPH, 2019b; IAGRO, 2020).

Mycobacterium bovis é uma bactéria Gram-positivo, em forma de bastonete, não formadora de esporos, microaerófila, de crescimento lento. Multiplica-se em temperaturas entre 25 e 45°C, porém a temperatura ótima para crescimento é de 37°C. Está amplamente distribuída no meio ambiente, sobretudo, no solo e na água. Sobrevive a condições de seca, sendo mais bem adaptada a épocas de frio, a condições escuras e úmidas, onde se mantém por meses (FSANZ, 2006; HEINEMANN *et al.*, 2016; CFSPH, 2019b). Segundo Marquetti (2017), quando exposta às condições adversas, a alta concentração de lipídios na parede celular favorece a resistência do *M. bovis* a desidratação. A faixa de pH ideal para crescimento é de 5,8 a 6,7, contudo há relatos da capacidade de adequação em diferentes meios, sendo capazes de crescer em valores de pH entre 4,5 e 5,0 (RAO *et al.*, 2001).

A enfermidade provocada pelo *M. bovis* em bovinos corresponde à tuberculose bovina. A infecção pelo *M. bovis* em animais silvestres pode torná-los reservatórios do agente, o que favorece a sua manutenção no meio ambiente. Em humanos, a doença é classificada como tuberculose zoonótica, e tem apresentação pulmonar ou extrapulmonar. Esta se difere da tuberculose humana, que está relacionada a infecções pelos agentes *M. tuberculosis* e *M. africanum*, capazes de infectar ocasionalmente animais (OMS, 2017; OLEA-POPELKA *et al.*, 2017; MARFIL, 2019; CFSPH, 2019b).

Bovinos infectados podem eliminar *M. bovis* no leite, sêmen, fezes, urina e secreções vaginais, porém a forma de transmissão predominante é através de aerossóis durante o contato direto entre animais infectados e sadios. A via respiratória é responsável por até 90% dos casos entre os animais, seguida de ingestão de leite pelos bezerros (entre 10 e 20%). A ingestão de água e forragens contaminadas também são formas de transmissão da tuberculose bovina. Em propriedades com rebanhos livres, a principal forma de introdução do patógeno é por meio da aquisição de animais infectados (MARFIL, 2019; BRASIL, 2022).

O leite é um importante veículo de transmissão, pois o micro-organismo pode ser excretado diretamente das glândulas mamárias. Quadros de tuberculose podem levar à

mastite tuberculosa e ao risco de exposição do *M. bovis* em bezerras que consomem o leite cru ou colostro, quando comparados aos que consomem sucedâneos ou substitutos (FSANZ, 2006; BRASIL, 2022; AAVLD, 2022).

O risco de surgimento de casos de tuberculose zoonótica em áreas endêmicas é significativa. No início do século XX, *M. bovis* foi reconhecido pela capacidade de produzir casos em humanos, principalmente, em crianças, cujo hábito de ingerir leite sem pasteurização era bem comum. O leite sem tratamento térmico ou realizado de forma inadequada apresentou relação direta com casos de tuberculose infantil. Entre 1915 e 1921, motivado por tal cenário, os EUA determinaram a inclusão compulsória do tratamento térmico do leite antes de sua comercialização, o que impactou na redução dos casos no país (CFSPH, 2019b; AAVLD, 2022).

De forma geral, essa via de transmissão (ingestão de alimentos contaminados) está associada à tuberculose zoonótica extrapulmonar; já as infecções de *M. bovis* causando tuberculose zoonótica pulmonar é maior em trabalhadores rurais e magarefes, cujas atividades envolvem manipulação de animais ou produtos cárneos. Esse manuseio facilita as transmissões por via aerógena ou por contato direto com mucosas e abrasões da pele (CORDOVA *et al.*, 2012; OLEA-POPELKA *et al.*, 2017; OMSA, 2018; COLLINS *et al.*, 2022).

A espécie apresenta crescimento lento em meios de cultivo. Com baixa resistência ao calor, *M. bovis* é inativado pela pasteurização rápida – alta temperatura e curto tempo, que consiste em aquecer o leite a 72°C a 75°C durante 15 a 20 segundos. A exposição à luz ultravioleta, aquecimento acima de 63,0°C por pelo menos 30 minutos (pasteurização lenta) ou a autoclavagem (calor úmido de 121°C/250°F por pelo menos 15 minutos) também eliminam as micobactérias (MARTH e STEELE, 2001; HAMMER *et al.*, 2015; OMSA, 2018).

Membros do complexo “*tuberculosis*” são relativamente resistentes a desinfetantes. *M. bovis* pode ser eliminado por desinfetantes à base de fenol, iodopovidona (mas não iodóforos), hipoclorito de sódio, ácido peracético, glutaraldeído, formaldeído, ortoftaldeído etilenoóxido e uma mistura de 7,5% de peróxido de hidrogênio e 0,85% de ácido fosfórico. Alguns desses agentes podem exigir um tempo maior de contato

ou concentrações mais altas do que as normalmente usadas para outros micro-organismos (CFSPH, 2019b).

A enfermidade causa perdas econômicas consideráveis em rebanhos bovinos. Apresenta evolução crônica, sendo assintomática na sua fase inicial. Na maior parte dos casos, a doença possui manifestações clínicas inespecíficas ou até mesmo não observadas ao longo da vida do animal. Alguns sintomas podem ocorrer em estágios mais avançados, fraqueza, inapetência, emagrecimento progressivo, febre flutuante e quando há comprometimento pulmonar, tosse e dispneia intermitente. Diarreia e constipação também são observadas (IAGRO, 2020; BRASIL, 2022).

Constitui um grande risco para saúde humana, cujos sinais podem variar entre assintomáticos e lesões localizadas ou disseminadas, que se desenvolvem logo após a infecção ou anos depois, havendo queda na imunidade. A doença pulmonar é a mais comum e incluem sintomas como febre, tosse, dor no peito, hemoptise (CFSPH, 2019b).

De acordo com Moriconi *et al.*, (2018) mesmo em países que controlam a tuberculose nos rebanhos e utilizam compulsoriamente a pasteurização do leite para o consumo humano, ainda há certa vulnerabilidade da população à doença. A entrada de produtos lácteos, de forma ilegal ou não, através de viajantes oriundos de diferentes países é um risco a manutenção dos casos humanos, já tendo sido relatado por alguns autores (DE MELO *et al.*, 2014; HARRIS *et al.*, 2007; KINDE *et al.*, 2007). Como exemplo, uma investigação realizada pelo *Centers for Disease Control and Prevention* - CDC (2005) identificou 35 casos de infecção humana por *M. bovis*, com uma morte de criança, em Nova York, em que queijos frescos trazidos do México foram uma provável fonte de infecção.

Diversos trabalhos demonstraram os riscos associados à detecção do *M. bovis* em leites não pasteurizados e queijos elaborados com leite cru com a ocorrência da tuberculose zoonótica (SILVA *et al.*, 2013; CEZAR *et al.*, 2016; GARBACCIO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2018). Mais recentemente, um estudo de meta análise destacou o risco de transmissão zoonótica de *M. bovis* através do consumo de leite não pasteurizado e produtos lácteos feitos com leite cru (COLLINS *et al.*, 2022).

Segundo Collins *et al.* (2022), a incidência de tuberculose zoonótica é maior em algumas regiões e países onde há, particularmente, uma estreita relação entre bovinos e pessoas, principalmente, em estado de pobreza, onde é frequente o consumo de lácteos elaborados com leite cru. Por isso, os pilares da prevenção de tuberculose zoonótica se baseiam na erradicação de *M. bovis* em bovinos e pasteurização de leite destinada ao consumo. De acordo com Silva *et al.* (2018), além dessas medidas de controle, a vigilância em abatedouros, políticas de detecção e abate de positivos e notificações dos casos foram intensificadas nas últimas décadas em países da América do Sul, notadamente na Argentina, Brasil, Chile e Uruguai, no entanto ainda não foi possível a erradicação. Rebanhos da Austrália, Islândia, Groelândia, Singapura e Israel são considerados livres do *M. bovis*. Embora rara, há presença do agente em rebanhos na Europa, Canadá, Estados Unidos, Nova Zelândia. Em partes da África, Ásia, Oriente Médio e América Latina, incluindo o México, a tuberculose bovina é comum ou relativamente comum (CFSPH, 2019b).

Contudo, um importante desafio a ser superado envolve a escassez de dados que tornam as estimativas e as projeções sobre a doença, de certo modo, imprecisas. A falta de informações e a limitação de diagnósticos laboratoriais, tanto para a tuberculose bovina, quanto para a tuberculose zoonótica, geram um cenário de subnotificações principalmente em países endêmicos (OMS, 2017; AAVLD, 2022). Casos de tuberculose zoonótica são raros em países com implementação de elevados padrões de segurança dos alimentos e controle de tuberculose bovina. A doença ainda é um obstáculo em países desprovidos economicamente ou em que animais selvagens atuam como reservatórios do agente (MARQUETTI, 2017; SILVA *et al.*, 2018; CFSPH, 2019b).

As implicações decorrentes da infecção por *M. bovis* ameaçam não só o indivíduo, mas comunidades que dependem da bovinocultura para subsistência. A queda da produtividade leiteira, a condenação de carcaças e de partes impróprias para o consumo, além do risco para os manipuladores, ocasionam prejuízos para o produtor rural (OMS, 2017).

De forma mais ampla, a identificação da tuberculose em bovinos favorece a criação de barreiras ao comércio internacional, podendo prejudicar as exportações de produtos de origem animal para alguns países. Diante desse cenário, percebe-se que o controle dessas

enfermidades deve ser visto como uma questão multidisciplinar, baseando-se no conceito *One health*, em que não só a saúde humana deve estar engajada, mas também setores da saúde animal e do meio ambiente (OLEA-POPELKA *et al.*, 2017; OMS, 2017). A ferramenta de análise de risco auxiliou na compreensão dos riscos de transmissão em humanos e animais, bem como apoiou programas de controle e erradicação e contribuiu para a sua prevenção (CÁRMACO, 2011; MARQUETTI, 2017; AVILA *et al.*, 2018 COLLINS *et al.*, 2022).

Para controlar a disseminação do patógeno por meio do comércio internacional de lácteos, a OMSA recomenda às autoridades veterinárias de países que importam leite ou produtos lácteos de origem bovina que exijam a apresentação de um certificado veterinário internacional atestando que tais mercadorias sejam derivadas de bovinos provenientes de um rebanho livre de infecção pelo complexo *M. tuberculosis* ou que sejam submetidos à pasteurização ou qualquer combinação de medidas de controle com desempenho equivalente conforme descrito no Código de Práticas Higiênicas do *Codex Alimentarius* para Leite e Produtos Lácteos (OMSA, 2022).

A história dos planos de combate a doenças de importância animal remonta há muitos anos. Apenas há cerca de 20 anos, devido à evolução dos Serviços Veterinários e das parcerias público-privadas, o controle e erradicação da tuberculose bovina têm se consolidado a partir de um sistema de gestão em saúde e avançado com estratégias e metas específicas de acordo com estudos de prevalências (DEAN *et al.*, 2018; AUGM, 2021). O Brasil conta com o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal – PNCEBT, instituído pelo Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA, que dispõe da adoção de medidas compulsórias (controle de trânsito) como ações estratégicas, complementada por medidas de adesão voluntária (certificação de propriedades em livres de brucelose, de tuberculose ou de ambas) (BRASIL, 2022).

Em 2021, a conferência sobre tuberculose e brucelose bovina com foco no diagnóstico situacional e perspectivas na América do Sul, organizada pela Associação Universitária Grupo Montevideu - rede de universidades públicas da Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai -, publicou uma série de artigos que apresentaram, entre outros, a situação epidemiológica destas doenças, bem como as estratégias de prevenção em vigor. Baseando-se nesses trabalhos mais recentes, juntamente com os dados e informações

disponíveis pela OMSA (2023) e órgãos oficiais de cada país de interesse, foi constatado que as doenças são endêmicas em rebanhos bovinos de toda América Latina, apesar da presença de programas de controle oficiais. Ainda que subnotificadas, essas enfermidades também estão presente na população humana, permanecendo até os dias atuais como zoonoses de destaque na saúde pública, favorecida pela distribuição em diferentes hospedeiros animais, condições geográficas, climáticas e econômicas da região (LUCERO *et al.*, 2008; DEAN *et al.*, 2012; AAVLD, 2022).

2.3.2 *Listeria monocytogenes*

A listeriose é uma enfermidade causada por espécies bacterianas do gênero *Listeria* encontradas em todo mundo. São capazes de infectar ocasionalmente distintos hospedeiros: mamíferos, marsupiais, aves, peixes, anfíbios e répteis. Em animais, os casos clínicos estão mais relacionados aos herbívoros. A infecção em humanos é mais relevante em grávidas, idosos, debilitados e imunossuprimidos, sendo uma das doenças mais graves transmitidas por alimentos (CFSPH, 2019a). Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS (2018), a listeriose humana é relativamente rara, variando de 0,1 a 10 casos por 1 milhão de pessoas/ano, conforme o país e região do mundo. Entretanto, a relevância para saúde pública se deve às altas taxas de letalidade, estimada em 21% (YANG *et al.*, 2022).

O gênero *Listeria* contém pelo menos sete espécies, das quais *L. monocytogenes* é a espécie apontada como primária e responsável pela maioria dos casos, embora alguns relatos indiquem a ocorrência de infecções ocasionais causadas por outras espécies, como *L. ivanovii* e *L. innocua* (BARANCELLI *et al.*, 2011). É um bastonete Gram-positivo, anaeróbio facultativo, multiplica-se na faixa de temperatura entre 2,5 a 44°C, com temperatura ótima entre 30 e 37°C, porém há relatos de multiplicação a 0°C. Ao contrário da maioria dos patógenos de origem alimentar, pode crescer em temperatura de refrigeração, representando um sério risco ao consumidor. É um organismo resistente que pode suportar condições adversas, incluindo congelamento, secagem, calor e níveis relativamente altos de ácido, álcool e salinidade, tolerando concentrações entre 10 e 12% de cloreto de sódio e sobrevive a 25,5% de NaCl. Suporta atividade de água (A_w) entre 0,90 e 0,93, sendo ótima acima de 0,97. Geralmente não tolera pH < 4,4, mas se for exposto inicialmente a ambientes de acidez moderada, pode se adaptar ao pH de até 3,5

(BORGES *et al.*, 2009; DA SILVA *et al.*, 2011; BARANCELLI *et al.*, 2011; CFSPH, 2019a; CDC, 2022).

Em ruminantes, as perdas reprodutivas oriunda dos abortos e natimortos são presentes, e alguns recém-nascidos podem apresentar septicemia. Principalmente em adultos, a doença pode causar encefalite e septicemia. Casos de mastite não são comuns, mas já houve relatos de eliminação do agente pelo leite cru em infecções intramamárias (HUNT *et al.*, 2012). As manifestações da listeriose em ovinos e caprinos incluem encefalite, septicemia e aborto, sendo as ovelhas mais suscetíveis à doença. Não raro, animais infectados podem se tornar portadores assintomáticos e eliminar o patógeno no meio ambiente através das fezes (FSANZ, 2006; CFSPH, 2019a).

Em humanos, a enfermidade causada por *Listeria monocytogenes* possui baixa incidência, porém a taxa de letalidade (na forma invasiva) é considerada alta, entre 20% e 30%. Os sinais clínicos se caracterizam em duas formas: invasiva ou não invasiva, e dependem das condições do paciente (BORGES *et al.*, 2009; BARANCELLI *et al.*, 2011; DA SILVA *et al.*, 2011). É uma doença oportunista, atingindo principalmente grupos de risco, tais como imunocomprometidos, gestantes, idosos, recém-nascidos. Em idosos e imunossuprimidos, as apresentações mais comuns são infecções invasivas, acarretando sepse, meningite e meningoencefalite, abscessos e morte. Pode causar abortos ou nascimentos prematuros (CDC, 2022). A forma não-invasiva é geralmente mais branda, e pode causar infecções semelhantes a uma gripe, vômitos, até surtos de gastroenterite febril em indivíduos saudáveis, mas normalmente não evolui para óbito (BORGES *et al.*, 2009).

A via oral é a forma de transmissão mais comum na população humana, principalmente através do consumo de alimentos contaminados como leite cru ou pasteurizado inadequadamente, bem como aqueles contaminados pós processamento, carnes cruas ou malcozidas e alimentos prontos. Os produtos processados com vida de prateleira longa em temperatura de refrigeração e consumidos sem cocção prévia apresentam maior risco (BORGES *et al.*, 2009; MANTILLA *et al.*, 2007; DE ALMEIDA *et al.*, 2018). No processo de fabricação de lácteos, o risco de contaminação ambiental durante e pós-produção, assim como as inadequadas formas de armazenamento, controle de tempo e temperatura no varejo, condições de transporte e manipulação dos alimentos viabilizam

a multiplicação dos patógenos a níveis críticos que podem resultar em possíveis infecções (FSANZ, 2006; CFSPH, 2019a). Outras formas de transmissão menos importantes envolvem inalação do agente ou inoculação em pele com solução de continuidade ou nos olhos. A manipulação de restos placentários ou fetos pode ser fonte de infecção da *L. monocytogenes*, uma vez que os animais podem excretá-lo em secreções vaginais, além de secreções nasais, leite, fezes e urina de forma ocasional (FSANZ, 2006; BORGES *et al.*, 2009; CFSPH, 2019a).

Por ser saprófito, é frequentemente encontrado no ambiente, sobretudo, em solo, água e vegetação em decomposição - reservatórios primários (CFSPH, 2019a). Segundo Da Silva *et al.* (2011), humanos e animais são também importantes reservatórios do agente, ao disseminarem nas fezes. Vacas, mesmo que assintomáticas, podem transmitir pelo leite. *L. monocytogenes* já foi isolada de hortaliças, água doce, esgoto, silagem e material fecal de várias espécies de mamíferos, aves e peixes (BARANCELLI *et al.*, 2011; HUNT *et al.*, 2012). Nos ruminantes, a ingestão de silagem mal fermentada ou partes da silagem com deterioração aeróbica, com pH > 5 - 5,5 está relacionada a casos de listeriose, bem como o consumo de grãos e feno úmidos contaminados. Fetos podem ser infectados no útero ou no momento do parto (CFSPH, 2019a).

Listeria é eliminada na pasteurização rápida (temperatura mínima de 72 °C durante, pelo menos, 15 segundos) e pasteurização lenta (63°C por 30 minutos) do leite. Contudo, importante destacar que dependendo da carga de *Listeria monocytogenes* no leite, ela pode sobreviver ao limite inferior da pasteurização rápida (DOYLE *et al.*, 1985). Esses organismos também podem ser inativados por autoclave (ou seja, calor úmido de 121°C/250°F por um mínimo de 15 minutos ou calor seco de 160-170°C/ 320-338°F por uma hora). De forma geral, a sua presença em alimentos processados termicamente se deve a contaminação após tratamento térmico. O patógeno é sensível a muitos desinfetantes comuns, incluindo hipoclorito de sódio, iodopovidona, clorexidina, etanol 70%, glutaraldeído e agentes de amônio quaternário, porém a presença de matéria orgânica e a aderência da bactéria às superfícies pode prejudicar a eficácia dos produtos químicos. *L. monocytogenes* é capaz de formar biofilmes, onde se mantém protegida, e dificilmente será eliminada de alguns equipamentos em estabelecimentos que processa alimentos (FSANZ, 2006; CFSPH, 2019a; DESORDI, 2020). Por ser considerada uma enfermidade de alta complexidade para a saúde humana, sobretudo para os grupos de

risco, a presença da *L. monocytogenes* em alimentos de consumo humano precisa ser monitorada.

No Brasil, o MAPA instituiu o Programa Nacional de Controle de Patógenos - PNCP, que compreende um conjunto de ações que tem como objetivo reduzir a prevalência de agentes patogênicos nos produtos de origem animal fiscalizados pelo serviço de inspeção federal, avaliar as ações de controle adotadas pelos estabelecimentos e gerenciar o risco a fim de preservar a segurança do alimento (BRASIL, 2022).

O controle da *L. monocytogenes* instituído pela Instrução Normativa SDA/MAPA nº 09, de 09 de abril de 2009, faz parte o PNCP, se aplica aos produtos de origem animal prontos para consumo (*ready to eat*/RTE), incluindo leite e derivados e identifica a prevalência dos micro-organismos em produtos de origem animal produzidos em estabelecimentos nacionais registrados junto ao Serviço de Inspeção Federal – SIF (BRASIL, 2009). No ano de 2022, foi identificada a presença do patógeno em cinco amostras de queijos: colonial (1), de coalho (1), mussarela (1), prato (1) e ricota fresca (1) (BRASIL, 2023a).

A coleta de amostras para os programas de controle do Departamento de Inspeção de produtos de origem Animal - DIPOA é realizada por servidores públicos do MAPA e as análises fiscais são realizadas pelos Laboratórios Federais de Defesa Agropecuária (LFDA) ou em laboratórios credenciados que são acreditados pela NBR ISO 17.025 (BRASIL, 2022).

Outra iniciativa implementada pelo MAPA é o Programa de Avaliação de Conformidade de Parâmetros Físico-químicos e Microbiológicos de Produtos de Origem Animal Comestíveis Nacionais e Importados– PACPOA, instituído por meio da Norma Interna SDA/MAPA nº 4, de 16 de dezembro de 2013. Esse programa avalia os produtos de origem animal (inclusive lácteos), registrados no SIF e em importados (BRASIL, 2013; BRASIL, 2021a).

L. monocytogenes em animais não é uma doença de notificação obrigatória pela OMSA, todavia a presença deste patógeno vem sendo detectada em rebanhos bovinos, sobretudo, em países sul-americanos (MARGINEDA *et al.*, 2012; GARCIA *et al.*, 2016; MARGINEDA e CASTRO, 2021). O patógeno é constantemente isolado em leite cru,

bem como em instalações e equipamentos de propriedades leiteira (KIM *et al.*, 2018; MATTO *et al.*, 2019; DINATALE *et al.*, 2020). *Listeria monocytogenes*, embora não seja um dos principais agentes relacionados à Doenças Transmissíveis por Alimentos – DTA, está implicada em surtos, principalmente quando associados à ingestão de queijos produzidos com leite cru (JACKSON *et al.*, 2018).

A enfermidade em humanos foi relatada em vários países (PRIETO *et al.*, 2015, JACKSON *et al.*, 2018; URUGUAY, 2019; CDC, 2022; ISPCH, 2022; YANG *et al.*, 2022), assim como em estudos de Análises de Risco ao redor do mundo envolvendo produtos de origem animal para consumo humano (TIWARI *et al.*, 2015; US FOOD AND DRUG ADMINISTRATION AND HEALTH CANADA, 2015; CAMPAGNOLLO *et al.*, 2018; BRUSA *et al.*, 2021) e em pesquisas de probabilidades de risco em produtos lácteos (MENÉNDEZ GONZÁLEZ *et al.*, 2011). Rivas (2021) informa que ainda não houve registro de surtos epidêmicos de listeriose alimentar transmitidos aos serviços de vigilância epidemiológica brasileiros, contudo é relevante destacar a limitação na realização de diagnósticos diferenciais no país.

2.3.3 *Coxiella burnetii*

Coxiella burnetii é o agente etiológico da febre Q, doença zoonótica também conhecida como coxielose quando afeta animais. A infecção em humanos resulta em enfermidades subclínicas ou com leves sinais semelhantes a gripe, porém em alguns indivíduos a infecção pode avançar e causar pneumonias, endocardites e alterações reprodutivas graves e fatais. Em animais, a bactéria pode infectar diversos hospedeiros como animais domésticos, artrópodes, aves, roedores e marsupiais, contudo, bovinos, ovinos e caprinos são considerados os principais reservatórios de *C. burnetii*. Há relatos de gatos, cães, coelhos, pássaros implicados em doenças nos humanos (CFSPH, 2017; OMSA, 2018; MACÍAS-RIOSECO *et al.*, 2019; MEURER, 2020). Particularidades sobre a infecção em humanos e animais necessitam ser melhor compreendidas, haja vista que grupos de indivíduos que ingerem leite cru ou que trabalham diretamente com animais parecem apresentar maior risco de infecção (CFSPH, 2017; MACÍAS-RIOSECO *et al.*, 2019).

Coxiella burnetii é uma bactéria Gram-negativo intracelular obrigatória, da família Coxiellaceae, na ordem Legionellales, da subdivisão gama de Proteobactérias. O

patógeno tem um ciclo de vida bifásico, alternando entre uma variante celular grande (LCV), que é a forma replicativa intracelular, e a celular pequena (SCV), altamente resistente às condições ambientais, similar aos esporos, capaz de sobreviver extracelularmente como partícula infecciosa, o que possibilita o aumento de sua transmissão. A forma LCV se converte na forma inativa SCV por meio de um processo de diferenciação esporogênica, após a ruptura da célula hospedeira infectada e dispersão por meio de urina, fezes, leite e restos placentário. (CFSPH, 2017; OMSA, 2018; DAMASCENO e GUERRA, 2018).

A transmissão entre os animais ocorre por meio do contato direto ao inalar aerossóis contaminados ou através da ingestão do agente. Como *C. burnetii* persiste na glândula mamária e em linfonodos supramamários e uterinos, ruminantes podem eliminá-lo no leite, na placenta e nas descargas reprodutivas. No leite, o patógeno pode excretado por oito dias em ovelhas e até treze meses em bovinos. Também pode ser transmitida por carrapatos e outros artrópodes, porém considera-se que tal forma de transmissão seja mais significativa em animais de vida silvestre (ROEST *et al.*, 2011; CFSPH, 2017).

A doença em humanos ocorre pela da inalação do agente em ambientes em que há exposição a animais infectados e seus tecidos reprodutivos, como por exemplo na realização de necrópsias ou em contato com lã. Vacas, ovelhas e cabras são os principais reservatórios para *C. burnetii* no meio rural, enquanto, no meio urbano, os principais reservatórios são os animais de estimação como cães, gatos e coelhos. A ingestão de leite não pasteurizado e derivados crus contaminados se caracteriza como mais uma forma de infecção, embora seja uma rota de menor importância na epidemiologia da doença. (CFSPH, 2017; OMSA, 2018; MEURER, 2020; MIONI *et al.*, 2020). De acordo com Rozental *et al.*, (2020), a epidemiologia da febre Q ainda é pouco conhecida no Brasil, principalmente, quando associada a presença de *Coxiella burnetii* em produtos lácteos, sobretudo em queijos artesanais, condição semelhante ocorre ao redor do mundo. Entretanto, locais onde o consumo de queijo fresco fabricado com leite cru ainda é uma realidade constante, a febre Q pode ser um problema. A febre Q é raramente transmissível de pessoa para pessoa, sendo considerada um risco ocupacional para fazendeiros, veterinários e trabalhadores de abatedouros (MEURER, 2020; MIONI *et al.*, 2020).

Devido a capacidade de se permanecer viável no ambiente, há relatos que o patógeno sobrevive por até 30 dias em esterco seco, 120 dias em esterco em pó, 42 meses no leite e 7 a 10 meses na lã em temperatura ambiente. No solo, o patógeno resiste por até 4 meses (CFSPH, 2017; DAMASCENO e GUERRA, 2018).

O patógeno é altamente resistente ao calor. Marth e Stelle (2001) citam os diversos estudos que atestaram a resistência térmica de *C. burnetii* no leite, o qual sobreviveu em aquecimento de 61,7° por 30 minutos. Entretanto, o tratamento térmico do leite cru a 63°C por 30 minutos ou 72°C por 15 segundos foi suficiente para eliminá-lo completamente e prevenir a febre Q, fato que direcionou a alteração do binômio tempo-temperatura do processo de pasteurização do leite (TAMINE, 2009). A inativação também ocorre através de radiação gama (CFSPH, 2017). Esse micro-organismo é capaz de sobreviver a variações de pH, concentrações de hipoclorito de sódio de 100mg/ml, formol 0,5% por três dias e etanol 50% por 15 minutos (DAMASCENO e GUERRA, 2018; CFSPH, 2017).

De acordo com CDC (2023a), o alto poder infectante da *C. burnetii*, demonstrado pela capacidade de infectar indivíduos a partir de 1 a 10 células microbianas, acarretou na classificação deste patógeno como micro-organismo de potencial uso como arma biológica na categoria B. Os micro-organismos que compõem esta categoria caracterizam-se pela fácil disseminação no ambiente, sendo carregados até pelo vento, e pela capacidade de causar morbidade moderada e letalidade baixa.

A coxielose em animais, sobretudo nos ruminantes domésticos, apresenta-se associada a falhas reprodutivas e abortos tardios e esporádicos, uma vez que o patógeno é oportunista. Todavia, grande parte dos animais portadores de *C. burnetii* não apresentam nenhum sintoma. Em vacas, pode ocorrer metrite, placentite e infertilidade. Os distúrbios reprodutivos, forma geral, podem ser o único sinal apresentado em animais naturalmente infectados, porém, já houve relatos de associação a anorexia (ROEST *et al.*, 2011; CFSPH, 2017; MACÍAS-RIOSECO *et al.*, 2019; MIONI *et al.*, 2019).

A infecção em humanos (febre Q) geralmente é assintomática em 60% das pessoas infectadas, apresentando dificuldade de diagnóstico devido a presença de sinais inespecíficos. Pode apresentar formas agudas crônica ou até mais graves, com sinais

respiratórios decorrente de pneumonia, além de hepatite, endocardite e aborto, principalmente em imunocomprometidos (ROEST *et al.*, 2011; MIONI *et al.*, 2019; MACÍAS-RIOSECO *et al.*, 2019; MIONI *et al.*, 2020).

C. burnetii tem distribuição mundial, sendo encontrada em grande parte dos territórios que realizam vigilância. Em animais, a enfermidade deve ser comunicada de forma imediata às autoridades sanitárias e requer notificação obrigatória e imediata pela OMSA de qualquer caso confirmado (CFSPH, 2017).

Em algumas localidades como Nova Zelândia, Noruega, Islândia e Polinésia Francesa, o patógeno ainda não foi identificado. Os estudos sobre a circulação de diferentes genótipos na Europa e América do Norte são amplos, diferentemente do que acontece na América do Sul (MIONI *et al.*; 2019; CFSPH, 2017). Em ruminantes, casos de coxielose em bovinos leiteiros foram relatados no Uruguai em 2017 (MACÍAS-RIOSECO *et al.*, 2019), bem como a detecção de novos genótipos de *C. burnetii* em dois *clusters* no Brasil e na Argentina (MIONI *et al.*, 2019). Porém, a situação epidemiológica da coxielose em ruminantes ainda é pouco conhecida no Brasil (MEURER, 2020).

A febre Q obteve destaque na saúde pública com repercussão mundial após o maior surto relatado na literatura, ocorrido na Holanda, que acometeu 3.523 pessoas entre 2007 e 2009. Foi necessário o abate de animais com o objetivo de controlar a epidemia, já que os surtos estavam relacionados a transmissão do patógeno pelo vento em locais onde havia ruminantes abortando (ROEST *et al.*, 2011). Na Dinamarca, Bosnjak *et al.* (2010) identificaram a presença de anticorpos anti *C. burnetii* em pessoas consideradas grupo de risco, que trabalhavam diretamente com bovino de leite, incluindo 36% dos veterinários investigados.

Eldin *et al.* (2013) detectaram a presença do DNA do patógeno em 64% dos derivados lácteos analisados, entre queijos, iogurtes, manteiga e cremes de leite, produzidos na França. É válido destacar que embora tenham identificado o DNA, não foram encontradas células viáveis nas amostras, sendo aparentemente agentes não viáveis. Em 2005, Kim *et al.* (2005) relataram a prevalência do agente em amostras de tanques de leite a granel que armazenavam a matéria-prima de mais de 94% dos rebanhos leiteiros dos EUA, em um período de três anos. Apesar dos relatos relacionados a produtos lácteos, e conforme já

citado, essa rota parece ser pouco significativa para a transmissão e necessita mais estudos, porém residir em locais onde o agente possa ser dispersado pelo vento parece ter maior importância. Além disso, a febre Q é uma zoonose em potencial para trabalhadores de propriedades rurais leiteiras (ELDIN *et al.*, 2013; AKAMINE *et al.*, 2019; MACÍAS-RIOSECO *et al.*, 2019). Os resultados encontrados por Meurer (2020) indicaram que residir nesses locais aumentaram as chances de exposição ao patógeno e, entre os pacientes infectados, o contato com os bovinos foi o principal fator associado ao surgimento da doença.

A febre Q é uma zoonose pouco relatada em humanos no Brasil e a quantidade de estudos sobre o tema é escasso, implicando na ausência de informações, sugerindo uma condição de subnotificação ou falta de diagnóstico (MEURER, 2020).

2.4 TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) EM UMA PERSPECTIVA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE HUMANA E ANIMAL

As atividades contemporâneas dependem quase que em sua totalidade de ferramentas fundamentadas e desenvolvidas a partir das tecnologias de informação. As práticas econômicas, sociais e administrativas vêm sendo substituídas e, ao mesmo tempo, aperfeiçoadas através de decisões automatizadas. A obtenção, armazenamento e processamento de dados realizados nos diferentes sistemas de informação permitem que a sociedade tenha maior capacidade de explorar assuntos de interesse e tomar decisões mais assertivas (CAETANO-SIMÕES, 2009; HUTCHISON *et al.*, 2019).

As Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC aplicadas às áreas de saúde pública e animal são notórias e estão em franca expansão. O surgimento, nas últimas décadas, de sistemas informatizados de vigilância em saúde vem ocorrendo conjuntamente com o interesse da academia em avançar nessa direção, sobretudo, com objetivo de realizar pesquisas epidemiológicas a partir de dados pré-existentes em bancos oficiais (VASCONCELLOS, 2021; COSTA, 2016).

As TIC são expressas como um conjunto de ferramentas para articular competências humanas, metodológicas e tecnológicas subsidiadas por recursos computacionais, sendo que na área da saúde são sistematizadas em três grupos: processamento, armazenamento

e comunicação de dados. As aplicações incluem dispositivos móveis, identificação biométrica, telemedicina, certificações digitais, informatização de dados, softwares, dentre outras (BARBOSA JÚNIOR *et al.*, 2020).

Em atividades de vigilância epidemiológica, o papel da tecnologia envolve coleta, processamento, análise e interpretação de dados, assim como divulgação das informações para promoção e avaliação das medidas de controle de doenças e agravos (MENDONÇA *et al.*, 2011). A incorporação da TIC na coleta ou no gerenciamento de dados (ou ambos) impulsionaram as mudanças dos sistemas de vigilância em saúde, principalmente, com a possibilidade de conectividade digital global e computação em nuvem (HUTCHISON *et al.*, 2019).

As informações geradas por essas tecnologias constituem um arcabouço de dados que são disponibilizados em sistemas informatizados com vistas a atender às necessidades governamentais, bem como para contribuir na democratização da informação, auxiliar no planejamento das ações de saúde, na definição das prioridades de intervenção e na avaliação dos impactos das ações (VASCONCELLOS, 2021; HUTCHISON *et al.*, 2019). Especialmente os setores de produção e saúde animal e os de segurança dos alimentos e saúde humana compreenderam a importância das ferramentas da TIC's como forma de potencializar as ações de vigilância no campo (CAETANO-SIMÕES, 2009; COSTA, 2016).

O papel das TIC na saúde pública é vital para a detecção precoce de surtos de doenças infecciosas e para aprimorar o rastreamento de doenças crônicas, monitorar programas e coberturas da saúde, avaliar serviços, bem como para auxiliar na transparência e comprovação de evidências para tomadas de decisão no sistema de saúde (SINHA, 2010; FAO, 2018). No contexto atual em que há grandes impactos de doenças infecciosas emergentes e reemergentes nas sociedades, nota-se que as informações sobre a epidemiologia das zoonoses e a sua dispersão são ainda limitadas e, por vezes, insuficientes. O uso das TIC pode auxiliar os profissionais de saúde ou até mesmo a população em geral, uma vez que possibilita maior velocidade e alcance da informação, inclusive ultrapassando barreiras geográficas (BARBOSA JÚNIOR *et al.*, 2020).

No entanto, a alta disponibilidade de acesso promovida pelas TIC's gera alguns impasses como, por exemplo, o excesso de informações que podem atrasar o processo das pesquisas. Segundo HUTCHISON *et al.* (2019), um importante desafio dos epidemiologistas que atuam e dependem desses sistemas está na capacidade em extrair as informações apropriadas a partir de grandes volumes de dados continuamente transmitidos.

Embora haja facilidade e rapidez de acesso a diferentes fontes de conhecimento, além da abundância de informações, torna-se necessário maior prudência no momento da pesquisa. Principalmente em atividades que envolvem fins acadêmicos, profissionais e de pesquisa, é preciso a adoção de critérios a fim de evitar a seleção de informações irrelevantes, incompletas, ou até mesmo, irreais. Segundo Costa (2016), a estruturação confiável e organizada, além da recuperação das informações é um fator de extrema relevância para os usuários da informação e, nesse sentido, somente a busca por páginas virtuais sobre o tema de interesse e a clareza do objetivo não são suficientes. A informação deve ser trabalhada e significativa, permitindo melhor interação entre seres humanos e computadores.

2.4.1 Modelos de TIC em saúde pública e animal

No contexto das ciências veterinárias, a automatização de dados por meio do uso de ferramentas tecnológicas acontece em diversas áreas, mas se torna especialmente relevante no que tange à segurança sanitária dos alimentos de origem animal e à sanidade animal. Entre as TIC de maior importância para a defesa animal em nível global destaca-se o *World Animal Health Information System* (WAHIS, 2023), desenvolvido pela OMSA, que disponibiliza dados sobre casos e surtos de enfermidades de notificação compulsória, de forma dinâmica, interativa e atualizada a cada seis horas. Embora seja a principal ferramenta de dados sobre enfermidade animal em todo mundo, outras plataformas semelhantes corroboram com o mesmo objetivo, utilizando muitas vezes a OMSA como fonte de obtenção das informações. Entre elas, estão o Sistema de Informação Global de Doenças em Animais (*EMPRES Global Animal Disease Information System*) - EMPRES-i, desenvolvida pela FAO, que apresenta uma estrutura dinâmica e ágil de exploração dos dados (EMPRES-i, 2023; WAHIS, 2023).

Devido à constante ameaça à saúde pública por patógenos causadores de doenças transmissíveis por alimentos, diversas iniciativas de criação de grupos de referência e pesquisa sobre o tema vem se consolidando mundialmente e, paralelamente, publicações e análises sendo produzidas e disponibilizadas de forma remota. Alguns projetos estão fortemente ligados a estudos de monitoramento e estimativas de enfermidades, como o Grupo de Referência de Epidemiologia da Carga de Doenças Transmitidas por Alimentos, que fornece informações técnicas para pesquisadores interessados em estimar a carga de doenças transmitidas por alimentos e dispõe de uma biblioteca virtual completa sobre o tema (FERG, 2023).

Ainda sobre enfermidades zoonóticas, a Organização Mundial de Saúde também disponibiliza informações epidemiológicas de alta relevância e magnitude. Em sua plataforma é possível acessar dados e indicadores epidemiológicos em diferentes formatos e aplicações, incluindo dados de todos os países membros. Atualizações epidemiológicas e alertas mais recentes podem ser pesquisados de forma completa, em que a exploração é realizada por meio de indicadores disponibilizados no observatório de saúde global (OMS, 2023). As publicações disponibilizadas pela FAO, assim como as já citadas, são igualmente significativas e exercem papéis complementares enquanto fonte de conhecimento e pesquisa (FAO, 2023a).

Outros caminhos de consulta a informações que contemplam agentes patogênicos presentes em produtos de origem animal são os *sites* de órgãos de vigilâncias oficiais de cada país. Tecnologias envolvendo inovação nas formas de disponibilização e obtenção das informações, publicações e estudos elaboradas em universidades e centros de pesquisa locais se tornaram importantes fontes de consulta e de análise de dados, todavia, essa realidade não se estende aos países em desenvolvimento, sendo muitas vezes um limitante para o direcionamento das ações (CDC, 2023b; ESFA, 2023; FSANZ, 2023).

Por outro lado, sistemas de informação e comunicação vêm utilizando notícias e mídias sociais eletrônicas como fonte de dados para alicerçar plataformas de consulta a partir dos seus agrupamentos em uma única página virtual. Tais sistemas são automatizados, em geral de livre acesso, e reúnem informações atuais e localizadas sobre surtos de doenças a níveis globais, obtidas através de fontes de mídias eletrônicas gratuitas, tais como agências de vigilâncias oficiais de diversos países ou organizações de saúde, e

alertas em noticiários. Alguns desses tipos de sistemas conseguem monitorar, organizar e disponibilizar relatórios de acordo com o território, período e agente etiológico (HEALTHMAP, 2023; GLOBAL INCIDENCE, 2023). Essas ferramentas tendem a ser úteis, sobretudo, em áreas relativamente despercebidas.

A tecnologia móvel, através dos aplicativos digitais, também se apresenta como uma nova maneira de aperfeiçoar sistemas de vigilância em saúde e oportunizar a notificação de doenças (FADILAH, 2019). Um desses exemplos foi desenvolvido pela FAO, o EMA-i (*Event Mobile Application*) usado para coleta de dados e facilitar a notificação de doenças em tempo real como forma de apoio aos serviços veterinários na vigilância de doenças no campo (FAO, 2018).

No Brasil, o MAPA possui o e-SISBRAVET - Sistema Brasileiro de Vigilância e Emergência Veterinárias que consiste em um sistema informatizado a partir de uma ferramenta eletrônica específica para gestão dos dados obtidos na vigilância passiva em saúde animal. Foi desenvolvida para o registro e acompanhamento das notificações de suspeitas de doenças e das investigações realizadas pelo Serviço Veterinário Oficial (SVO). O sistema é direcionado ao planejamento e gerenciamento da prevenção, detecção e pronta reação às ocorrências zoonosológicas de interesse pecuário nacional (BRASIL, 2021b).

Em Minas Gerais, um exemplo desta tecnologia foi idealizado pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) denominado “Notifica IMA”, que consiste de uma ferramenta de *WhatsApp* para que os cidadãos, além de produtores rurais e médicos veterinários, possam notificar suspeitas de doenças de alta letalidade e mortalidade em bovinos, bubalinos, equinos, caprinos, suínos, aves, ovinos, abelhas, peixes, e outros animais de produção (IMA, 2023).

As publicações de trabalhos científicos disponibilizadas remotamente também se configuram como fontes significativas de consulta para a área de saúde. Os conteúdos disponíveis reúnem uma variedade de informações sobre temas de relevância para a prática da vigilância em saúde, principalmente, estudos sobre doenças emergentes e reemergentes. Existem diversas plataformas na área de saúde pública e animal que reúnem literaturas científicas, igualmente necessárias para a comunidade científica e

acadêmica, para auxiliar tecnicamente na fundamentação de tomadas de decisão (USP, 2023). Essas plataformas são como bibliotecas eletrônicas criadas para propiciar a comunicação das publicações e aumentar a visibilidade de acesso. *Scopus*, *Web of science* e *PubMed* são algumas dessas plataformas de base de dados sobre a literatura científica (PUDMED, 2023; SCOPUS, 2023; WEB OF SCIENCE, 2023).

No entanto, existem alguns entraves e limitações na implementação de grande parte destas tecnologias. Ainda há dificuldade na obtenção e no tratamento de dados, além da falta de integração entre o grande número de sistemas de informação existentes (BARBOSA JÚNIOR *et al.*, 2020).

CAPÍTULO I

3. MODELO DE FLUXOS DE BUSCA PARA POTENCIAIS PERIGOS MICROBIOLÓGICOS EM PRODUTOS IMPORTADOS DE ORIGEM ANIMAL

3.1 Resumo

A presença de agentes patogênicos em produtos de origem animal capazes de produzir danos à saúde animal e/ou humana tem se tornado um desafio constante frente ao avanço do comércio exterior e às consequências de ordem econômica, sanitária e ambiental. A aplicação de ferramentas de análise de risco constitui uma resposta às ameaças de introdução de determinado produto contaminado ou animal infectado em um país. O objetivo desse artigo foi propor um modelo de busca por patógenos passíveis de serem veiculados em produtos de origem animal importados pelo Brasil a partir de um país específico e a partir de qualquer país exportador - cenário genérico, para aprimorar a realização de Análises de Risco de Importação - ARI. Grande parte dos patógenos podem ser, primariamente, considerados perigos microbiológicos em potencial até serem submetidos a 1ª etapa da ARI, denominada Identificação de Perigos. A modelagem proposta se baseou na construção de fluxos de buscas, utilizando cenários distintos a partir de um país específico e um cenário genérico a partir de qualquer país exportador, que resultam na elaboração de duas listas de patógenos (Perigos microbiológicos) de acordo com o produto de interesse. Essa forma de seleção sistemática se caracterizou pelo aspecto complementar das fontes de busca e otimizou o desenvolvimento da ARI,

garantindo maior confiabilidade das informações, redução do tempo empenhado e atualizações das condições epidemiológicas de cada enfermidade.

3.2 Introdução

Ao observar a frequente expansão do mercado de produção de produtos de origem animal e a necessidade de controle sob as perspectivas financeira e sanitária, profissionais da área de medicina veterinária e fora dela, sobretudo, da área de tecnologia e inovação, vêm se interessando em desenvolver ferramentas e soluções tecnológicas com vistas ao controle e monitoramento de doenças de relevância para a saúde pública e animal (HUTCHISON *et al.*, 2019).

Considerando que os animais e seus produtos constituem matérias-primas de alimentos com potencial veiculação de patógenos, torna-se fundamental garantir o fornecimento dos produtos de forma segura. Desta forma, as TIC contribuem para que as ameaças à saúde humana, animal e vegetal oriunda de determinadas fontes de contaminação em alimentos possam ser mais rapidamente difundidas. Ao fornecer alertas precoce de surtos de doenças, providências e precauções em todos os níveis podem ser tomadas em tempo hábil para prevenir a transmissão epidêmica, salvar vidas e evitar transtornos econômicos (ISID, 2023).

Perante o constante risco do surgimento de doenças zoonóticas emergentes e reemergentes, as intervenções dependem de respostas as essas ameaças, as quais necessitam do fortalecimento dos sistemas de vigilância em saúde de forma intersetorial e multidisciplinar e, em determinados casos, da elaboração de análise de risco sobretudo ao introduzir determinado produto ou animal em um país. A aplicação e os desenvolvimento das TIC permitem que tais desafios sejam melhor geridos, planejados e estruturados, além de reduzir o tempo das atividades de busca por informações e a quantidade de recursos humanos (MEURER, 2020).

Em um contexto que necessite da elaboração de uma ARI, a compreensão mais abrangente de determinadas doenças e seus agentes etiológicos é primordial. Entende-se que o processo de pesquisa deve ir além do conhecimento da doença e de sua distribuição, devendo estar guiada pelo conceito de saúde única, que enxerga uma união indissociável

entre saúde humana, saúde animal e saúde ambiental, e suas associações, com o intuito não só de embasar as avaliações de risco, mas também auxiliar nas ações estratégicas de prevenção e controle, e propor subsistemas de informações e análises geográficas (SILVESTRINI, HEINEMANN, DE CASTRO, 2019).

Os processos de investigação de potenciais patógenos existentes em produto de origem animal implicam em seguir diferentes caminhos, fontes e sistemas de busca, tornando o trabalho ainda mais complexo ao se somar às particularidades de cada doença e de cada país. O grande impasse está em extrair, filtrar e certificar informações confiáveis e atualizadas a partir de uma quantidade enorme de fontes disponíveis. O objetivo desse artigo é propor um modelo para desenvolver processos de seleção de patógenos a serem submetidos à primeira etapa da ARI, denominada Identificação de Perigos, considerando as importações de produtos de origem animal pelo Brasil com procedência conhecida, a partir de um país específico e em um cenário genérico, a partir de qualquer país exportador.

3.3 Material e Métodos

A metodologia se baseou na construção de caminhos (fluxos de instruções) a serem percorridos em fontes de pesquisa reconhecidas internacionalmente que incluem publicações e plataformas de consultas de dados procedentes de órgãos oficiais e sistemas de informação e comunicação amplamente difundidos e de acesso livre, bem como de busca em bases científicas de relevância, com o propósito de identificar todos os micro-organismos potencialmente veiculados em produtos de origem animal importados. Os modelos propostos foram apresentados em formato de fluxogramas, complementados com a descrição mais elaborada de cada fonte de informação.

De forma sintética, os caminhos envolveram os seguintes organismos internacionais como fontes de pesquisas:

- Organização de Mundial da Saúde Animal - OMSA
- Organização de Mundial da Saúde - OMS
- *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – FAO
- *Centers for Disease Control and Prevention* – CDC (EUA)

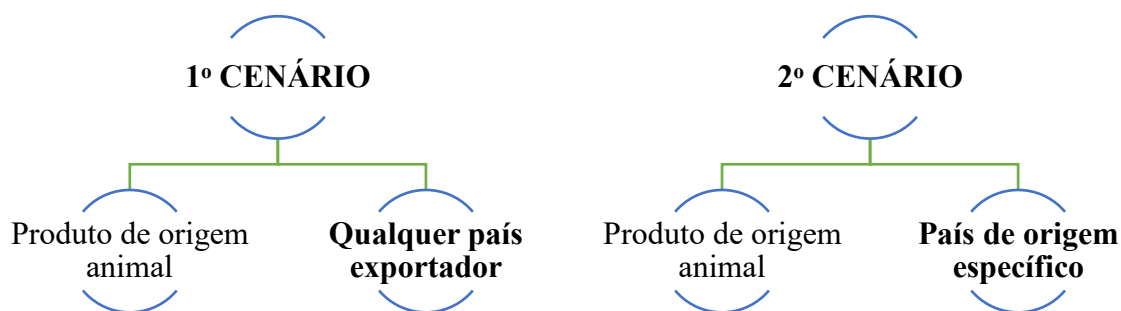
- *Food and Drug Administration* – FDA (EUA)
- *European Food Safety Authority* – ESFA (União Europeia)
- *Food Standards Australia New Zealand* – FSANZ (Austrália e Nova Zelândia)

Complementados por sistemas interativos de informação e comunicação, órgãos oficiais de cada país de interesse (que exportam para o Brasil) e plataformas de bases científicas.

3.3.1 Cenários do modelo de fluxos

Foram propostos dois cenários para a implementação dos fluxos (Fig.7). O primeiro cenário foi considerado genérico, quando o produto pode ser originário de qualquer país exportador, e o segundo cenário, quando o país de origem é específico.

Figura 7 - Cenários do modelo de fluxos



3.3.2 Critérios de inclusão

A construção do fluxo levou em consideração os seguintes aspectos obrigatórios:

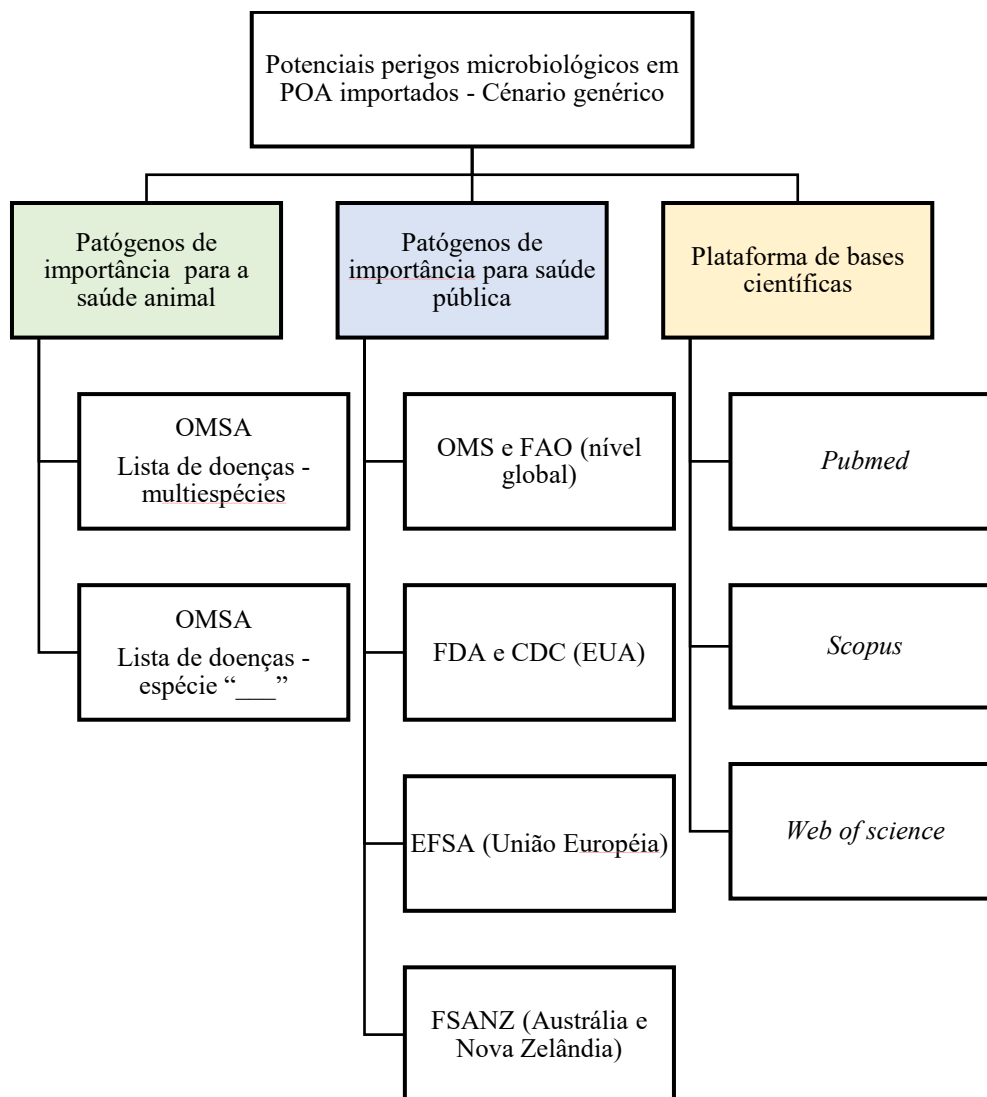
- Os produtos importados foram primariamente elaborados com matéria-prima animal para consumo humano;
- A procedência do produto, quando determinada, foi relatada antes do processo de busca, pois quando se conhece o país de origem é preciso necessariamente investigar a presença do potencial perigo (patógeno) naquele território;
- As buscas por meio das bases de dados de literatura científicas foram realizadas filtrando artigos publicados em revistas com fator de impacto (*Journal Citation Reports* - JCR) acima de 2.3, na categoria: *Veterinary Sciences* ou no quartil 1, quando em outras áreas de conhecimento (CLARIVATE, 2023).

3.4 Resultados e discussão

3.4.1. 1º Cenário: Qualquer país exportador (genérico)

O modelo de fluxo de busca por patógenos (potenciais perigos) em produtos de origem animal importados se inicia a partir de três caminhos complementares (Fig. 8). O primeiro caminho corresponde a investigação de potenciais micro-organismos com relevância na saúde de animais de produção e/ou veiculados pelos seus produtos. O segundo caminho refere-se à seleção de patógenos de importância para a saúde pública, envolvendo sobretudo os agentes causadores de doenças transmitidas por alimento de origem animal. O terceiro e último caminho percorre plataformas de bases científicas com o objetivo de identificar, principalmente, patógenos emergentes ou reemergentes de alta relevância e magnitude associados ao produto de interesse não relatados anteriormente.

Figura 8 - Fluxograma para seleção de potenciais perigos microbiológicos em produtos de origem animal (POA) a partir de qualquer país exportador (cenário genérico)



Legenda: OMSA= Organização de Mundial da Saúde; OMS= Organização de Mundial da Saúde; FAO= *Food and Agriculture Organization of the United Nations*; CDC= *Centers for Disease Control and Prevention*; FDA= *Food and Drug Administration*; EFSA= *European Food Safety Authority*; FSANZ= *Food Standards Australia New Zealand*.

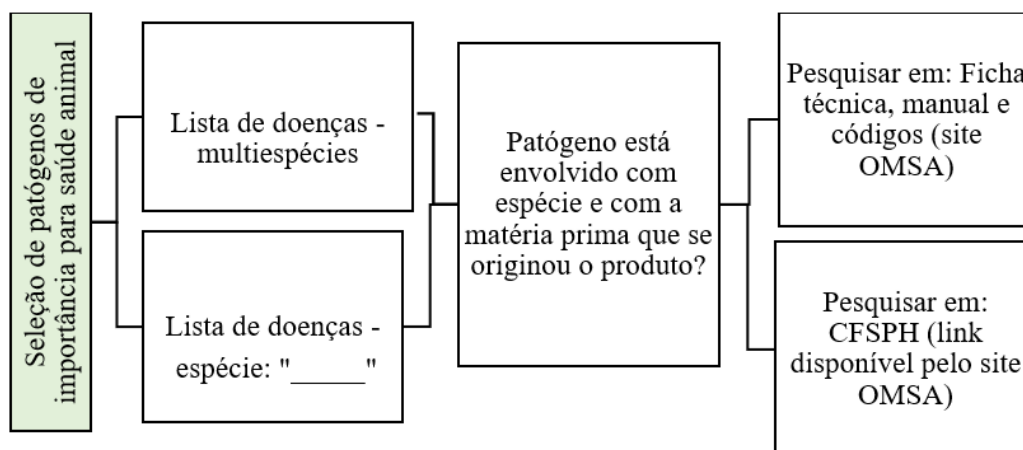
O desafio a ser superado a partir dessa proposta de fluxo envolve a dispersão das informações em diferentes *sites* e bancos de dados, isto é, há sistemas que disponibilizam dados sobre enfermidades zoonóticas acometendo exclusivamente animais, outros somente humanos, não havendo interação entre ambos. Da mesma forma, há fontes com investigações e monitoramento de zoonoses de importância para a saúde humana, mas devido à baixa relevância para a saúde animal, não são monitoradas nesses hospedeiros. Por exemplo, as duas principais fontes de pesquisa sobre enfermidades em saúde humana

e animal a nível global (Organização Mundial de Saúde e Organização Mundial de Saúde Animal) permitem consultas aos seus bancos de dados e indicadores, porém sem interligação direta entre eles, o que exige do investigador (analista de risco) a compreensão de que tais dados devem ser complementares e integrados no processo final.

3.4.1.1 Seleção dos patógenos de interesse para a saúde animal

Anteriormente à seleção dos agentes, é preciso identificar o produto a ser avaliado e a espécie cujo produto é derivado (exemplo: carne suína ou leite de cabra). Feito isso, de acordo com o fluxograma a seguir (Fig. 9), devem ser consideradas as doenças, infecções e infestações listadas pela OMSA nas categorias: múltiplas espécies e espécie única.

Figura 9- Fluxograma para seleção de patógenos de importância para a saúde animal



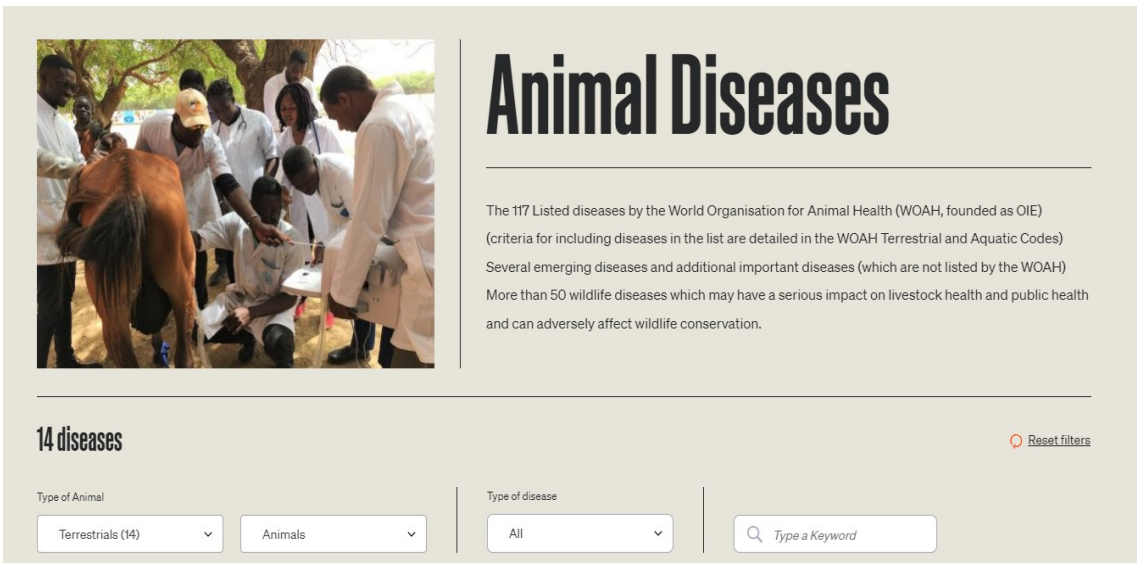
Essas listas contêm apenas as doenças de notificação obrigatória pelos países membros, e estão disponíveis na última versão do Código de Saúde Animal Terrestre, disponível no site da OMSA: www.woah.org (OMSA, 2023). Porém, é fundamental identificar os agentes etiológicos de cada enfermidade, bem como confirmar se os mesmos estão envolvidos com o animal cujo produto se originou e se a matéria-prima utilizada é potencial veículo do patógeno. Para isso, todas as doenças de interesse são tabuladas em planilhas para facilitar na organização das informações levantadas, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Modelo de organização das informações sobre as doenças de notificação obrigatória listadas pela OMSA

Doenças de notificação pela OMSA	Qual é o agente etiológico?	O patógeno está envolvido com a espécie e com a matéria-prima que se originou o produto?
Antraz	<i>Bacillus anthracis</i>	- sim ou não -

A compreensão da epidemiologia das doenças e as formas de transmissão são necessárias para responder as questões acima. Posto isso, foi indicado acessar a página inicial do *site* da OMSA e buscar pelo *link* “*Animal Disease*”. O analista é redirecionado a uma página onde é possível filtrar a doença de interesse e imediatamente ter acesso às informações necessárias para responder as questões solicitadas (Fig. 10). Tais informações estão em formato de fichas técnicas (*OIE Technical Disease Card*), publicações de manuais e códigos ou simplesmente em textos explicativos descritos no campo da página.

Figura 10 – *Site* da OMSA



Animal Diseases

The 117 Listed diseases by the World Organisation for Animal Health (WOAH, founded as OIE)
 (criteria for including diseases in the list are detailed in the WOAH Terrestrial and Aquatic Codes)
 Several emerging diseases and additional important diseases (which are not listed by the WOAH)
 More than 50 wildlife diseases which may have a serious impact on livestock health and public health and can adversely affect wildlife conservation.

14 diseases [Reset filters](#)

Type of Animal: Terrestrials (14) | Animals

Type of disease: All

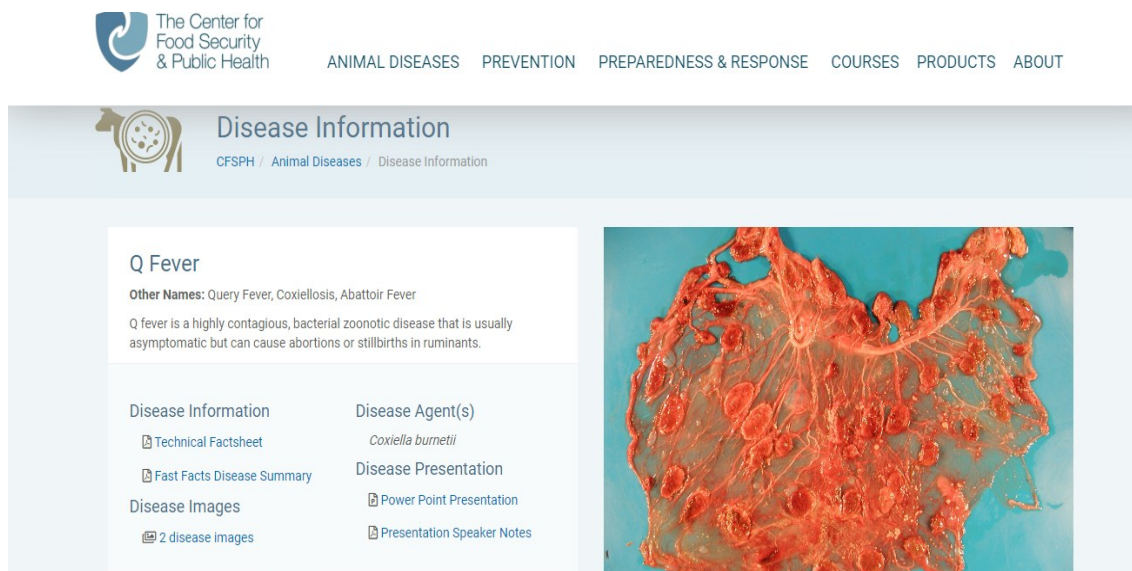
Search:

Fonte: www.woah.org

Além dos materiais disponibilizados na página da OMSA, há também a disponibilização de *links* para *sites* de referência no caso de consultas mais complexas sobre a doença de interesse. Entre estes, destaca-se *Center for Food Security & Public Health – CFSPH*, estabelecido pelo CDC, localizado na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Iowa – EUA (Fig. 11). O *site* do CFSPH contém fichas técnicas, publicações e apresentações sobre importantes doenças animais transfronteiriças e

doenças zoonóticas para uso entre profissionais veterinários, médicos e de saúde pública. O acesso está disponível em: www.cfsph.iastate.edu/ (CFSPH, 2023).

Figura 11- Site da CFSPH



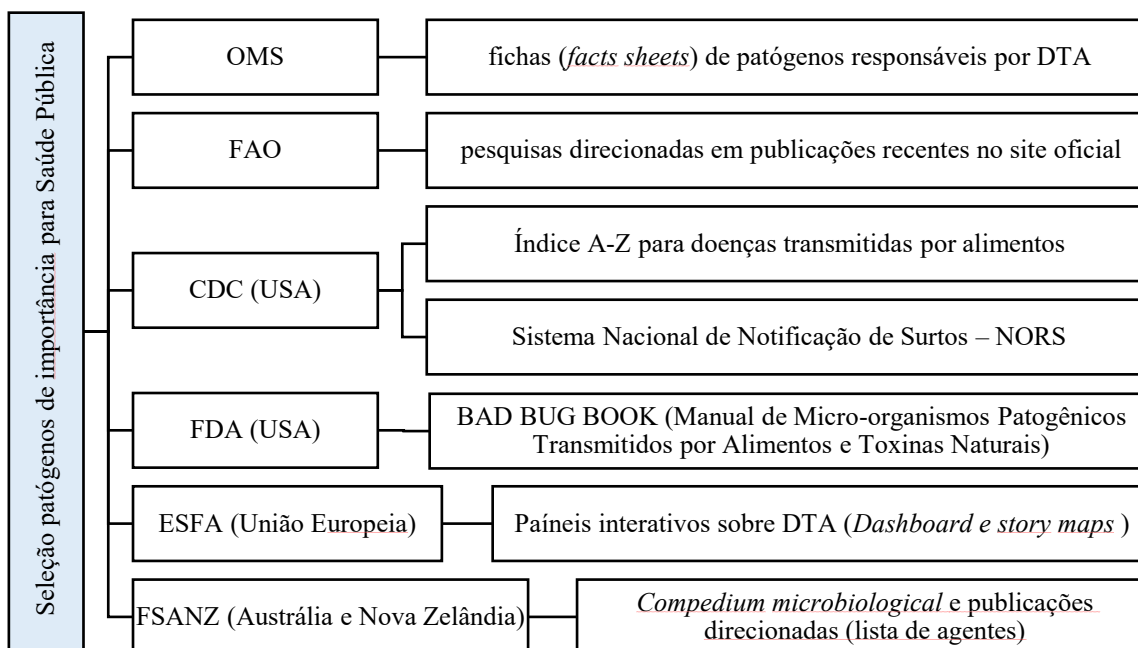
Fonte: <https://www.cfsph.iastate.edu/>

As listas de patógenos elaboradas a partir do fluxo proposto são primordiais para integrar a relação dos potenciais perigos de importância para a saúde animal em uma ARI de POA genérica. Entretanto, também é necessário incluir os patógenos envolvidos em doenças zoonóticas de relevância para saúde pública, cujas informações estão parcialmente ou não disponíveis pela OMSA. Para isso, as consultas serão realizadas em fontes de informação com foco em saúde humana.

3.4.1.2 Seleção dos patógenos de interesse para a saúde pública

O fluxograma para seleção dos patógenos de interesse para saúde pública encontra-se descrito na Fig. 12 e inclui as fontes de consulta a serem percorridas. Basicamente, esse fluxograma contém publicações e *sites* interativos dos principais órgãos nacionais de relevância global, cujos países apresentam robustez em seus programas de vigilância epidemiológica. Completam a busca, os organismos internacionais: OMS e FAO, em que há participação integrada dos países membros.

Figura 12 - Fluxograma para seleção de patógenos de importância para a saúde humana

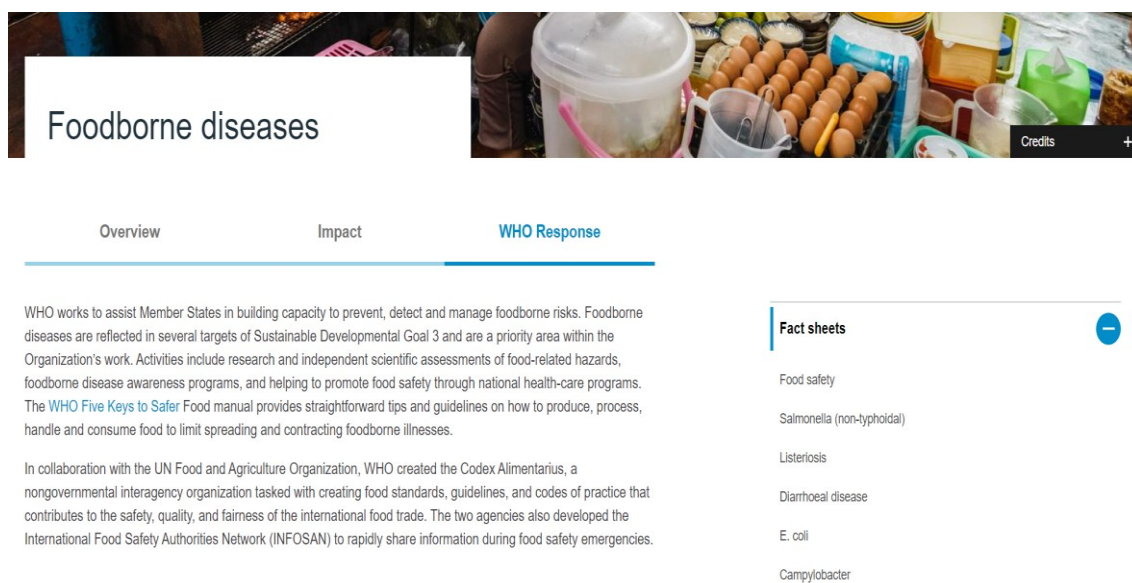


Via de regra, ao iniciar a pesquisa, deve-se ter a ciência do produto importado e da matéria-prima de interesse para que os mesmos sejam relacionados na pesquisa.

3.4.1.2.1 Organização Mundial de Saúde – OMS

A consulta se inicia pelo no *site* da OMS: www.who.int/, acessando “*Health topics*”. Na seção de doenças transmissíveis por alimentos (“*Foodborne Disease*”) há um *link* denominado “*fact sheets*” (Fig. 13), cujo acesso remonta para uma lista de patógenos em que é possível selecionar aqueles relacionados aos produtos de origem animal e suas principais implicações no ser humano. Nessa mesma página há links que direcionam para publicações de relevância para complementação da pesquisa, quando couber (OMS, 2023).

Figura 13 – Site da OMS



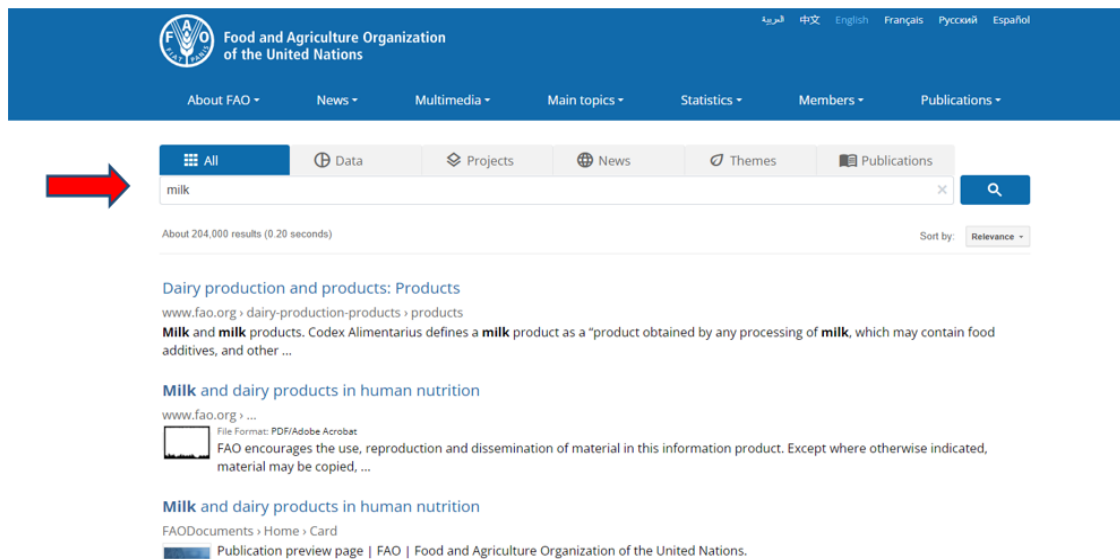
Fonte: <https://www.who.int/>

3.4.1.2.2 Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO

A pesquisa de patógenos por meio das publicações da FAO é realizada inicialmente selecionando os tipos de produtos que serão analisados, ou seja, ao pesquisar determinado alimento ou um grupo de alimentos, diversas publicações são disponibilizadas, inclusive, aquelas relacionadas às contaminações microbiológicas.

Na página inicial: [//www.fao.org/home/en/](http://www.fao.org/home/en/), no campo suspenso (lupa) demonstrado pela seta vermelha (Fig. 14), o produto de interesse deve ser digitado preferencialmente em inglês (ex.: “milk”). Em seguida, uma lista com diversas publicações é apresentada para a consulta (FAO, 2023a).

Figura 14 – Site da FAO



Fonte: <https://www.fao.org/home/en/>

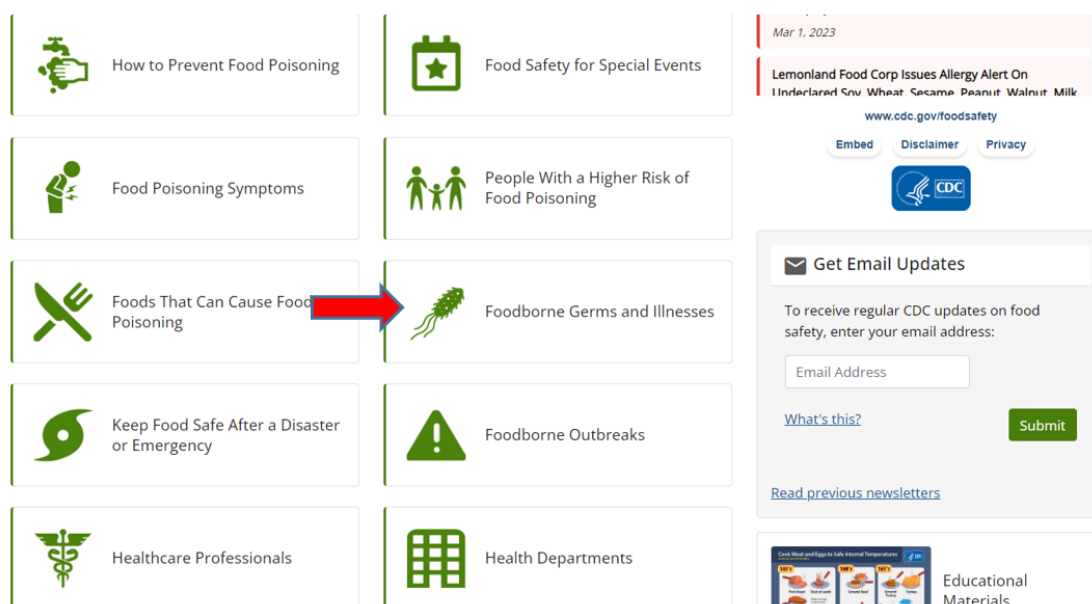
Esses materiais possuem informações mais atualizadas sobre a veiculação de patógenos por meio de alimentos. Grande parte das publicações podem ser adquiridas através de *download* em formato PDF (*Portable Document Format*) conforme a matéria-prima de interesse.

3.4.1.2.3 Centers for Disease Control and Prevention – CDC

O CDC disponibiliza em sua página virtual acessos a diferentes fontes de pesquisas. Entretanto, dois caminhos foram escolhidos por apresentarem maior completude de dados, interatividade e facilidade de acesso, sendo eles: Índice A-Z para doenças transmitidas por alimentos e Sistema Nacional de Notificação de Surtos (*National Outbreak Reporting System*) – NORS.

Índice A-Z para doenças transmitidas por alimentos. O acesso se dá pela página: www.cdc.gov/foodsafety/. No campo “*foodborne germs and illness*”, deve-se selecionar “*A-Z index for foodborne illness*”, indicada pela seta vermelha (Fig. 15). Esse índice contém uma lista completa de patógenos associados às doenças transmitidas por alimentos, sobretudo, de origem animal juntamente com informações epidemiológicas e fatores de risco para uma análise mais detalhada (CDC, 2023b).

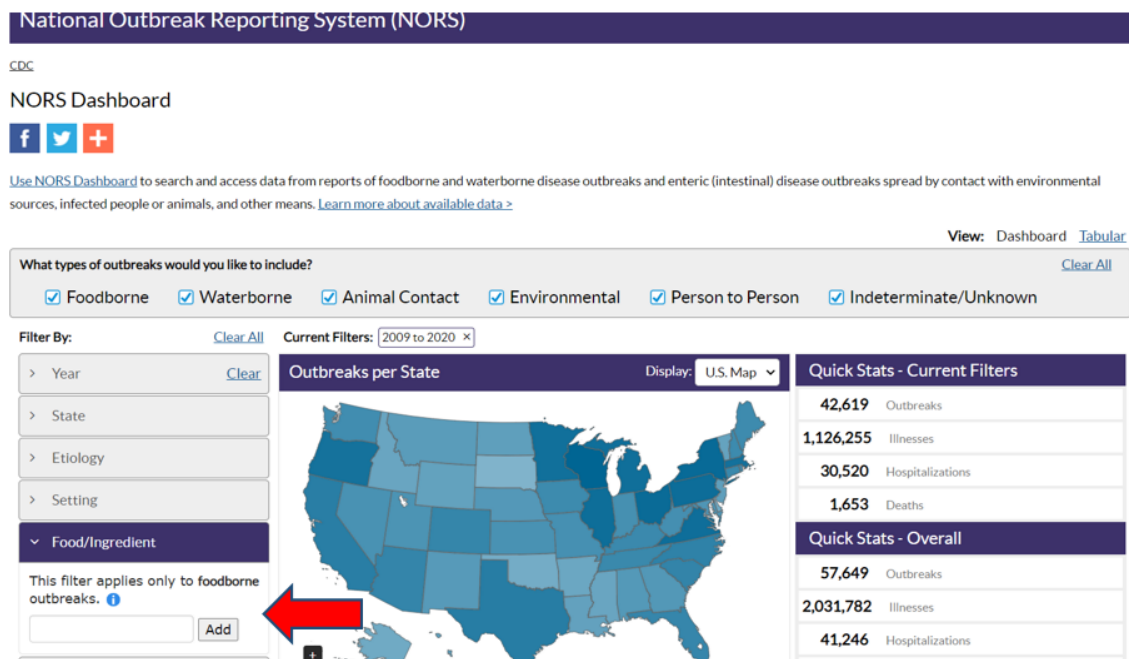
Figura 15 – Site do CDC



Fonte: www.cdc.gov/foodsafety/

National Outbreak Reporting System – NORS. O NORS está disponível em wwwn.cdc.gov/norsdashboard/ (NORS, 2023). As informações se encontram em um painel interativo, onde é possível acessar dados de relatórios de surtos de doenças transmitidas por diversos meios (alimentar, contato direto com animais ou pessoas, ambiental, hídrico). As buscas podem ser realizadas por meio da digitação do veículo de transmissão, conforme indicado pela seta (Fig. 16). Porém, embora seja uma ferramenta que ofereça informações relevantes e atualizadas sobre os agentes e as fontes de contaminação, abrange apenas os EUA. Contudo, ainda assim, tais informações são apropriadas para pesquisar as associações possíveis do patógeno e o veículo. A ferramenta se dispõe em painéis (*dashboard*) e em versão tabular (tabelas e planilhas).

Figura 16 – Site do CDC/NORS



Fonte: wwwn.cdc.gov/norsdashboard/

3.4.1.2.4 Food and Drug Administration - FDA

FDA possui publicações de grande relevância sobre agentes patogênicos, com destaque ao Manual de Micro-organismos Patogênicos Transmitidos por Alimentos e Toxinas Naturais, conhecido como *Bad Bug Book*. Este manual é publicado pelo *Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN/FDA)* sediado nos EUA, e discorre sobre uma completa relação de agentes causadores de doenças transmitidas por alimentos (FDA, 2023). Cada capítulo é dedicado a um patógeno - bactéria, vírus ou parasita - ou uma toxina natural. O Manual está disponível na página do FDA em sua segunda edição do livro: <https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/bad-bug-book-second-edition>, conforme mostra a seta descrita na Figura 17.

Figura 17 – Site do FDA

Bad Bug Book (Second Edition)

[f Share](#)
[t Tweet](#)
[in LinkedIn](#)
[✉ Email](#)
[🖨 Print](#)

Bad Bug Book (Second Edition)

Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook

Download the Bad Bug Book 2nd Edition in PDF (2.6MB)

The Bad Bug Book 2nd Edition, released in 2012, provides current information about the major known agents that cause foodborne illness.

Each chapter in this book is about a pathogen—a bacterium, virus, or parasite—or a natural toxin that can contaminate food and cause illness. The book contains scientific and technical information about the major pathogens that cause these kinds of illnesses.

A separate “consumer box” in each chapter provides non-technical information, in everyday language. The boxes describe plainly what can make you sick and, more important, how to prevent it.

Content current as of:
02/07/2022

Regulated Product(s)
Food & Beverages

Health Topic(s)
Foodborne illness

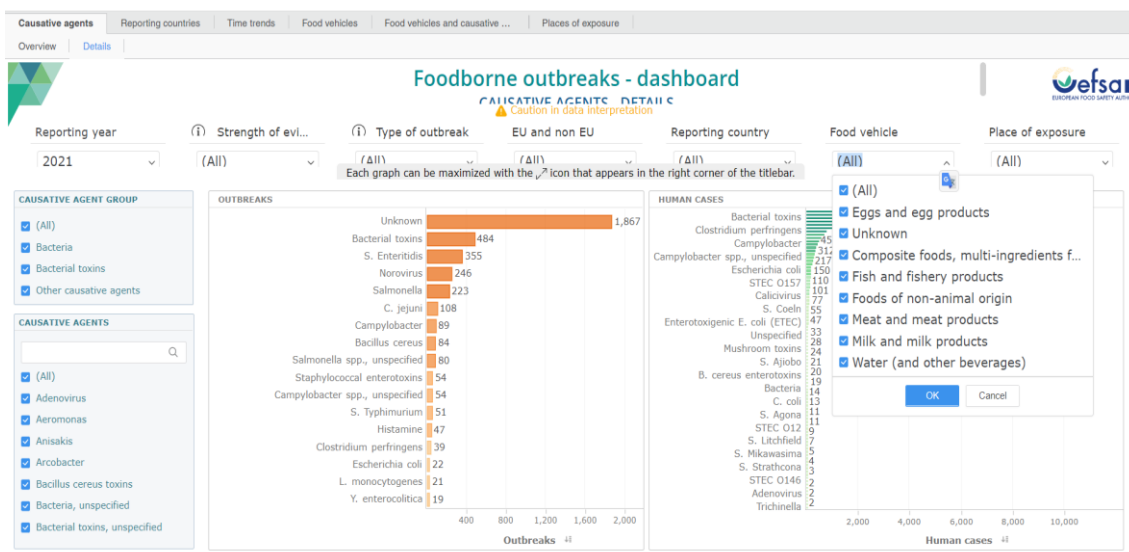


Fonte: <https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/bad-bug-book-second-edition>

3.4.1.2.5 European Food Safety Authority - ESFA

O órgão europeu de segurança dos alimentos - ESFA disponibiliza, em seu *site*: www.efsa.europa.eu/pt (há versão também em português), inúmeras informações sobre DTA, especialmente, de caráter zoonótico, envolvendo relatórios técnicos e científicos, painéis em forma de *dashboard* e *storymaps* que fornecem dados sobre os surtos de origem alimentar, seus agentes causadores e os alimentos implicados (Fig. 18). Os painéis apresentam dados recolhidos pelos estados membros da União Europeia e outros países declarantes desde 2016 (ESFA, 2023).

Figura 18 – Site do EFSA



Fonte: <https://www.efsa.europa.eu/pt>

Como os painéis são interativos, há possibilidade de filtrar o tipo de alimento atribuído a determinado surto, além de outras variáveis como ano e países, de acordo com o interesse da investigação. Caso seja preciso analisar os dados tabulados, a plataforma disponibiliza a exportação em planilhas de Microsoft Office Excel®, assim como relatórios anuais de forma detalhadas no formato de pdf.

3.4.1.2.6 Food Standards Australia New Zealand - FSANZ.

Em www.foodstandards.gov.au/Pages/default.aspx encontram-se publicações técnicas e relatórios de pesquisas, bem como guias e estudos científicos sobre doenças transmitidas por alimentos (FSANZ, 2023). Ao acessar o site acima, no link “publications”, no campo de busca é preciso digitar “Agents of foodborne illness”. Então, uma lista com diversos patógenos é apresentada para consulta individual, conforme seta vermelha descrita na Figura 19.

Figura 19 – Site do FSANZ

The screenshot shows the FSANZ website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Media centre', 'Publications', 'Careers', 'FAQs', and 'Contact us', along with a search box. Below this is a secondary navigation bar with 'Food Standards Code', 'Food businesses', 'Consumer', 'Our science', and 'About us'. The main content area is titled 'Agents of Foodborne Illness' and includes a list of pathogens with links to PDF and Word documents. A red arrow points to the 'Bacillus cereus' entry.

Agents of Foodborne Illness

Last updated: 11 November 2020

Agents of Foodborne Illness is a technical series for the food industry, food safety consultants and food regulators. It contains information about pathogens that cause foodborne illness including:

- growth and survival characteristics
- symptoms of disease
- virulence factors
- epidemiological data including a summary of large, well-documented outbreaks
- occurrence in food
- susceptible populations
- dose-response relationship.

The technical series considers bacteria and viruses, parasites and infectious prions. It is not intended as a comprehensive reference source. Each document also contains a list of recommended reading, such as the US Food and Drug Administration's *Bad Bug Book*.

- Bacillus cereus (PDF 102 kb) | (Word 99 kb)
- Campylobacter species (PDF 100 kb) | (Word 109 kb)
- Cyclospora cayentanensis (PDF 102 kb) | (Word 97 kb)
- Hepatitis A virus (PDF 108 kb) | (Word 88 kb)
- Listeria monocytogenes (PDF 175 kb) | (Word 51 kb)
- Norovirus (PDF 41 kb) | (Word 77 kb)
- Prions (bovine spongiform encephalopathy) (PDF 50 kb) | (Word 74 kb)
- Salmonella (non-typhoidal) (PDF 98 kb) | (Word 96 kb)

Fonte: www.foodstandards.gov.au/Pages/default.aspx

FSANZ também disponibiliza o Compendio de Critérios Microbiológicos para Alimentos, com informações básicas sobre micro-organismos significativos para a segurança dos alimentos e critérios microbiológicos para a gestão da segurança alimentar, com revisões continuadas pelo órgão. Disponível em: www.foodstandards.gov.au/publications/Pages/Compendium-of-Microbiological-Criteria-for-Food.aspx.

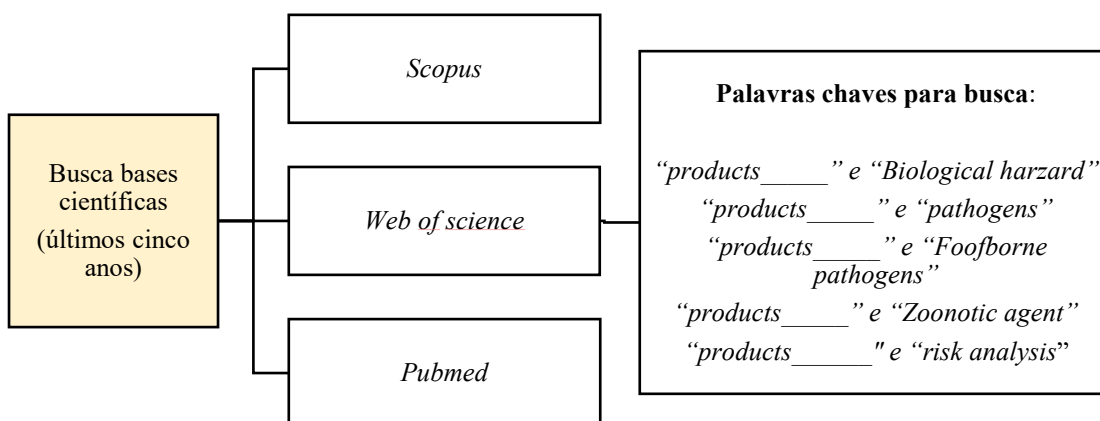
O fluxograma enfatiza que a consulta deve ser completa nos diferentes fluxos de busca, principalmente, entre as fontes de relevância para saúde animal e humana, cujas informações se complementam. Destaca-se a necessidade da verificação de versões mais atualizadas de cada publicação e que, embora as informações possam ser aproveitadas, as publicações e os painéis interativos em sua maioria têm o foco para seu território.

Os principais desafios na aplicação desses fluxos podem ocorrer quando houver demanda para pesquisas que envolvem comércio internacional entre países cujos dados são restritos, insuficientes ou subnotificados. Um caminho possível na falta dessas informações está em realizar buscas por publicações científicas, as quais permitem obter dados significativos e recentes ou atualizados, sobretudo, no que tange a patógenos emergentes ou ressurgência de alguma enfermidade já erradicada (HUTCHISON *et al.*, 2019).

3.4.1.3 Seleção dos patógenos em bases científicas

A busca por patógenos em plataformas de bases científicas foram incluídas no modelo com o objetivo de selecionar agentes possivelmente não identificados nos processos anteriores. A pesquisa por meio de publicações científicas de alta relevância tem a capacidade de revelar patógenos emergentes ou reemergentes, principalmente, em países cujos sistemas de vigilância de doenças não proporcionam amplitude e disseminação de dados, ou que apresentam sistemas de informação ainda ineficientes e desatualizados. Diante dessa condição, as buscas sugeridas se baseiam em três plataformas (*Scopus*, *Pubmed* e *Web of science*), utilizando como período os últimos cinco anos e as sequências de palavras-chaves de acordo com a fluxo abaixo (Fig. 20).

Figura 20 – Fluxograma para seleção de patógenos de interesse em bases científicas



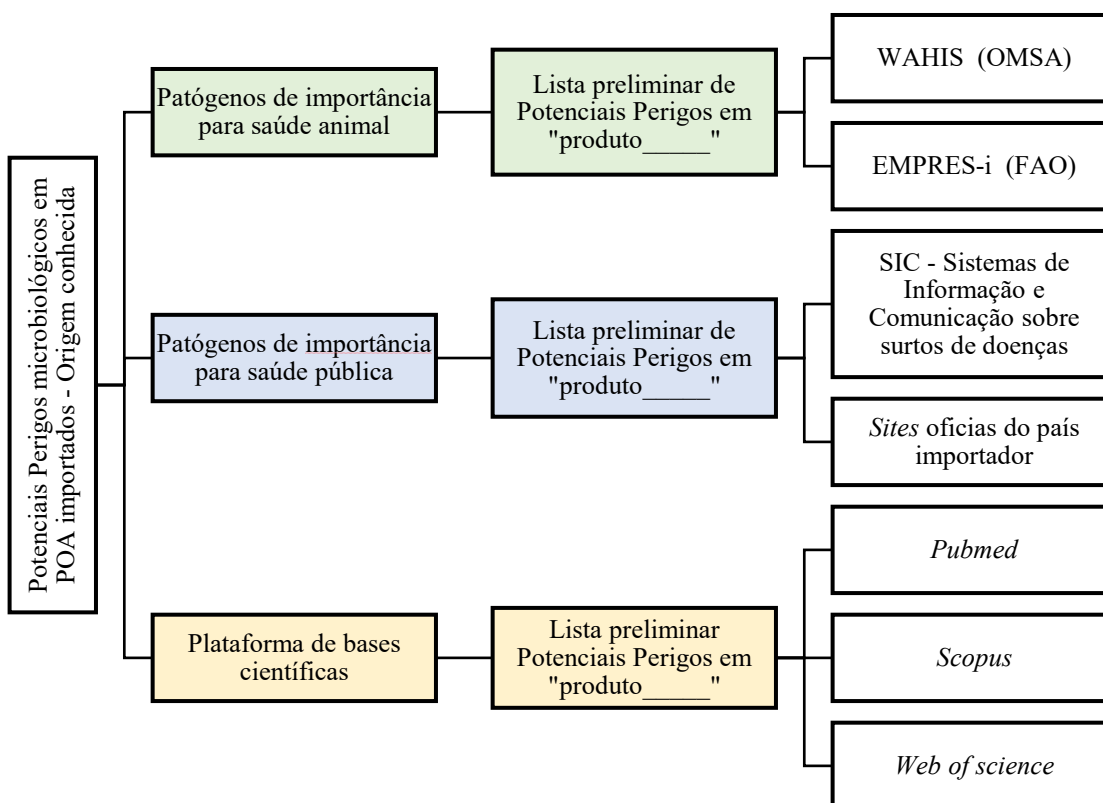
As palavras chaves permitem associar os produtos de origem animal de interesse a possíveis agentes patogênicos, e a definição de um período como filtro se tornou relevante para selecionar artigos atuais, cujo patógeno tem apresentado destaque devido ao aumento dos números de casos associados, ou a sua emergência ou reemergência.

Ao final, após a execução completa do modelo de fluxo, uma lista preliminar de patógenos é elaborada para cada um dos três caminhos de busca. Os patógenos selecionados são então classificados como potenciais perigos microbiológicos em determinado produto. Como esse cenário não considera o país de origem, a seleção é finalizada e os perigos potenciais serão analisados individualmente pela ferramenta de ARI, na etapa de Identificação de Perigos.

3.4.2. 2º Cenário: país (origem) conhecido

Ao selecionar os agentes para o segundo cenário, é necessário ter conhecimento sobre o país de origem do produto. O modelo se inicia fundamentado pelo primeiro cenário, a partir das listas preliminares produzidas a cada fluxo, e segue por meio de fontes de busca que confirmam se o patógeno ou a doença é presente no país de origem. Para que os fluxos do primeiro cenário não precisem ser replicados nesse item, o modelo se inicia a partir as listas preliminares previamente elaboradas (Fig. 21).

Figura 21 - Fluxograma para seleção de potenciais perigos microbiológicos em POA de origem conhecida



Legenda: WAHIS= *World Animal Health Information System*; OMS= *Organização de Mundial da Saúde*; EMPRES-i= *EMPRES Global Animal Disease Information System*; FAO= *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

3.4.2.1 Pesquisa por patógenos de interesse para saúde animal no país de origem

Assim como no primeiro cenário, a pesquisa se inicia pelas fontes de informação relacionadas a defesa animal. Além das questões que já foram respondidas, uma terceira

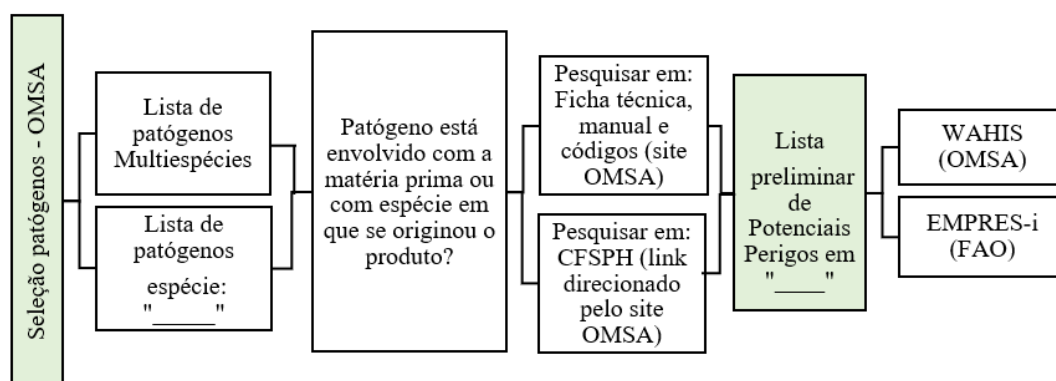
questão foi incluída: O patógeno foi identificado no país de origem nos últimos cinco anos? (Quadro 3).

Quadro 3 - Modelo de organização das informações sobre as doenças de notificação obrigatória listadas pela OMSA, considerando país e período

Doenças – OMSA	Qual é o agente etiológico?	O patógeno está envolvido com a espécie e com a matéria-prima que se originou o produto?	O agente foi identificado no país de origem nos últimos cinco anos?
Antraz	<i>Bacillus anthracis</i>	- sim ou não -	- sim ou não -

Para responder esta pergunta podem-se seguir duas fontes distintas: Sistema de Informação Mundial de Saúde Animal (*World Animal Health Information System*) – WAHIS, diretamente vinculado à OMSA, e/ou Sistema de Informação Global de Doenças em Animais (*EMPRES Global Animal Disease Information System*) - EMPRES-i, desenvolvida pela FAO (Fig. 22).

Figura 22 – Fluxograma seleção de patógenos de importância para a saúde animal no país de origem

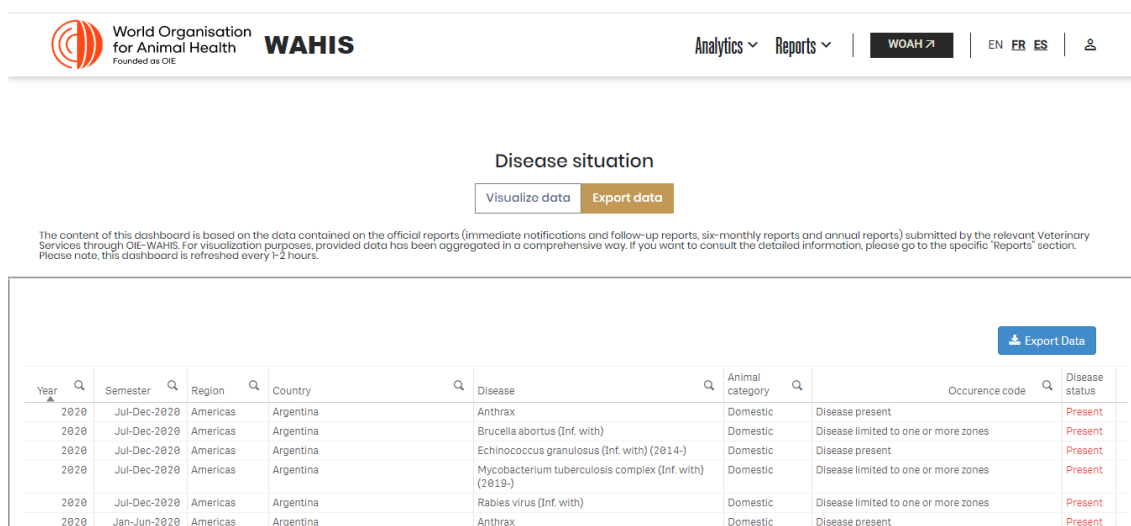


3.4.2.1.1 World Animal Health Information System -WAHIS

O WAHIS está disponível na página virtual: wahis.woah.org/#/home. O sistema permite acessar um painel interativo, cujos dados foram copilados de relatórios oficiais que contêm notificações imediatas e relatórios de acompanhamento semestrais e anuais, apresentados pelos serviços veterinários de cada país membro (WAHIS, 2023). Esse painel é atualizado a cada uma ou duas horas, o que permite a consulta do *status* das

doenças em tempo real. Por meio da ferramenta, é possível selecionar diferentes variáveis, principalmente, a situação da doença no país de interesse (presente/ausente) e as espécies envolvidas, filtrando os períodos em anos e/ou semestres. Os dados podem ser exportados em planilhas do Microsoft Office Excel® (Fig. 23).

Figura 23 – Site do WAHIS



Fonte: <https://wahis.woah.org/#/home>

3.4.2.1.2 EMPRES Global Animal Disease Information System - EMPRES-i

O EMPRES-i é um sistema de informação também em nível global que se baseia em um painel interativo e em tempo real com possibilidades de explorar a distribuição geográfica de determinado patógeno ou enfermidade. As consultas são realizadas de acordo com os filtros de interesse do pesquisador, que neste estudo é o país exportador e o período (últimos cinco anos) (EMPRES-i, 2023). O acesso se dá pelo site <https://empres-i.apps.fao.org/#/>, as variáveis de interesse são selecionadas através de filtros, e os dados disponibilizados por meio de tabelas ou mapas (Fig. 24).

Figura 24 - Site do Empres-i

Event ID	Disease	Serotype	Locality	Country	Region	Observation Date	Report Date
338784	African horse sickness		Ikoyi	Nigeria	Africa	13/12/2022	27/12/2022
339736	African swine fever		Bang Phuc	Viet Nam	Asia		04/01/2023
339737	African swine fever		Nam Cuong	Viet Nam	Asia		04/01/2023
339738	African swine fever		Phuong Vien	Viet Nam	Asia		04/01/2023
341280	African swine fever		Slampes parish	Latvia	Europe	11/01/2023	17/01/2023
344024	African swine fever		Degoles parish	Latvia	Europe	01/02/2023	07/02/2023
338922	African swine fever		Degoles parish	Latvia	Europe	22/12/2022	28/12/2022
338568	African swine fever		Slampes parish	Latvia	Europe	15/12/2022	21/12/2022
338558	African swine fever		Lestenes parish	Latvia	Europe	15/12/2022	21/12/2022
338566	African swine fever		Sm rdes parish	Latvia	Europe	15/12/2022	21/12/2022

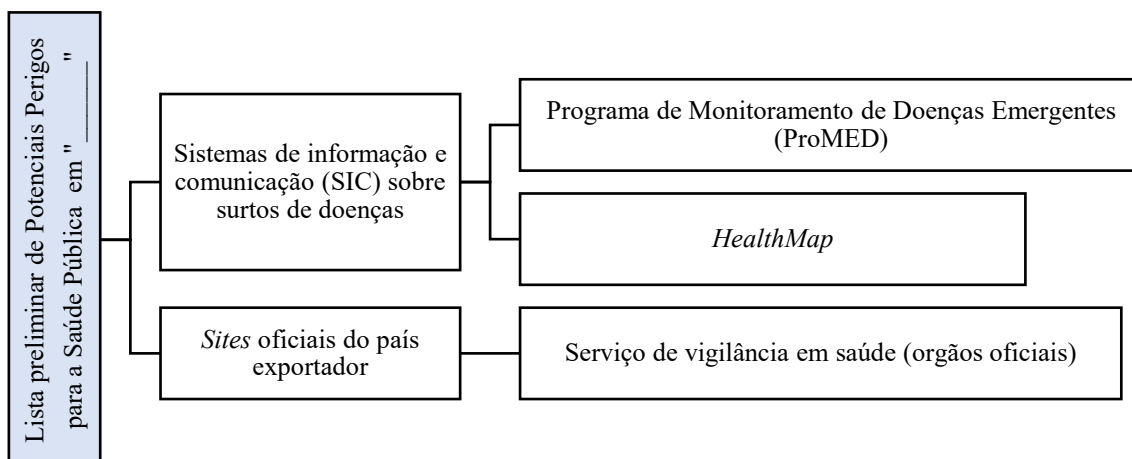
Fonte: <https://empres-i.apps.fao.org/#/>

Desta forma, os patógenos que não foram identificados durante a pesquisa no país de origem pelos últimos cinco anos são excluídos da seleção dos Potenciais Perigos. Aqueles presentes no país importador integram a lista de Potenciais Perigos microbiológicos.

3.4.2.2 Pesquisa por patógenos de interesse para saúde pública no país de origem

Diante da lista previamente elaborada, inicia-se a verificação da presença do patógeno no país exportador (Fig. 25). Existem diversas plataformas para realização dessas consultas, no entanto, optou-se por organizar o fluxo nomeando um caminho como SIC - Sistemas de Informação e Comunicação, o qual contém diversas fontes de consulta a nível global sobre surtos de doenças. Dentre essas fontes, foram escolhidos os sistemas: Programa de Monitoramento de Doenças Emergentes (*Program for Monitoring Emerging Diseases*) - ProMED e *Healthmap*, ambos desenvolvidos por organizações de alta credibilidade internacional e fácil interação. Localmente, há também a possibilidade de consulta por meio de dados e publicações dos serviços oficiais de vigilância em saúde de cada país de interesse. Todavia, tais informações são melhor disponibilizadas por países desenvolvidos (HEALTHMAP, 2023; ProMED, 2023).

Figura 25 - Fluxograma para seleção de patógenos de importância para a saúde pública no país de origem



3.4.2.2.1 Sistemas de Informação e Comunicação (SIC) sobre surtos de doenças

Quando os sistemas de vigilância em saúde permitem a divulgação e disponibilização de dados e análises confiáveis, as respostas frente ao controle e à prevenção de doenças infecciosas tendem a ser mais aceleradas e efetivas (ISID, 2023).

O ProMED é um sistema dedicado à rápida disseminação global de informações sobre surtos de doenças infecciosas e exposições agudas a toxinas que afetam a saúde humana, incluindo aqueles em animais e plantas cultivadas para alimentação humana ou animal. Essa plataforma está disponível no site [//promedmail.org/?lang=pt](http://promedmail.org/?lang=pt) (versão em português), conforme Figura 26, sendo uma iniciativa da *International Society for Infectious Diseases* - ISID com sede nos USA, em colaboração com a OMS (ProMED, 2023). A busca ocorre de forma interativa, digitando o patógeno de interesse no campo da “palavras-chave”, indicado pela seta na figura. O sistema possibilita conhecer as informações detalhadas sobre a ocorrência e a localidade de casos ou surtos em tempo real ou em anos anteriores.

Figura 26 – Site da Promed

Search

OR keyword(s) in: Subject Post
use "AND" or "OR" between multiple keywords

listeria

include archive number in results

Date Range (optional): -

ProMED-mail
 ProMED-ESP
 ProMED-RUS
 ProMED-MBDS
 ProMED-FRA
 ProMED-PORT
 ProMED-EAFR
 ProMED-SoAs
 ProMED-MENA
 ProMED-AMR
 Plants

Search

Search Results (25)

01 Sep 2021 Salmonella, Listeria - North America (02): (USA) pet food recall, comment

29 Aug 2021 Salmonella, Listeria - North America: (USA) pet food recall

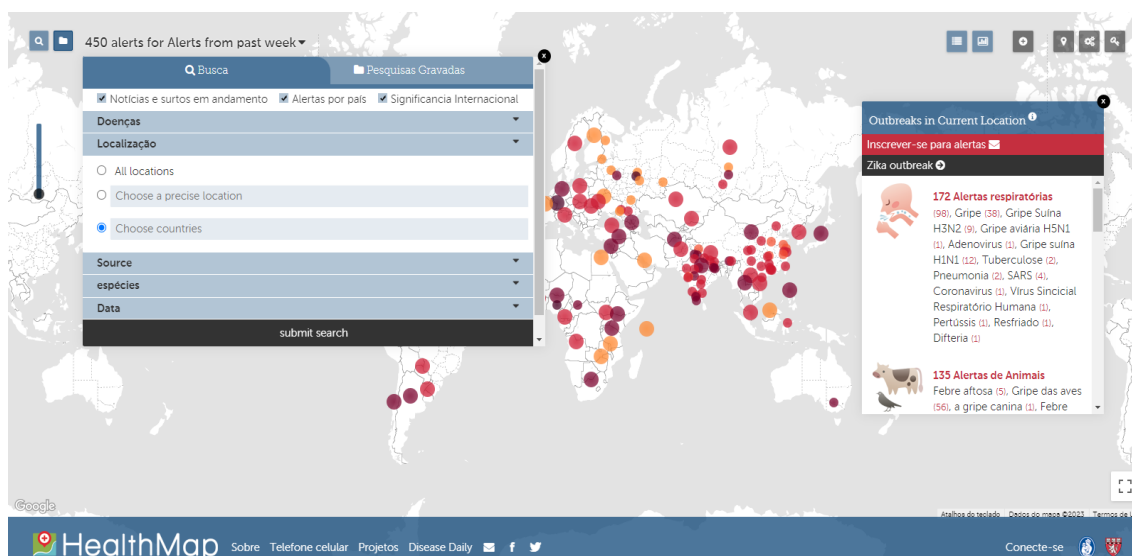
26 Jan 2015 Listeria, pet food - USA: (Midwest) recall

Fonte: <https://promedmail.org/?lang=pt>

A segunda fonte de consulta, *HealthMap*, se fundamenta em um SIC de livre acesso, que possibilita monitorar e visualizar as informações de doenças a nível global, de acordo com a geografia, tempo e agente de doenças infecciosas (Fig. 27). Como limitante, o acesso retrospectivo ocorre apenas pelos últimos seis meses, na página virtual <https://www.healthmap.org/pt/>.

Os dados reunidos no *HealthMap* são obtidos através de mídias eletrônicas como *ProMED-mail*, *Eurosurveillance*, *Wildlife Disease Information Node*, que disponibilizam dados de vigilância em saúde. A plataforma rastreia notícias de imprensa e mídias sociais, como um sistema de detecção precoce, fornecendo informações atuais e locais sobre surtos, principalmente, em áreas relativamente invisíveis para os esforços da saúde pública global (HEALTHMAP, 2023). Outras fontes afins foram identificadas durante a pesquisa (por exemplo: *Global Incident Map*), entretanto, optou-se em utilizar *Healthmap* como modelo para este tipo de plataforma pela clareza da ferramenta, além do que já citado.

Figura 27 – Site do HealthMap



Fonte: <http://www.healthmap.org/>

3.4.2.2.2 Serviço de vigilância em saúde locais (órgãos oficiais)

Instituições oficiais de vigilância em saúde presentes no país de origem podem ser importantes fontes de consulta de dados quando apresentarem sistemas ativos de notificação e monitoramento de doenças. O processo de investigação ocorre por meio de buscas em páginas virtuais de agências e departamentos oficiais que disponibilizam publicações, estudos de análises de risco e análises epidemiológicas que auxiliam na identificação de patógenos no país de interesse.

Contudo, essa não é uma realidade em muitos territórios. Países desenvolvidos geralmente possuem sistemas de vigilância bem avançados e de fácil acessibilidade, com monitoramento de surtos e casos, independentemente da compulsoriedade da notificação. O mesmo não ocorre em países subdesenvolvidos, sendo um importante obstáculo a ser superado no que tange a vigilância em saúde e suas ferramentas (COSTA, 2016). Sendo assim, esse caminho será melhor aproveitado dependendo do país de procedência do produto.

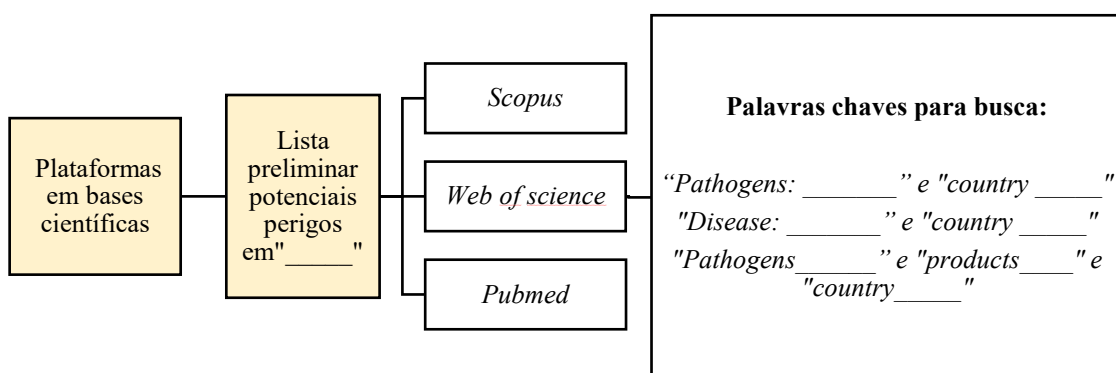
3.4.2.3 Seleção dos patógenos em bases científicas considerando o país de origem

O emprego desse fluxo torna-se primordial quando a investigação nas plataformas anteriores não consegue detectar a presença do patógeno ou doença nos países de

interesse. De forma sucinta, esse modelo pode ser usado como comprovação dos dados levantados ou, mais ainda, para conferir e apurar informações que ainda não haviam sido identificadas.

Diante dessa condição, foi sugerido realizar as buscas em três plataformas de busca (*Scopus*, *Pubmed* e *Web of science*), utilizando como filtro os últimos cinco anos e incluindo entre as palavras chaves o país exportador de interesse, conforme Figura 28.

Figura 28 - Fluxograma para seleção de patógenos de interesse em bases científicas (origem conhecida)



Finalmente, patógenos veiculados em produtos de origem animal com procedência conhecida, resultante das buscas pelos três caminhos propostos, integram uma lista de perigos em potencial. Essa lista, única e completa, será utilizada para embasar o início de uma Análise de Risco de Importação.

Vale destacar que ao considerar os patógenos de relevância para saúde humana, foi constatado uma maior quantidade de fontes relacionadas a transmissão via alimentar. Isso se deve ao destaque e a potencialidade dos alimentos enquanto veiculadores de agentes zoonóticos (DESORDI, 2020). Essa condição foi corroborada pelo volume de sistemas de informação e comunicação existentes em todo mundo direcionadas ao monitoramento das DTA (FERG, 2023).

Não foi identificada nenhuma ferramenta tecnológica que conseguiu reunir em uma só plataforma todas as informações, de forma completa, organizada e atualizada, para a condução do presente trabalho. Portanto, mesmo diante de um cenário onde há diferentes caminhos a seguir, com diversas fontes e sistemas de busca, somadas às particularidades

de cada doença e de cada país, a seleção das informações e dos dados devem ser obrigatoriamente realizadas quando se propõe a desenvolver uma ARI. A partir desses processos de buscas, a elaboração das listas de potenciais patógenos permite a elaboração de análises de risco de forma mais célere e fundamentada.

3.5 Considerações finais

Os modelos de fluxo de busca por potenciais perigos microbiológicos propostos no presente trabalho facilitam o processo de seleção de agentes patogênicos na elaboração de análises de risco. A metodologia previu “caminhos” próprios e estabeleceu pré-requisitos visando a construção de listas de patógenos que podem ser submetidos a primeira etapa de ARI - Identificação de Perigos, considerando importações de produtos de origem animal pelo Brasil com procedência a partir de um país específico ou de um cenário genérico a partir de qualquer país exportador.

Destaca-se a importância em percorrer todos os “caminhos” indicados, visto que as informações se complementam, sendo necessário acessar, além das fontes de relevância para a saúde animal e humana, a literatura científica com os respectivos filtros. Esse processo garante credibilidade dos dados e atualização do *status* sanitário de cada cenário.

Supõem-se que, a partir da utilização do modelo apresentado, os fluxos de trabalho em análise de risco fluam sistematicamente e em menor tempo. A seleção prévia, rápida e adequadamente realizada dos perigos em potencial aceleram o desenvolvimento da ARI e garantem maior confiabilidade das informações.

3.6 Referências bibliográficas

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Food Safety. 2023b. Disponível em: <https://www.cdc.gov/foodsafety/>. Acesso em 02 de março de 2023.

CFSPH. The Center for Food Security and Public Health. 2023 Disponível em: www.cfsph.iastate.edu/. Acesso em 02 de março de 2023.

CLARIVATE. Journal Citation Reports. 2023. Disponível em: <https://jcr.clarivate.com/JCRLandingPageAction.action>. Acesso em 10 abril de 2023.

DESORDI, Leticia Goulart. Análise da seguridade alimentar como parte da política da Secretaria de Defesa Agropecuária: os programas de controle dos alimentos de origem animal. 2020. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/6179>.

EMPRES-i. EMPRES Global Animal Disease Information System. 2023. Disponível em: <https://empres-i.apps.fao.org/#/>. Acesso em 6 de março de 2023.

ESFA. European Food Safety Authority. 2023. Disponível em: www.efsa.europa.eu/pt. Acesso em 6 de março de 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023a. Disponível em: <http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em 20 de julho de 2022.

FDA. Food and Drug Administration. 2023. EUA. Disponível em: <https://www.fda.gov>. Acesso em 6 de março de 2023.

FSANZ. Food Standards Australia New Zealand. 2023. Disponível em: www.foodstandards.gov.au/Pages/default.aspx. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

GLOBAL INCIDENCE. 2023. Disponível em: https://outbreaks.globalincidentmap.com/map?event_type%5b%5d=248. Acesso em: 14 de maio de 2023.

HEALTHMAP. 2023. Disponível em <https://www.healthmap.org/pt/>. Acesso em 15 de maio de 2023.

HUTCHISON, Jennifer et al. New approaches to aquatic and terrestrial animal surveillance: The potential for people and technology to transform epidemiology. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 167, p. 169-173, 2019.

ISID. International Society for Infectious Diseases. 2023. EUA. Disponível em: <https://isid.org/surveillance/>. Acesso 10 em maio de 2023.

MEURER, Igor Rosa. *Amostras de soro de pacientes com suspeita de dengue no estado de minas gerais, brasil: uma doença negligenciada*. 2020. 140 p. Tese (Doutorado em saúde). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

NORS. National Outbreak Reporting System. 2023. CDC: EUA. Disponível em: wwwn.cdc.gov/norsdashboard/. Acesso 10 em maio de 2023.

OMSA. Código Sanitário de Animais Terrestres. Paris: 2022. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>. Acesso em 30 de novembro de 2022.

OMSA. Organização Mundial de Saúde Animal. 2023. Disponível em: www.woah.org. Acesso em 30 de março de 2023.

OMS. Organização Mundial de Saúde. 2023. Disponível em: www.who.int/. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

PROMED. Program for Monitoring Emerging Diseases. 2023. Disponível em: <https://promedmail.org/?lang=pt>. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

SILVESTRINI, A. R.; HEINEMANN, M. B.; DE CASTRO, A. M. M. G. Leptospirose no contexto da Saúde Única e diretrizes de vacinação. *Pubvet*, v. 14, p. 137, 2019.

WAHIS. World Animal Health Information System. 2023. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/disease-datacollection/world-animal-health-information-system/>. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

CAPÍTULO II

4. PERFIL DAS IMPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE PRODUTOS LÁCTEOS PARA CONSUMO HUMANO

4.1 Resumo

Diante da produção mundial de alimentos, os laticínios constituem uma pequena parcela, porém o comércio global de lácteos é bastante competitivo e possui um mercado consumidor consideravelmente ativo, realizando trocas mais regionalizadas. O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de leite, mas ainda é dependente do mercado externo para atender sua demanda interna. Esse cenário vem se prologando ao longo dos anos e repercute negativamente na balança comercial do setor. A internalização de produtos lácteos, além de impactar o cenário econômico, pode gerar entraves sanitários e apresentar riscos à saúde. O presente trabalho objetivou conhecer a dinâmica e as tendências do comércio internacional de produtos lácteos e compreender o perfil das importações brasileiras de leite e seus derivados, realizando uma análise exploratória dos dados sobre as mercadorias importadas, origens (principais países exportadores) e volumes, no período de 2018 a 2022, uma vez que tais informações serão fundamentais para aplicação do método proposto na tese. A maior quantidade de produtos derivados de leite importados pelo Brasil foi majoritariamente oriunda da Argentina e do Uruguai, seguida, com menor relevância, de Paraguai, França e Nova Zelândia. Os produtos com maior volume de importação foram leite em pó com diferentes teores de matéria gorda, soro de leite, queijo muçarela e queijos de massa semidura, que juntos representaram 82,6% do total de lácteos importados. O conhecimento acerca dos principais parceiros comerciais, os tipos e as características de cada produto, bem como as quantidades

importadas são informações determinantes para a elaboração de Análise de Risco de Importação.

4.2 Introdução

O leite é considerado uma das *commodities* agropecuárias mais relevantes do mundo, representa fonte de renda e sobrevivência para parte da população mundial. É classificado como um alimento rico nutricionalmente, além de muito versátil, sendo consumido globalmente em suas diversas formas de apresentação e beneficiamento. Bilhões de pessoas diariamente ingerem tanto o leite em sua forma original - fluida, como em forma de derivados lácteos - leites fermentados, concentrados, queijos, soros, manteigas, entre tantos outros produtos (SIQUEIRA, 2019).

As projeções para os próximos anos indicam que o mercado do leite continuará em destaque. Consumo e produção seguem crescendo em todo mundo, influenciados principalmente pelo aumento da população humana (OCDE/FAO, 2022). Tabchoury (2022) cita que o acréscimo em 27% da população humana nos últimos 20 anos não acompanhou o crescimento da produção de leite no mesmo período, cujo avanço foi de 56%. Ainda assim, a distribuição de lácteos para o mercado internacional tende a ser restrita, pois há poucos países com capacidade de produção em quantidades elevadas para justificar ao mesmo tempo a exportação e o abastecimento interno. Em função, principalmente, da sua natureza perecível e do alto teor de água, a maior fatia da comercialização internacional de leite envolve os leites em pó, com mais de 50% da sua produção distribuídas mundialmente. O principal facilitador desse processo envolve a capacidade de armazenamento por um longo período ou grandes distâncias percorridas (PINHA, 2014; OCLA, 2022).

Com a impossibilidade de alguns países produzir grandes volumes e ao mesmo tempo obter regularidade de entrega e preços competitivos, algumas indústrias acabam recorrendo às importações para atender suas demandas (SILVA, BUENO e RODRIGUES SÁ, 2017; FGV, 2022) O continente asiático registrou o maior aumento em importações de lácteos em 2021, potencializado pela China (principal importador mundial), especialmente por meio da aquisição de leite em pó integral e de leite em pó desnatado. De forma geral, as maiores demandas de importação envolveram leite em pó,

queijo, manteiga e soro de leite (FAO, 2022a; FAO, 2022b). Entre os maiores exportadores de leite estão União Europeia, Estados Unidos, Nova Zelândia, Argentina e Austrália (USDA, 2022).

O contexto brasileiro é bem atípico. O país é uma referência agropecuária global, entretanto o volume das exportações brasileiras de leite e derivados são considerados insignificantes quando comparado ao cenário mundial (FAO, 2022a). As quantidades de leite produzidas e beneficiadas parecem não ser suficientes para abastecer a demanda interna, uma vez que o Brasil tem importado quantidades expressivas de leites em pó, soro de leite e queijos. Por ser um setor que tem a tendência de apresentar trocas regionalizadas, Argentina e Uruguai exercem grande poder de mercado no bloco do Mercosul e detém, ano a ano, mais de 50% das importações da indústria láctea brasileira (PINHA, 2014; EMBRAPA, 2019; FAO, 2022a; FGV, 2022).

A obtenção de dados comerciais referentes aos tipos de mercadorias, seus volumes e origem é o primeiro passo para condução de uma ARI. Esses dados geralmente fornecem informações valiosas em uma investigação de risco, a qual requer, entre outros, averiguar a probabilidade de introduzir o patógeno em uma mercadoria específica, oriunda de país onde determinada doença é endêmica. Segundo Murray *et al.* (2010), se uma quantidade expressiva de determinada mercadoria for exportada por um país cuja enfermidade é endêmica, mas que não há relatos de que a mesma vem sendo introduzida no país importador, considera-se que o risco sanitário em importar tal mercadoria é pequeno.

Diante da proposta da realização de uma ARI, é preciso o conhecimento mais detalhado das trocas comerciais entre os países. Isso inclui identificar as principais *commodities* adquiridas, suas características intrínsecas, potencial e tendências de consumo no país, e suas quantidades. Além disso, é fundamental conhecer quais são os países importadores e a dinâmica do mercado para, posteriormente, pesquisar sobre *status* sanitários e regulamentos vigentes sobre segurança em saúde pública e animal. Portanto, o objetivo desse artigo é compreender o perfil das importações brasileiras de leite e seus derivados, analisando os produtos e volumes adquiridos, bem como os países de origem, entre 2018 e 2022. Essas informações embasaram a aplicação do método proposto pela tese.

4.3 Material e Métodos

Tipo de estudo

O trabalho é definido como um estudo observacional retrospectivo ecológico. Uma análise descritiva foi desenvolvida a partir de um banco de dados com informações sobre produtos lácteos importados pelo Brasil, no período de 2018 a 2022.

Banco de dados

As informações foram coletadas pelo Sistema de Comércio Exterior – Siscomex, vinculado ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC, que disponibiliza um portal (ComexStat) para extração de relatórios personalizados (formato Excel ou CSV.) sobre dados do comércio exterior. Por meio do ComexStat foi possível selecionar e filtrar as principais variáveis pertinentes à análise deste trabalho, como descrição, volume e origem dos produtos importados pelo Brasil. As mercadorias são classificadas pelo Código Numérico de Nomenclatura Comercial do Mercosul (código NCM), que tem por função identificar a natureza das mesmas de forma numérica, e pela descrição NCM, que identifica o nome dos itens e descreve suas principais características (BRASIL, 2023b).

Desenho do estudo: critérios de exclusão e inclusão

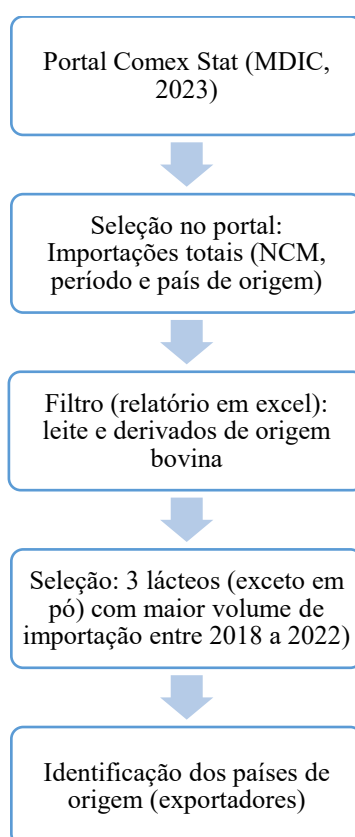
As informações geradas a partir do relatório produzido no portal ComexStat foram disponibilizadas em planilha do Microsoft Office Excel® 2013. Como critério de inclusão, foram selecionados os produtos lácteos (derivados da espécie bovina) através da Descrição NCM. Cada produto continha descrição, volume importado por ano e procedência (país exportador). O período avaliado foi de cinco anos, entre 2018 e 2022. Posteriormente a essa seleção, optou-se por analisar de forma individual apenas três produtos lácteos que serão usados como exemplo nos capítulos III e IV para aplicação do modelo de fluxo proposto pela tese. Os critérios de escolha desses produtos foram:

- 1) Estarem entre os itens com maior quantidade importada no período;
- 2) Não terem apresentação em pó. A exclusão dos produtos em pó se deve ao efeito de redução da perecibilidade advindo dos processos de beneficiamento e secagem, os quais

eliminam grande parte da umidade dos produtos, conseqüentemente, reduzindo a capacidade de multiplicação ou viabilidade de micro-organismos (FORSYTHE, 2013).

Feito isso, o próximo passo foi conhecer quais as origens (países) de cada produto escolhido. Para melhor visualização desse processo, foi elaborado um fluxograma que resume as etapas de seleção dos dados (Fig. 29).

Figura 29 - Fluxograma do processo de seleção dos dados



Análise descritiva

As análises dos dados foram realizadas a partir de tabelas dinâmicas elaboradas no Microsoft Office Excel® 2013. Os dados foram dispostos e configurados em tabelas e gráficos para facilitar a visualização e avaliação das informações durante o período.

4.4 Resultados e Discussão

4.4.1. Descrição e volume do total de produtos lácteos importados

Durante os anos de 2018 a 2022, o Brasil importou 25 diferentes categorias de produtos lácteos de origem bovina, totalizando 777.020,676 toneladas. Os cinco produtos mais representativos foram: leite integral em pó com teor de matérias gordas superior a 1,5%, leite em pó com teor de matérias gordas não superior a 1,5%, soro de leite, queijo tipo muçarela fresco e queijos de massa semidura. Na Tabela 2 estão descritos todos os produtos de acordo com o código e descrição NCM, volume em toneladas e participação em porcentagem (%) em relação ao volume total de lácteos importados.

Tabela 2 - Descrição, volume e percentual dos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022

Código NCM	Descrição NCM	Volume toneladas	%
4022110	Leite integral, em pó, com um teor, em peso, de matérias gordas, superior a 1,5 %, sem adição de açúcar ou de outros edulcorantes	348770,7	44,89%
4021010	Leite em pó, grânulos ou outras formas sólidas, com um teor, em peso, de matérias gordas, não superior a 1,5 %, com um teor de arsênio, chumbo ou cobre, considerados isoladamente, inferior a 5 ppm, concentrados ou adicionados de açúcar/outros edulcorantes.	106375,3	13,69%
4041000	Soro de leite, modificado ou não, mesmo concentrado ou adicionado de açúcar ou de outros edulcorantes	80979,0	10,42%
4061010	Queijo tipo muçarela, fresco (não curado)	78417,5	10,09%
4069020	Queijos, com um teor de umidade superior ou igual a 36,0 % e inferior a 46,0 %, em peso (massa semidura)	27521,4	3,54%
4021090	Outros leites e cremes, em pó, com um teor, em peso, de matérias gordas, não superior a 1,5 %, concentrados ou adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes	22459,9	2,89%
4069010	Queijos, com um teor de umidade inferior a 36,0 %, em peso (massa dura)	20516,5	2,64%
4049000	Outros produtos constituídos do leite, mesmo adocicados, etc.	19337,2	2,49%
4063000	Queijos fundidos, exceto ralados ou em pó	14377,4	1,85%
4051000	Manteiga	13545,6	1,74%
4059010	Óleo butírico de manteiga (<i>butter oil</i>)	10710,8	1,38%
4061090	Outros queijos frescos (não curados), inclusive requeijão, etc.	8504,7	1,09%
4039000	Leitelho, leite, creme de leite, coalhados, fermentados, etc.	7135,6	0,92%
19011010	Leite modificado, para alimentação de crianças, acondicionadas para venda a retalho	5982,2	0,77%
19019020	Doce de leite	4671,1	0,60%
4022120	Leite parcialmente desnatado, em pó, com um teor, em peso, de matérias gordas, superior a 1,5 %, sem adição de açúcar ou de outros edulcorantes	2583,4	0,33%
4069030	Queijos, com um teor de umidade superior ou igual a 46,0 % e inferior a 55,0 %, em peso (massa macia)	1800,0	0,23%
4064000	Queijos de pasta mofada e outros queijos que apresentem veios obtidos utilizando <i>Penicillium roqueforti</i>	1063,8	0,14%
4062000	Queijos ralados ou em pó, de qualquer tipo	749,4	0,10%
4069090	Outros queijos	727,9	0,09%
4012010	Leite UHT (Ultra High Temperature), com um teor, em peso, de matérias gordas, superior a 1 %, mas não superior a 6 %,	417,9	0,05%

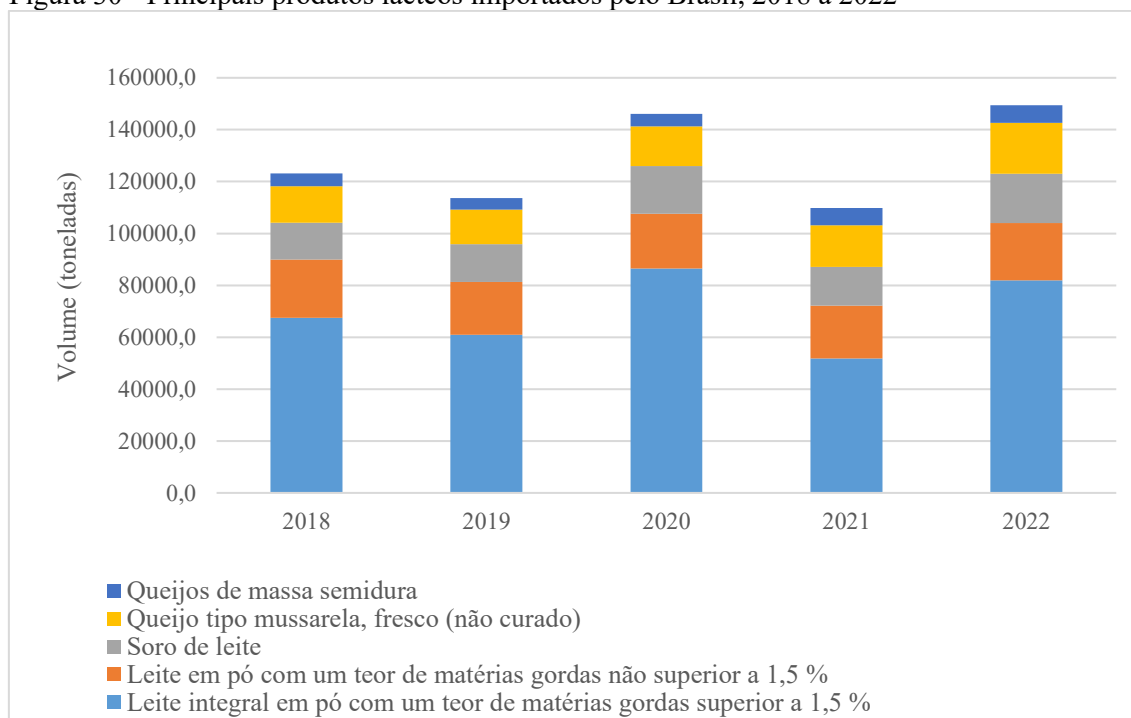
	não concentrados nem adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes		
4022910	Leite integral, em pó, etc, com um teor, em peso, de matérias gordas, superior a 1,5 %, adocicado	333,2	0,04%
4011010	Leite UHT (Ultra High Temperature), com um teor, em peso, de matérias gordas, não superior a 1 %, não concentrados nem adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes	21,1	0,00%
4014010	Leite, com um teor, em peso, de matérias gordas, superior a 6 %, mas não superior a 10 %, não concentrados nem adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes	18,0	0,00%
4052000	Pasta de espalhar (pasta de barrar) de produtos provenientes do leite	1,2	0,00%

Fonte: Sados ComexStat (BRASIL, 2023b), elaborado pela autora.

Os produtos em pó obtiveram maior destaque entre os principais itens. O leite em pó com teor de matéria gorda acima de 1,5% representou 44,89% do volume total e o leite em pó com teor de matéria gorda inferior a 1,5%, 13,69%. Logo em seguida, estão o soro de leite, modificado ou não, equivalendo a 10,42%, queijo muçarela fresco (não curado), com 10,09% e queijos com um teor de umidade superior ou igual a 36,0 % e inferior a 46,0 %, em peso (massa semidura) representando 3,54%. Esses cinco grupos de produtos equivaleram a 82,6% do total de lácteos importados no período. Tal análise assemelhou aos relatórios publicados pela EMBRAPA (2023), que identificaram os leites em pó, soro de leite e queijos entre os itens de maior volume internalizado no período de 2013 a 2022.

Considerando o comportamento das importações dos cinco principais grupos de produtos entre o período de 2018 a 2022, houve oscilação no volume internalizado pelo Brasil (Fig. 30), com maior volume de importação nos anos 2020 e 2022. Esse comportamento foi semelhante para o leite em pó integral e soro de leite. O leite em pó com menor teor de gordura teve maior volume internalizado no ano de 2018, ainda não recuperando esses valores até 2022. Os queijos muçarela e de massa semidura aparecem em constante de aumento desde 2020.

Figura 30 - Principais produtos lácteos importados pelo Brasil, 2018 a 2022



Fonte: dados ComexStat (BRASIL, 2023b), elaborado pela autora.

O aumento do volume das importações brasileiras dos principais lácteos em 2022 se contrastou com a previsão mundial esperada pela FAO (2022a), que indicou um declínio no comércio dos produtos lácteos em 3,4% em relação a 2021, equivalente a 85 milhões de toneladas (em equivalentes de leite). Após o aumento histórico em 2020 - 174,24 mil toneladas, as importações brasileiras recuaram aproximadamente 27% em 2021, passando para 137,67 mil toneladas e logo em seguida, em 2022, voltou a subir. Em volume, o Brasil importou cerca de 170,18 mil toneladas de lácteos em 2022, aumento aproximado de 23,61% quando comparado a 2021 (BRASIL, 2023b).

Em 2021, o enfraquecimento da economia associado aos elevados custos de produção e diminuição nas vendas desestimularam a produção de lácteos pelas indústrias e, como consequência, o mercado brasileiro retraiu. O consumo de leite e seus derivados possui uma estreita relação com o nível de renda da população. A redução do consumo interno de leite e derivados deveu-se ao aumento dos preços dos produtos lácteos e piora nas condições do mercado de trabalho, consequentemente menor poder de compra. Com inflação alta, níveis preocupantes de desemprego e menores transferências de receita, o setor de lácteos no Brasil enfrentou uma demanda bem menor naquele ano (CARVALHO, 2021; MGAP-DIEA, 2021; EMBRAPA, 2022). O mesmo cenário se repetiu em 2022,

com fraca demanda por lácteos, influenciado pela elevação dos preços e redução da renda, conseqüentemente, houve menor consumo *per capita* de leite – 116,7 litros por habitante, patamar semelhante a 2011. Entretanto, as importações aumentaram em 26,3%, representando 5,4% da captação total realizada no Brasil, diante de 4% em 2021. A competitividade do leite importado perante o leite nacional foi o principal motivo dessa subida. Mesmo assim, a disponibilidade de leite e derivados ao mercado interno foi inferior, consequência da queda da produção formal de leite no país em 5% em comparação com 2021 (EMBRAPA, 2023).

O país vem sofrendo reduções na produção de leite, na rentabilidade ao produtor e nas vendas; os índices produtivos e comerciais ficaram aquém do esperado. A produção nacional de leite inspecionado foi de 25,02 bilhões de litros em 2021, com um decréscimo de 2,3% em relação a 2020 e equivalente a 2019 (EMBRAPA, 2022). A expectativa de diminuição se concretizou em 2022, com 23,81 bilhões de litros produzidos (EMBRAPA, 2023).

4.4.2. Origem dos produtos lácteos importados pelo Brasil

As exportações de lácteos para o Brasil se originaram, predominantemente, nos países transfronteiriços: Argentina, Uruguai e Paraguai. Principal parceira econômica, a Argentina foi responsável por 59% (458.645,814 toneladas) do total de importações do setor no período; seguida do Uruguai, cujo volume correspondeu a 30,55% (237.394,447 toneladas), e Paraguai, com 2,72% (21.149,000 toneladas). Fora do continente sul-americano, França, Nova Zelândia, Estados Unidos e Alemanha apresentaram importância secundária com volumes bem inferiores, 1,37% (10.657,709 toneladas) e 1,36% (10.590,952 toneladas), 1,30% (10.075,090 toneladas) e 1,01% (7.854, 940 toneladas) respectivamente. Os países com baixa representatividade (menor que 1%) foram: Países Baixos, Chile, Canadá, Itália, Finlândia, Lituânia, Irlanda, Dinamarca, Reino Unido.

No cenário internacional, o comércio de lácteos tende a seguir um padrão regionalizado, cujas trocas comerciais tendem a ocorrer de forma mais significativa entre países vizinhos ou pertencentes ao mesmo bloco econômico. Tal cenário é resultado, especialmente, de acordos entre os países do Mercosul, que proporcionaram entre si vantagens e preços mais

competitivos (PINHA, 2014; MORAES e BENDER, 2017; FGV, 2022). A região territorial denominada Cone Sul que abrange Argentina, Chile, Uruguai e Paraguai possui grande importância na produção e comercialização de lácteos, e vem passando por transformações tecnológicas visando uma maior eficiência produtiva. Argentina apresenta larga vantagem como produtor de leite frente aos outros países, com mais de 11 milhões de toneladas produzidas e produtividade de 6.741 kg/vaca/ano, em 2021, e se configura entre os principais exportadores de lácteos em nível global, mesmo consumindo internamente 84% da sua produção. Em 2021, o consumo *per capita* de lácteos pelos argentinos foi de 188,8 litros/pessoa/ano, superior ao brasileiro (média 170 l/p/a). (EMBRAPA, 2022; FGV, 2022).

Atualmente, o leite em pó integral é o produto lácteo mais exportado pela Argentina, seguido do soro de leite, e outros produtos lácteos, como muçarela e manteiga. A produção de leite argentino vem apresentando discreto aumento a cada ano, o que favorece a sua posição como terceiro maior exportador de leite em pó integral do mundo, atrás apenas de Nova Zelândia e União Europeia. Para 2022, a previsão de aumento das exportações mundiais gira em torno de 24%, e espera-se que a Argentina responda por 5% do total até 2031 (EMBRAPA, 2019; USDA, 2021; EMBRAPA, 2022; OCLA, 2022).

A seguir as informações sobre soro de leite, queijos muçarela fresco e de massa semidura foram abordadas de forma mais detalhada, dado que esses produtos serão utilizados como exemplo para aplicação da metodologia de fluxo de busca proposta na tese.

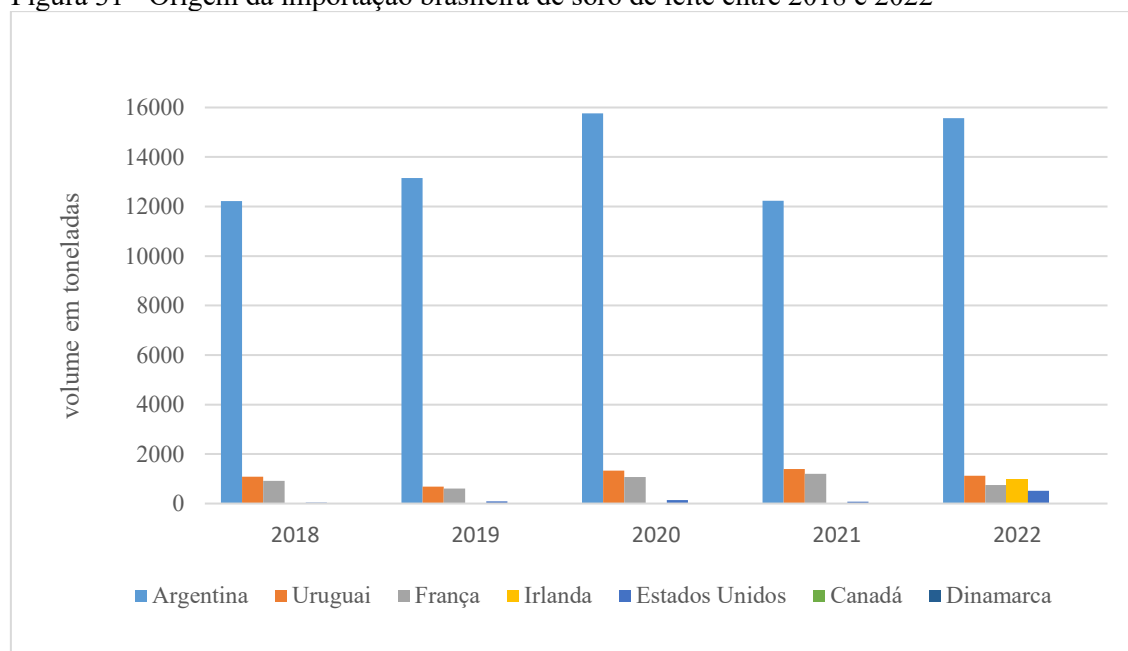
4.4.3. Soro de leite

O soro de leite é o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de queijos, caseína alimentar e produtos similares. Pode ser apresentado na forma líquida, concentrada ou em pó. As proteínas contidas no soro de leite apresentam diferentes propriedades que podem ser usadas com diversas finalidades, como por exemplo, emulsificação, aeração, formação de gel, ou até mesmo como aromatizante. Nos últimos anos, os compostos ou misturas lácteas (à base de soro de leite) se tornaram uma alternativa mais acessível à população, principalmente, em casos de redução do poder de compra do consumidor (BYLUND, 1995; SILVA, *et al.*, 2013; BRASIL, 2020).

Por ser um produto versátil para agregação de valor, o soro de leite tem sido aproveitado pelas indústrias alimentícias e de suplementos nutricionais. Algumas utilizam diretamente o soro de leite fluido para a produção de soro em pó ou como ingrediente de bebidas lácteas diversas, outros o utilizam na confeitaria, em molhos, iogurtes e ricotas. Além disso, o soro é considerado um ingrediente funcional devido ao alto valor nutricional de suas proteínas, fato que tem gerado aumento do seu uso em suplementos, especialmente na nutrição clínica, infantil e de idosos. Adotados em dietas especiais, produtos como o *whey protein* se consolidaram no mercado *fitness* (DE OLIVEIRA, BRAVO e TONIAL, 2012; SILVA *et al.*, 2013; SILVA, BUENO e RODRIGUES SÁ, 2017; VIÉGAS *et al.*, 2017; OCLA, 2022).

O maior volume de soro de leite importado pelo Brasil, 68.921,742 toneladas (85,1%), foi oriundo da Argentina. O Uruguai vem logo em seguida, com apenas 5.618,150 toneladas (6,9%). A França foi responsável pelo envio de 5,6% do total (4.541,25 toneladas) em cinco anos. Demais países apresentaram baixa representatividade comercial (valores inferiores a 0,5%), totalizando sete países exportadores do produto ao Brasil (Fig. 31).

Figura 31 - Origem da importação brasileira de soro de leite entre 2018 e 2022



Fonte: dados ComexStat (BRASIL, 2023b), elaborado pela autora.

Por apresentar grande peso nas importações nacionais, as importações do soro de leite causam preocupação para a cadeia leiteira brasileira, uma vez que impacta negativamente a balança comercial de lácteos. Em geral, essa condição é consequência da falta da oferta do produto no mercado interno, quando não há processamento em quantidades suficientes para atender a demanda, tornando necessário adquirir de outros países, especialmente da Argentina (SILVA, BUENO e RODRIGUES SÁ, 2017). Em 2021, o soro de leite e seus derivados foi o segundo produto mais exportado pela Argentina, que teve como principais destinos China (34,6%), Brasil (20,1%) e Indonésia (10,3%) (USDA, 2021).

O beneficiamento do soro de leite no Brasil, embora apresente atributos favoráveis para seu aproveitamento, ainda é insuficiente. Isso corre em função da estrutura da cadeia produtiva de lácteos, sobretudo de queijos, cuja produção é realizada em grande parte nas pequenas indústrias ou queijarias, impossibilitando o processamento do soro. O grande problema gerado por essa situação é o volume considerável de soro excedente que é despejado, na maioria das vezes, em rios ou outras fontes hídricas, causando impactos negativos no meio ambiente (SILVA, *et al.*, 2013; SILVA, BUENO e RODRIGUES SÁ, 2017). Entretanto, existem iniciativas de laticínios que o emprega na alimentação animal ou agregam valor a outros produtos, como por exemplo em embutidos cárneos (DE OLIVEIRA, BRAVO e TONIAL, 2012). Como alternativa, o soro de leite também pode ser usado na alimentação de bezerras como sucedâneo, substituindo parte do leite em dietas líquidas, ou de leitões. Essa condição, além de minimizar a poluição, pode reduzir o custo operacional ao produtor (VIÉGAS *et al.*, 2017).

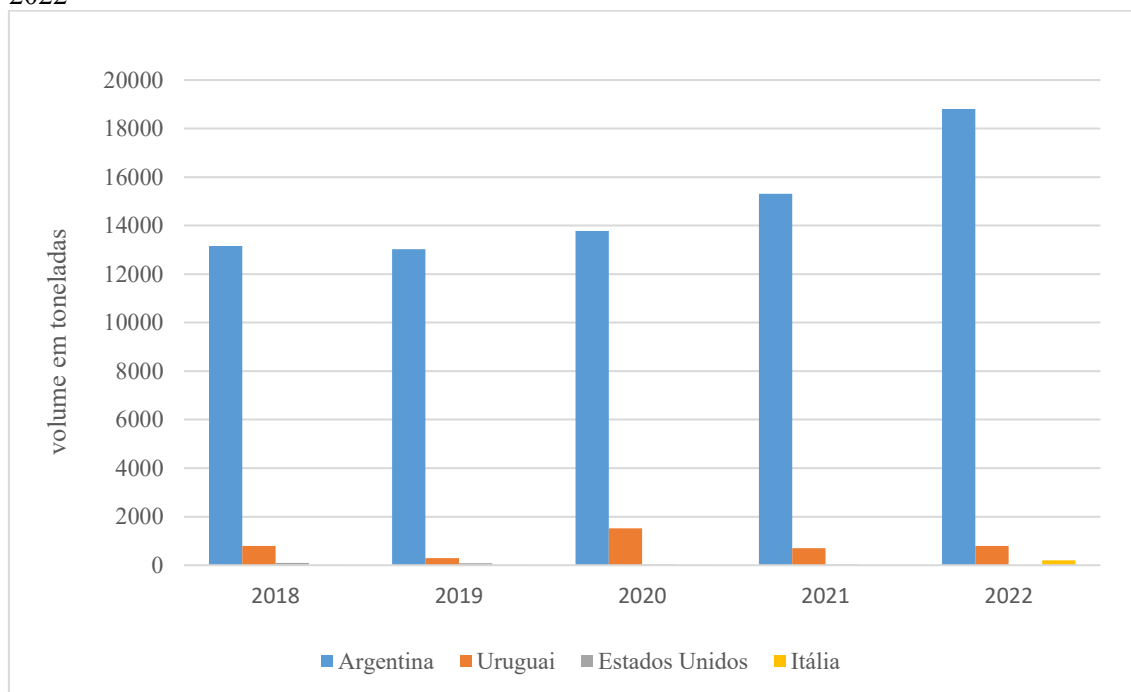
4.4.4 Queijo muçarela fresco (não curado)

Queijo muçarela é aquele que se “obtem por filagem de uma massa acidificada (produto intermediário obtido por coagulação de leite por meio de coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas), complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas” (BRASIL, 1997). O queijo fresco, segundo RIISPOA (BRASIL, 2017), é o que está pronto para o consumo logo após a sua fabricação, ou seja, não sofre o processo de maturação.

A quantidade total de queijo muçarela fresco importada pelo Brasil foi de 78.417,531 toneladas, sendo 94,5% (74.084,849 toneladas) oriunda da Argentina. O Uruguai, embora

seja o segundo país em volume, apresentou baixa representatividade, apenas 5,2% (4.100,798) das importações. Em seguida, Estados Unidos com 0,3% (230,741 toneladas) e Itália que enviou apenas 1.143 quilos de muçarela entre 2018 e 2022 (Fig. 32).

Figura 32 - Origem da importação brasileira de queijo muçarela fresco (não curado) entre 2018 e 2022



Fonte: dados ComexStat (BRASIL, 2023b), elaborado pela autora.

Tendências nacionais recentes apontam para uma demanda crescente por queijos. O volume de muçarela importada de 16.043,772 toneladas em 2021 foi superado em 2022, para 19.601,903 (BRASIL, 2023b). Nem mesmo a retração de 3,7% do consumo de leite no mercado brasileiro afetou as vendas de queijos a partir de 2021. Além disso, a produção interna de leite destinado a elaboração de queijos obteve crescimento de 1,1%, as importações cresceram 1,4%, e as exportações, 12,3% (ABVL, 2021). A muçarela foi o terceiro produto lácteo mais exportado pela Argentina, cujo maior volume foi enviado para seus vizinhos: Brasil (40,3%) e Chile (13,6%), em 2021 (USDA, 2021).

Os queijos estão entre os produtos alimentícios que mais despertam desejo do consumidor quando lançados no mercado. O acréscimo relativo das vendas é associado ao seu apelo sensorial e cultural. A muçarela já se tornou tradição e apresenta alta versatilidade. As tendências de consumo para refeições mais elaboradas, produtos *gourmet* e, principalmente, como ingrediente fundamental em alimentos prontos para consumo e em

pratos consolidados como massas e pizzas seguem em alta (ITAL, 2010; ABIQ, 2021). No continente americano, a muçarela é o queijo preferido e corresponde por quase um terço do consumo de queijos. Na Argentina, os queijos macios e frescos, incluindo a muçarela, englobam 50% do mercado, contudo, os EUA são o principal consumidor de queijo de massa filada do mundo, seguido do Brasil e Itália (RIVAS, 2021).

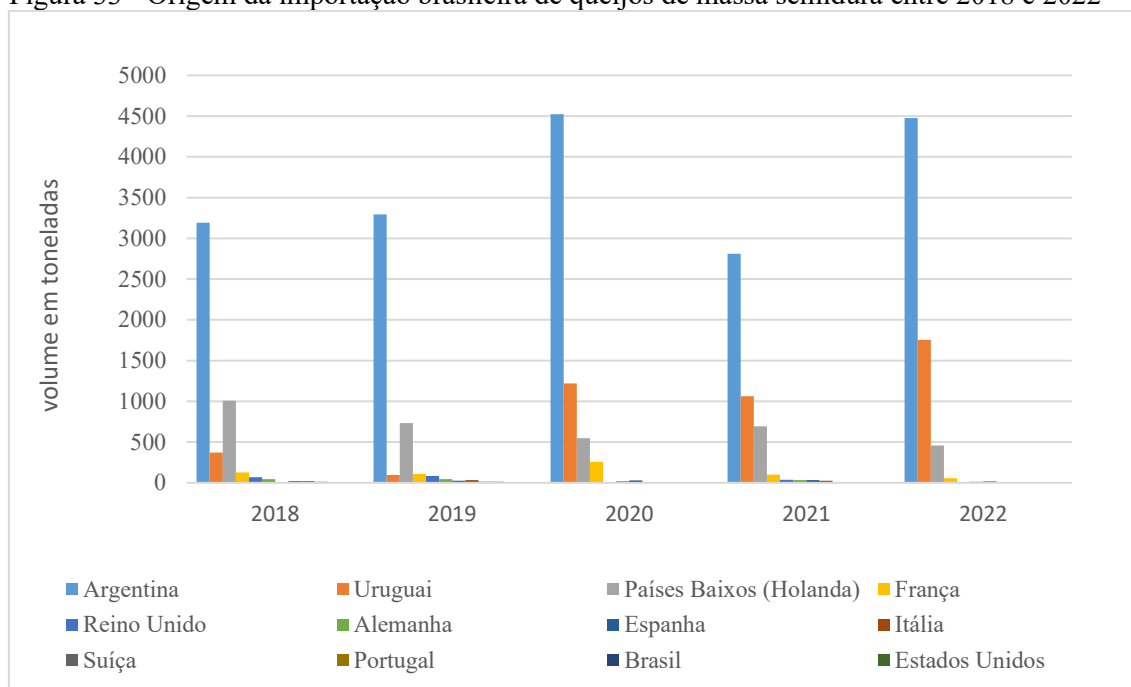
4.4.5 Queijos, com um teor de umidade superior ou igual a 36,0 % e inferior a 46,0 %, em peso (massa semidura)

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996)

O Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade – RTIQ de queijos (BRASIL, 1996), classifica os queijos conforme o conteúdo de umidade em porcentagem, sendo que aqueles que apresentem umidade entre 36,0 e 45,9% são considerados de média umidade, também denominados queijo de massa semidura. Entre eles estão: queijo prato, queijo azul, queijo tandil.

Argentina e Uruguai foram os principais exportadores de queijos de massa semidura para o Brasil, correspondendo a 66,5% e 16,4% do total importado no período entre 2018 e 2022, respectivamente. Argentina, embora tenha diminuído consideravelmente em 2021 (reflexo da crise econômica interna no Brasil e redução do consumo de derivados lácteos), recuperou-se em 2022 e se manteve como maior exportador do produto no período (EMBRAPA, 2022; OCLA, 2022). Uruguai apresentou um acentuado aumento de volume em 2020, mantendo certa regularidade no ano seguinte, e em 2022 se destacou em quantidade exportada (Fig. 33). Países Baixos (Holanda) e França apresentaram menor representatividade, com 12,5% e 2,4% das importações.

Figura 33 - Origem da importação brasileira de queijos de massa semidura entre 2018 e 2022



Fonte: dados ComexStat (BRASIL, 2023b), elaborado pela autora.

O queijo de massa semidura manteve uma demanda significativa pelo Brasil em 2022, cujo volume correspondeu a 6.787,606 toneladas importadas pelo país, maior valor desde 2018, cujo volume foi 4.872,517 (BRASIL, 2023b). Esse resultado só foi possível devido ao aumento da participação do Uruguai nas importações a partir de 2020. Todavia, o país teve uma redução nas exportações de queijos entre dezembro de 2021 e 2022 de 10% em volume, mas com acréscimo no faturamento de 4%. Os principais destinos dos queijos uruguaios foram Brasil, México e Argentina (CLAL.IT, 2023; INALE, 2023).

Esta crescente interdependência entre parceiros comerciais ressalta a importância crítica do bom funcionamento de um sistema multilateral de comércio transparente e baseado em regras. A atual conjuntura global pode elevar os riscos sanitários, comerciais e políticos, ou até mesmo aqueles envolvendo desastres naturais, ainda mais se considerarmos que o fornecimento dos produtos-chave ou das *commodities* está concentrado em poucos territórios (OCDE/FAO, 2018; OCDE/FAO, 2022). Ademais, espera-se que nos próximos anos em torno de 30% de todo leite produzido sejam transformados em produtos lácteos (OCLA, 2022; FAO, 2022a). Portanto, o conhecimento da dinâmica e do trânsito que envolve o mercado global de lácteos é fator decisivo para avaliações de risco e tomadas de decisão pelos países integrantes desse setor.

Embora seja de extrema importância para a compreensão dos riscos, os aspectos relacionados aos processos de fabricação dos lácteos e os requisitos legais associados não foram detalhados neste capítulo, pois tais características serão necessariamente discutidas e avaliadas na segunda etapa da ARI, Avaliação de risco.

4.5 Considerações finais

A avaliação do perfil das importações brasileiras de produtos lácteos identificou os itens que apresentaram maior comercialização pelo Brasil entre 2018 e 2022, bem como a quantidade internalizada e os principais países exportadores, com destaque para Argentina e Uruguai, seguidos por Paraguai, França e Nova Zelândia. Diante da proposta da aplicação do modelo de fluxo que utilizou como referência os lácteos de importância no mercado importador nacional, foram analisados aspectos do soro de leite, queijos muçarela fresco e de massa semidura que possibilitaram, além do que já foi citado, levantar características intrínsecas, tendências de consumo e produção.

Constatou-se que, embora o Brasil apresente autossuficiência na maioria dos produtos agropecuários, ainda há dependência externa de *comodities* lácteas, com destaque aos produtos em pó e soro de leite, cujos volumes internalizados foram os maiores no período avaliado. Em seguida, foi observado que a demanda dos consumidores brasileiros pelos queijos muçarela e de massa semidura é crescente e parece envolver diversas mudanças de hábitos nos últimos anos, sobretudo, em função da versatilidade de uso, formas de preparo das refeições e locais de consumo. Contudo, a importação de tais itens impactam não apenas os aspectos de mercado. Ao que se refere aos processos de vigilância em saúde, reconhece-se que as importações de *commodities* lácteas podem ser porta de entrada para introdução de doenças exóticas ou disseminação de patógenos indesejáveis.

Neste contexto, o conhecimento das rotas que tais produtos percorrem, suas características e quantidades importadas são fundamentais para compreensão prévia sobre a presença de determinados patógenos no país de origem e o potencial de veiculação através do produto importado. Tais informações auxiliam nas investigações e proporcionam avaliações mais assertivas, sendo importante levantá-las antes de se iniciar uma análise de risco. Portanto, a metodologia proposta nesse estudo pode ser aplicada em

ARI para produtos de origem animal diversos ou ser adaptada para identificação de outros tipos *commodities*.

4.6 Referências bibliográficas

ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Queijos na nutrição. 2021. Disponível em: https://www.abiq.com.br/nutricao_ler.asp?codigo=2352&codigo_categoria=4&codigo_subcategoria=41. Acesso em 20 de setembro de 2022.

ABVL. Associação Brasileira da Indústria de Láceos Longa Vida. Relatório Anual 2021. Disponível em: <https://ablv.org.br/wp-content/uploads/2022/05/ABLV-Relatorio-Anual-2021s.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade dos queijos. Brasília, DF. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 364, de 04 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Mozzarella (Muzzarella ou Muçarela). Brasília, DF. 1997

BRASIL. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal–RIISPOA. Decreto nº 9013, de 29 de março de 2017. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Indústria Comércio Exterior e Serviços. Governo Federal. Comex Stat. 2018-2022. 2023. Disponível em: <http://ComexStat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 05 de março de 2023.

BYLUND, G. Dairy Processing Handbook: Tetra Pak Processing Systems AB. Sweden, AB: Lund, Sweden, p. 13-36, 1995.

CARVALHO, G. R. Setor lácteo no Brasil: após a tempestade, novos desafios. Indústria de Laticínios, ano 25, n. 149, p. 26-28, 2021.

CLAL.IT. Uruguay: dairy sector. 2023. Disponível em: https://www.clal.it/en/index.php?section=stat_uruguay. Acesso em 13 de abril de 2023.

DE OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C. EC; TONIAL, I. B. Soro de leite: um subproduto valioso. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 67, n. 385, p. 64-71, 2012.

EMBRAPA. Anuário leite 2019: novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. 2019. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198698/1/Anuario-LEITE-2019.pdf>. Acesso em 13 de julho de 2020.

EMBRAPA. Anuário leite 2022: Pecuária leiteira de precisão. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1144110/anuario-leite-2022-pecuaria-leiteira-de-precisao>. Acesso em 13 de dezembro de 2022.

EMBRAPA. Anuário leite 2023: Leite baixo carbono. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1154264/anuario-leite-2023-leite-baixo-carbono>. Acesso em 16 de junho de 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dairy Market Review. Emerging trends and outlook. 2022a. Disponível em: https://www.fao.org/markets-and-trade/publications/en/?news_files=113040. Acesso em 20 de março de 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dairy Market Review: Overview of global dairy market and policy developments in 2021. 2022b. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/dairy/milk-and-milk-products/en>. Acesso em 20 de julho de 2022.

FGV. O setor de laticínios no Brasil e suas interações com o comércio internacional. Europe Projetos, Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: https://gvagro.fgv.br/sites/gvagro.fgv.br/files/u115/laticinios_fgv_PT.pdf. Acesso em 14 de abril de 2022.

INALE. Instituto Nacional de La Leche. Exportaciones de lácteos. 2023. Disponível em: https://www.inale.org/wp-content/uploads/2023/01/DICIEMBRE-2022_Exportaciones.pdf. Acesso em 14 de abril de 2022.

ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Brasil Food Trends 2020. São Paulo: ITAL/FIESP. Disponível em: <https://alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>. Acesso em 14 de abril de 2022.

LEANES, L. F. et al. Risk evaluation of no vaccinated, weaned calves transported through areas under systematic foot and mouth disease (FMD) vaccination. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 98, n. 2-3, p. 133-141, 2011.

MGAP-DIEA. Anuário Uruguay. 2021. Disponível em: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/diea>. Acesso em 14 de abril de 2022.

MORAES, B. M. M.; BENDER, R. Mercado Brasileiro de Lácteos: análise do impacto de políticas de estímulo à produção. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 55, p. 783-800, 2017.

MURRAY, N. et al. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animal Products: introduction and qualitative risk analysis. 2 ed. Paris: OIE, 2010.

OCDE/ FAO - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico; FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Perspectivas agrícolas 2018-2027. Paris, 2018.

OCDE/ FAO - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico; Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Perspectivas agrícolas 2022-2031. Paris, 2022.

OCLA, 2022. Disponível em: <https://www.ocla.org.ar/contents/news/details/23402383-perspectivas-para-el-sector-lacteo-2022-2031> LER

PINHA, L. C. Poder de mercado nas exportações de leite em pó para o Brasil. 2014. 64 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RIVAS, P. M. Contaminação cruzada por *Listeria monocytogenes* durante fatiamento mecânico de queijo muçarela e predição de seu comportamento durante armazenamento em refrigeração. 2021. 57 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Meio Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

SILVA, R. de O. P.; BUENO, C. R. F.; RODRIGUES SÁ, P. B. Z. Aspectos relativos à produção de soro de leite no Brasil, 2007-2016. *Informações Econômicas*, SP, v. 47, n. 2, abr./jun. 2017.

SILVA, M.R.; ROCHA, A.S.; COSTA, R.R.; ALENCAR, A.P.; OLIVEIRA, V.M.; JÚNIOR, A.A.F. *et al.* Tuberculosis in patients co-infected with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium tuberculosis* in an urban area of Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.106, p. 321-327, 2013.

SIQUEIRA, K. B. O mercado consumidor de leite e derivados. *Circular Técnica Embrapa*, v. 120, p. 1-17, 2019.

TABCHOURY, W. O mercado do leite no mundo. *ADEALQ. ESALQ- USP*. 2022. Disponível em <https://www.adealq.org.br/blog/o-mercado-de-leite-no-mundo-2401>

USDA. U.S. Department of Agriculture. *Dairy and Products Annual*. Argentina. 2021.

USDA. U.S. Department of Agriculture. *Dairy: World markets and trade*. 2022. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.

VIÉGAS, J. *et al.* Soro do leite em substituição ao leite na cria de bezerros. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 20, n. 1, 2017.

CAPÍTULO III

5. LISTA DE POTENCIAIS PATOGÊNOS VEICULADOS PELO LEITE E SEUS DERIVADOS: APLICAÇÕES DO MÉTODO

5.1 Resumo

A probabilidade de disseminação de patógenos veiculados por meio dos produtos lácteos para consumo humano é uma realidade ainda comum nos dias de hoje. Especialmente, quando envolvem produtos derivados do leite beneficiados ou armazenados de forma inadequada. O comércio internacional de lácteos possui alta relevância socioeconômica e as transações entre países com diferentes *status* sanitário contribuem para aumentar o risco de infecção em rebanhos e populações humanas. Neste contexto, o presente trabalho optou pela aplicação do modelo de fluxo para selecionar agentes patogênicos utilizando como exemplos produtos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022, que teve como finalidade a elaboração de listas de potenciais perigos biológicos em produtos a partir de um país específico e um cenário genérico, a partir de qualquer país exportador. Como resultado, obteve-se a criação das listas de potenciais perigos biológicos presentes no queijo muçarela fresco (não curado) e nos queijos de massa semidura, originados na Argentina e Uruguai, respectivamente; e no soro de leite importado, a partir de qualquer país (cenário genérico). As informações levantadas são extremamente válidas como orientação e priorização em análises de risco subsequentes, além do mais, o trabalho permitiu validar a aplicabilidade da metodologia e a confiabilidade das fontes de informações e dos dados identificados. Dessa maneira, recomenda-se a utilização das listas desenvolvidas neste estudo para iniciar a ARI, assim como a metodologia proposta nos fluxos de busca por informações, em produtos de origem animal que couber.

5.2 Introdução

Surtos de doenças transmissíveis por alimentos podem acarretar graves consequências econômicas e sanitárias. O comércio de gêneros alimentícios de origem animal entre diferentes países é historicamente uma das vias de risco mais relevantes para disseminação de doenças zoonóticas, especialmente, quando envolvem produtos derivados do leite. A contribuição dos lácteos no surgimento dessas doenças ocorre por meio da presença de perigos biológicos, químicos e físicos, tornando-se riscos para a saúde humana. Ainda assim, a carga de doenças transmitidas pelo leite ainda não é totalmente conhecida (HAVELAAR *et al.*, 2015; GRACE *et al.*, 2020).

No contexto alimentar, os perigos biológicos se remetem aos micro-organismos que infectam pessoas ou produzem toxinas prejudiciais à saúde, incluindo vírus, bactérias, fungos e protozoários, além dos parasitas. Entretanto, a simples presença do perigo no

leite não quer dizer que o seu consumo possa causar doença ou morte. Neste cenário, é preciso realizar uma avaliação do risco que o perigo representa, isto é, conhecer a probabilidade de sua ocorrência e a gravidade do possível dano (GRACE *et al.*, 2020).

O leite é colonizado por micro-organismos não somente por uma rota endógena de transmissão haja visto que os bovinos são reservatórios de agentes zoonóticos, mas também por uma microbiota externa presente, por exemplo, em equipamentos de ordenha, canal do teto, maquinários e recipientes de armazenamento, manipuladores ou água contaminada. A contaminação do leite e seus derivados pode ocorrer novamente após a pasteurização, quando a sanitização e higienização de ambientes ou armazenamento são realizados inadequadamente (FAO, 2013; FUSCO *et al.*, 2020; GRACE *et al.*, 2020).

Cerca de 81% de todo leite produzido no mundo é de origem bovina (FAO, 2023b). O leite por apresentar características que potencializam a multiplicação e a viabilidade de diversos micro-organismos é comprovadamente um veículo de transmissão de patógenos. Estudos vem demonstrando ao longo dos anos os riscos e os efeitos da comercialização de derivados lácteos contaminados para a saúde pública. Muitos desses trabalhos envolvem a disseminação da tuberculose zoonótica e brucelose humana (CDC, 2005; SILVA, *et al.*, 2018; COLLINS *et al.*, 2022), listeriose humana, entre outros (BARANCELLI *et al.*, 2011; JACKSON *et al.*, 2018; RAMOS *et al.*, 2021; CDC, 2022).

As espécies *Mycobacterium bovis* e *Coxiella burnetti* são especialmente relevantes nesse contexto, uma vez que os parâmetros de pasteurização atuais foram traçados para eliminá-las e, juntamente com a *Brucella abortus*, eram no passado os agentes mais preocupantes nesses alimentos (FAO/WHO, 2005; FAO, 2013). Contudo, atualmente há outros micro-organismos de importância para a segurança dos alimentos associados ao leite e seus derivados que devem ser igualmente considerados. Segundo Fusco *et al.*, (2020), patógenos emergentes como *Arcobacter butzleri*, *Yersinia parahaemolyticus*, espécies de *Campylobacter* vem se tornando foco de investigações mais aprofundadas.

Para estimar a probabilidade de entrada de patógenos em um país, a magnitude dos riscos e as consequências do evento, ARI podem ser realizadas em produtos lácteos. A depender da disponibilidade e detalhamento dos dados e da urgência do problema, as análises podem ser realizadas de forma qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa (GIERAK e

ŚMIETANKA, 2021). Porém, antes de se iniciar uma ARI é necessário selecionar todos os potenciais perigos vinculados ao produto de interesse.

Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo selecionar agentes patogênicos por meio do modelo de fluxo proposto no capítulo I, utilizando como exemplo produtos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022, com vistas à elaboração de listas de potenciais perigos biológicos em produtos importados a partir de um país específico e um cenário genérico, a partir de qualquer país exportador.

5.3 Material e Métodos

Para a aplicação do método de fluxo de instruções proposto no capítulo I, optou-se por desenvolver três exemplos práticos considerando produtos lácteos de origem bovina importados pelo Brasil entre 2018 e 2022.

Tipos de produtos selecionados

Os lácteos com maior volume de importação no período foram escolhidos para exemplificar o modelo, entretanto, os produtos em pó, mesmo estando entre os produtos mais importados, foram excluídos dessa análise em função do menor potencial de veiculação de patógenos devido as suas características intrínsecas e aos seus processos de beneficiamento (FORSYTHE, 2013). Posto isso, os produtos selecionados estão descritos no Quadro 4.

Quadro 4 - Principais lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022 (excluindo leite em pó)

Código NCM	Descrição NCM
04041000	Soro de leite, modificado ou não, mesmo concentrado ou adicionado de açúcar ou de outros edulcorantes
04061010	Queijo tipo muçarela, fresco (não curado)
04069020	Queijos, com um teor de umidade superior ou igual a 36,0 % e inferior a 46,0 %, em peso (massa semidura)

Fonte: Dados ComexStat (BRASIL, 2023b).

Origem dos produtos

Para abordar a procedência dos derivados lácteos, foram considerados um cenário genérico, em que a origem é qualquer país exportador, e dois cenários em que os países exportadores são conhecidos. Nesse caso, optou-se pelos dois países que mais exportaram lácteos para o Brasil: Argentina e Uruguai. A aplicação dos exemplos práticos foi determinada conforme Figura 34.

Figura 34 - Exemplos para aplicação do método de busca por patógenos

EXEMPLO 1	EXEMPLO 2	EXEMPLO 3
<ul style="list-style-type: none"> • Produto: Soro de leite • Origem: Qualquer país exportador 	<ul style="list-style-type: none"> • Produto: Queijo muçarela fresco • Origem: Argentina 	<ul style="list-style-type: none"> • Produto: queijo de massa semidura • Origem: Uruguai

Aplicações do modelo

A aplicação do modelo se iniciou com identificação de todos os patógenos potencialmente veiculados pelo leite e seus derivados e, posteriormente, investigou a presença dos mesmos no país exportador. Dado que os três produtos analisados são derivados da mesma matéria-prima (leite de origem bovina), a primeira parte do modelo será a mesma para os três exemplos práticos.

Como critério de exclusão, definiu-se por selecionar apenas bactérias e vírus como perigo biológico, removendo protozoários, parasitos, fungos, além dos perigos químicos e físicos com potencial presença no leite e derivados.

A investigação da presença da doença ou do patógeno no país de origem (Argentina ou Uruguai) foi realizada separadamente para cada cenário. Esse processo não aconteceu no cenário genérico, visto que a origem foi determinada por qualquer país exportador. Sendo assim, as aplicações do modelo resultaram em três listas (Fig. 35) contendo micro-organismos reconhecidos como potenciais perigos em produtos lácteos importados pelo Brasil.

Figura 35 - Descrição das três listas de potenciais perigos produzidos pelo modelo de fluxo proposto



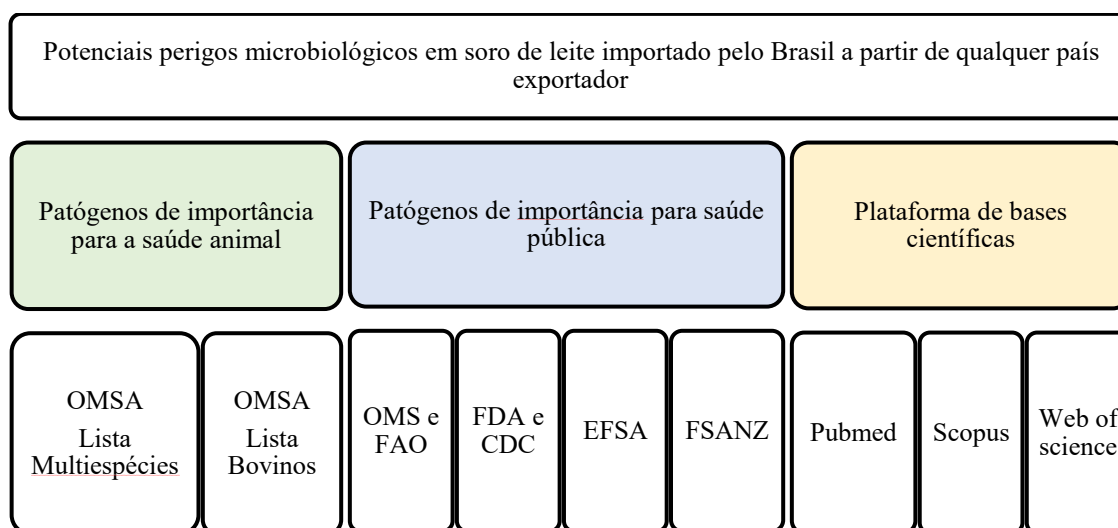
O modelo de fluxo de busca considerou os caminhos para o levantamento dos agentes de importância para saúde animal e de importância para a saúde humana nas respectivas fontes de informação e comunicação, bem como os caminhos baseados nas pesquisas em plataformas de bases científicas. Esses métodos já foram descritos anteriormente no capítulo I (Modelo de fluxos de busca para potenciais perigos microbiológicos em produtos de origem animal) e por isso não houve necessidade de descrevê-los novamente. No entanto, as principais informações foram pormenorizadas ao longo da discussão.

5.4 Resultados e Discussão

5.4.1. Exemplo prático 1: Soro de leite de qualquer país de origem (cenário genérico)

Para a criação da lista de potenciais micro-organismos associados ao soro de leite foi utilizado o fluxo proposto no capítulo I, primeiro cenário, cuja origem do produto importado é a partir de qualquer país exportador (Fig. 36).

Figura 36 - Fluxograma de busca para potenciais perigos microbiológicos veiculados em soro de leite importado pelo Brasil a partir de qualquer país exportador



Legenda: OMSA= Organização de Mundial da Saúde; OMS= Organização de Mundial da Saúde; FAO= Food and Agriculture Organization of the United Nations; CDC= Centers for Disease Control and Prevention; FDA= Food and Drug Administration; EFSA= European Food Safety Authority; FSANZ= Food Standards Australia New Zealand.

O fluxo de busca ocorreu inicialmente pelos patógenos com implicações na defesa animal, os quais foram pesquisados a partir das listas de doenças, infecções e infestações publicadas pela OMSA. A partir da seleção das doenças de importância em múltiplas espécies animais e na espécie bovina (origem da matéria-prima), foi realizada a identificação do respectivo agente etiológico e a sua capacidade de veiculação através dos produtos lácteos. Desta forma, de um total de 37 de patógenos, 13 foram selecionados (entre zoonóticos e não) como potenciais perigos e os restantes excluídos em função de não estarem associados a transmissão pelo leite de origem bovina e, portanto, não serem capazes de serem veiculados pelo soro de leite.

Diante dos patógenos de caráter zoonótico, foram identificados aqueles diretamente relacionados a doenças em humanos: *Bacillus anthracis*, *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Complexo M. tuberculosis (var. bovis)*, *Coxiella burnetii*, além do vírus que causa a febre do Vale do Rift, considerada uma doença reemergente devido aos seus longos intervalos interepizoóticos (OMSA, 2023). Soma-se *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis*, reconhecido como um patógeno específico em animais, porém ocasionalmente diagnosticado como oportunista em humanos; *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, responsável pela paratuberculose, que embora não demonstrada como zoonose, vem sendo identificada de forma ocasional em pacientes com a doença de *Crohn* (FAO, 2013; OMSA, 2022). Os vírus das seguintes enfermidades: dermatite

nodular contagiosa, diarreia viral bovina, febre aftosa, leucemia bovina e peste bovina foram selecionados, mesmo não apresentando transmissão a humanos.

Apesar de o trabalho incluir apenas alimentos para consumo humano e, portanto, apresentar menor chance de exposição pelos animais, é importante compreender a dinâmica epidemiológica e as possíveis lacunas que patógenos de relevância para a saúde animal podem estabelecer quando veiculados por esses tipos de produto. Essa condição pode ocorrer, por exemplo, quando há descarte de resíduos alimentícios feito de forma inadequada permitindo o contato direto com animais ou quando há possibilidade de oferta desses alimentos diretamente para animais (SANTOS, 2016).

A pesquisa dos patógenos de importância na saúde pública incluiu todos os caminhos (fontes de pesquisa) indicados pelo modelo de fluxo, considerando como pré-requisito a capacidade de o agente ser veiculado pelo leite ou seus derivados. Após detalhados processos de exploração das publicações e consulta às páginas dos órgãos oficiais, uma lista preliminar foi descrita com 14 agentes etiológicos. Por apresentar conteúdos bem aprofundados e completos, *milk and Dairy products in human nutrition*, publicada pela FAO (2013), e *Bad Bug Book - Manual de Micro-organismos Patogênicos Transmitidos por Alimentos e Toxinas Naturais* (FDA, 2023) destacaram-se como norteadores do estudo, assim como as plataformas interativas presentes nos sites do CDC, *National Outbreak Reporting System – NORIS*, e do EFSA, *dashboards foodborne outbreaks*, complementando a pesquisa (NORIS, 2023; EFSA, 2023). Os patógenos identificados que já haviam sido selecionados como de importância para saúde animal foram excluídos para não haver duplicidade.

O terceiro caminho considerou a aplicação do fluxo em plataformas de bases científicas, utilizando as palavras-chave abaixo. Somaram-se mais três micro-organismos a partir dessa pesquisa.

- “milk” ou “dairy products” e “Biological hazard”
- “milk and milk products” e “pathogens”
- “Dairy products” e “pathogens”
- “milk” e “Foodborne pathogens”

- “milk” e “Zoonotic agent”
- “milk and dairy products” e “risk analysis”

Ao final totalizaram-se 30 potenciais agentes microbiológicos capazes de serem veiculados pelo soro de leite, independente do país de origem, entre vírus e bactérias, selecionados pelos três caminhos propostos, seguindo as fontes de bases científicas (BC), de importância para saúde animal (SA) e para saúde pública (SP) (Quadro 5). Em um provável processo de submissão do soro de leite importado a uma análise de risco, todos os patógenos identificados como potenciais perigos devem ser submetidos individualmente a etapa de Identificação do Perigo, onde se realiza a confirmação como perigos reais.

Quadro 5 - Potenciais perigos microbiológicos em soro de leite (cenário genérico)

PATÓGENO	FONTE
<i>Aeromonas</i> spp.	BC
<i>Arcobacter</i> spp.	BC
<i>Helicobacter pylori</i>	BC
<i>Bacillus anthracis</i>	SA
<i>Brucella abortus</i>	SA
<i>Brucella melitensis</i>	SA
<i>Campylobacter fetus</i> subsp. <i>Venerealis</i>	SA
Complexo <i>M. tuberculosis</i> (var. <i>bovis</i>)	SA
<i>Coxiella burnetii</i>	SA
<i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i>	SA
Vírus da dermatite nodular contagiosa	SA
Vírus da diarreia viral bovina	SA
Vírus da febre aftosa	SA
Vírus da febre do vale do rift	SA
Vírus da leucemia bovina	SA
Vírus da peste bovina	SA
<i>Bacillus cereus</i>	SP
<i>Campylobacter jejuni</i>	SP
<i>Corynebacterium</i> spp.	SP
<i>Clostridium</i> spp.	SP
<i>Cronobacter</i> (<i>Enterobacter sakazakii</i>) spp.	SP
<i>E. coli</i> STEC	SP
<i>Enterococcus</i> spp.	SP
<i>Listeria monocytogenes</i>	SP
<i>Salmonella</i> spp.	SP
<i>Shigella</i> spp.	SP

<i>Staphylococcus aureus</i>	SP
<i>Streptococcus</i> spp.	SP
<i>Yersinia enterocolitica</i>	SP
<i>Norovirus</i>	SP

Legenda: BC= Bases Científicas; SA= Saúde Animal; SP= Saúde Pública.

Escherichia coli produtora de toxina Shiga (STEC), *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* spp., *Clostridium* spp. e *Staphylococcus aureus* são agentes preocupantes na segurança microbiana de laticínios, sobretudo quando associados ao leite cru, e foram considerados como perigos biológicos por diversos autores (FAO, 2013; HOFFMAN *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2019; GRACE *et al.*, 2020; MONTGOMERY *et al.*, 2020).

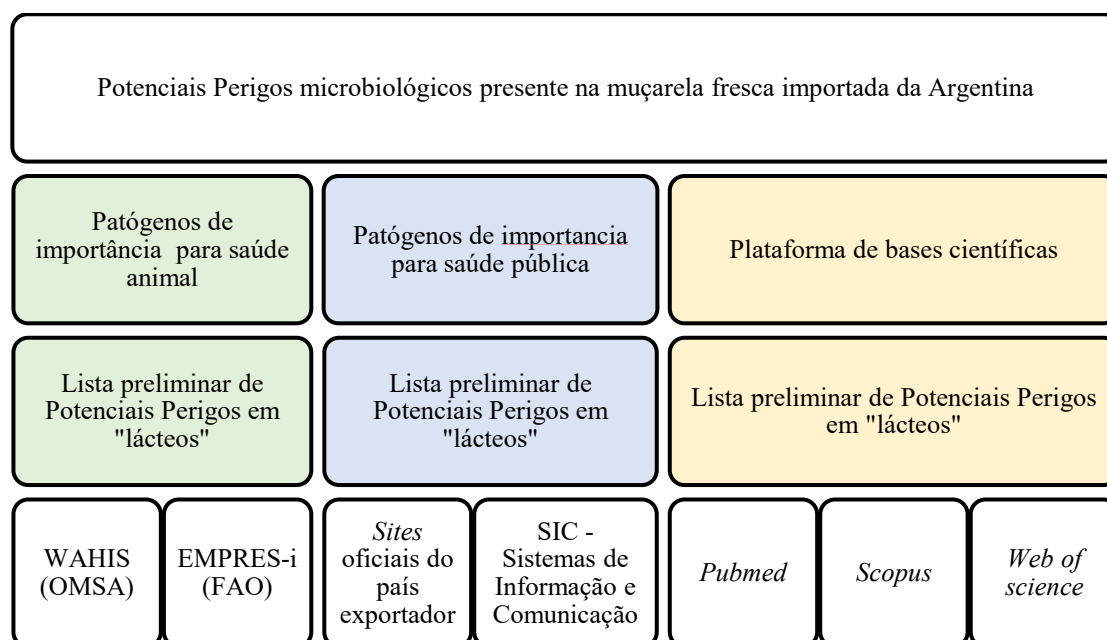
Segundo Fusco *et al.* (2020) *Arcobacter* spp., *Yersinia* spp. e espécies de *Campylobacter* são patógenos considerados emergentes e devem ser continuamente monitorados. *Corynebacterium* spp. isolados de leite cru foram relatados por Wiertz *et al.* (2013). *Helicobacter pylori* é conhecido como causador de úlceras gástricas e duodenais, e sua presença em leite e derivados sugere uma possível transmissão através do consumo destes produtos (ELHARIRI *et al.*, 2018; QUAGLIA e DAMBROSIO, 2018; SHAABAN *et al.*, 2023). Além de *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica* e *Cronobacter* spp., que também podem ser motivo de preocupação, Norovírus foi identificado com causador de surtos alimentares associados ao leite (EFSA, 2023; NORS, 2023), assim como *Cronobacter* spp. que têm sido associados a infecções graves após o consumo de fórmula infantil em pó e continuamente isolados em estabelecimento de processamento de leite (FAO, 2013; BRANDÃO *et al.*, 2017; STRYSKO *et al.*, 2020.).

As espécies bacterianas *Arcobacter* spp., enteropatógenos emergentes de origem alimentar, detectadas em amostras leite de origem bovina; *Helicobacter pylori*, que demonstrou sobreviver em leite cru e produtos lácteos e *Aeromonas* spp., isolados de leite cru, iogurte e queijos, foram identificadas apenas através das bases científicas (CARUSO *et al.*, 2018; ELHARIRI *et al.*, 2018; QUAGLIA e DAMBROSIO, 2018; SHAABAN *et al.*, 2023). Embora a busca devesse utilizar como filtro os últimos cinco anos, optou-se por incluir dois estudos que apresentaram grande relevância (GIACOMETTI *et al.*, 2015; TAHOUN *et al.*, 2016), por demonstrar a capacidade de sobrevivência de *Arcobacter* spp. em ricota, e *Aeromonas* spp., em iogurte na temperatura de refrigeração.

5.4.2. Exemplo prático 2: Muçarela exportada pela Argentina

Para identificar os potenciais perigos presentes na Argentina, a lista “preliminar” (classificada pelas fontes de busca - BC, SA e SP) elaborada no exemplo anterior foi utilizada como base para dar prosseguimento ao fluxo (Fig. 37).

Figura 37 - Fluxograma de busca por potenciais perigos veiculados pela muçarela importada da Argentina



Legenda: WAHIS= *World Animal Health Information System*; OMS= Organização de Mundial da Saúde; EMPRES-i= *EMPRES Global Animal Disease Information System*; FAO= *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

A investigação das enfermidades com importância para a saúde animal (SA) foi realizada por meio do sistema internacional de notificação da OMSA - WAHIS, e do sistema global de informações sobre doenças animais - EMPRES-i, cuja pesquisa selecionou casos e surtos ocorridos nos últimos cinco anos em território argentino.

Oito patógenos foram identificados na Argentina como potenciais perigos microbiológicos de importância para a saúde animal: *Bacillus anthracis*, *Brucella abortus*, *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis*, *Complexo M. tuberculosis* (var. *bovis*), *Coxiella burnetii*, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, *vírus da diarreia viral bovina*, *vírus da leucemia bovina* (EMPRES-i, 2023; WAHIS, 2023). O restante foi excluído por não terem sido notificados no país durante o período avaliado.

Quinze agentes de importância para a saúde pública foram encontrados na Argentina: *Aeromonas* spp., *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Corynebacterium* spp., *Clostridium* spp., *E. coli* STEC, *Enterococcus* spp., *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* spp., *Yersinia enterocolitica* e Norovírus, além da espécie *Helicobacter pylori*. Esse levantamento só foi possível com o uso complementar da pesquisa nos SIC e pelas plataformas de bases científicas, aplicando as palavras-chave a seguir e filtrando os últimos cinco anos. O objetivo dessa seleção foi identificar apenas a presença do patógeno no território argentino, independente da fonte de contaminação ou do hospedeiro.

- “Pathogens: _____” e “Argentina”
- “Disease: _____” e “Argentina”
- “Biological hazard” e “dairy products or milk” e “Argentina”
- “Pathogens_____” e “dairy products or milk” e “Argentina”

Os patógenos *Salmonella* spp. e *Streptococcus* spp. foram identificados pelos SIC: *healthmap* e *proMED*. *Aeromonas* spp., *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium* spp., *Corynebacterium* spp., *E. coli* STEC, *Enterococcus* spp., *Helicobacter pylori*; *Listeria monocytogenes*, *Shigella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* foram apontados pelas fontes de base científicas (DIESER *et al.*, 2014; JANJETIC *et al.*, 2015; MASTRODONATO *et al.*, 2018; MÓNACO *et al.*, 2018; DREWNOWSKA *et al.*, 2020; SUÁREZ *et al.*, 2020; GALARCE *et al.*, 2021; SCHREYER *et al.*, 2022; SIGNORINI *et al.*, 2018; SCHELL *et al.*, 2020; BRUSA *et al.*, 2021; LAMBERTI *et al.*, 2022; FOX *et al.*, 2023). Foram incluídos alguns trabalhos com datas de publicação ultrapassando os últimos cinco anos em função da inexistência de artigos mais atuais em revistas com o fator de impacto previamente admitido. Portanto, nestes casos, admitiu-se inserir publicações datadas em período maior (últimos dez anos).

Além das espécies bacterianas, Norovírus é considerado principal causa de gastroenterite viral em humanos em todo o mundo foi igualmente detectado na Argentina (DEGIUSEPPE *et al.*, 2019). Segundo FSANZ (2023), o vírus por apresentar dose

infecciosa muito baixa, estabilidade no ambiente e resistência a muitos desinfetantes comuns, sendo altamente contagioso. A lista completa está descrita a seguir (Quadro 6).

Quadro 6 - Potenciais perigos microbiológicos em muçarela importada da Argentina

Fonte de busca	Potenciais Patógenos – ARGENTINA	Foi identificada nos últimos cinco anos?
BC	<i>Aeromonas</i> spp.	Sim
BC	<i>Arcobacter</i> spp.	Não
BC	<i>Helicobacter pylori</i> *	sim
SA	<i>Bacillus anthracis</i>	Sim
SA	<i>Brucella abortus</i>	Sim
SA	<i>Brucella melitensis</i>	Não
SA	<i>Campylobacter fetus</i> subsp. <i>Venerealis</i>	Sim
SA	Complexo <i>M. tuberculosis</i> (var. <i>bovis</i>)	Sim
SA	<i>Coxiella burnetii</i>	Sim
SA	<i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i>	Sim
SA	Vírus da dermatite nodular contagiosa	Não
SA	Vírus da diarreia viral bovina	Sim
SA	Vírus da febre aftosa	Não
SA	Vírus da febre do Vale do Rift	Não
SA	Vírus da leucemia bovina	Sim
SA	Vírus da peste bovina	Não
SP	<i>Bacillus cereus</i>	Sim
SP	<i>Campylobacter jejuni</i>	Sim
SP	<i>Corynebacterium</i> spp.*	Sim
SP	<i>Clostridium</i> spp.	Sim
SP	<i>Cronobacter (Enterobacter sakazakii)</i> spp.	Não
SP	<i>E. coli</i> STEC	Sim
SP	<i>Enterococcus</i> spp.	Sim
SP	<i>Listeria monocytogenes</i>	Sim
SP	<i>Salmonella</i> spp.	Sim
SP	<i>Shigella</i> spp.	Sim
SP	<i>Staphylococcus aureus</i>	Sim
SP	<i>Streptococcus</i> spp.	Sim
SP	<i>Yersinia enterocolitica</i>	Sim
SP	<i>Norovirus</i>	Sim

Legenda: BC= Bases Científicas; SA= Saúde Animal; SP= Saúde Pública.

*identificados em artigos publicados anterior à 2018.

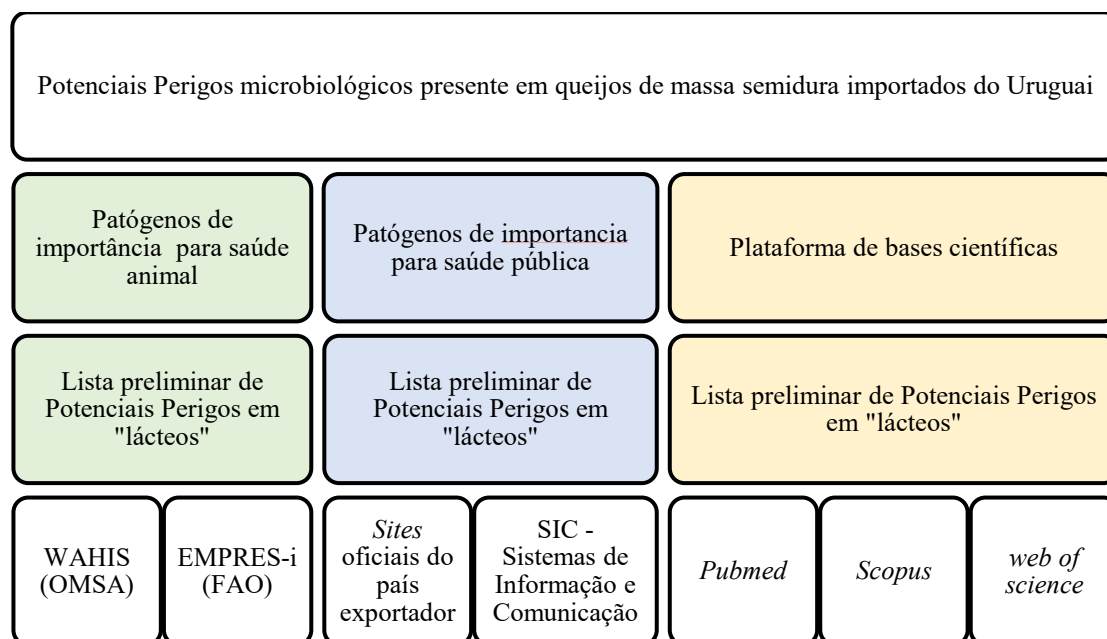
Portanto, a partir desse resultado, 20 agentes apresentaram potencial de veiculação pelo queijo muçarela (não curado) importado da Argentina pelo Brasil e, desta forma, serão incluídos na lista de potenciais patógenos para serem submetidos a um possível processo de ARI.

Mesmo aqueles patógenos que apesar de estarem sabidamente distribuídos pelo país importador (nesse caso o Brasil) devem ser incluídos igualmente na seleção como potenciais perigos. Esse tipo de informação será avaliado em etapas subsequentes da ARI.

5.4.3 Exemplo prático 3: Queijos de massa semidura exportados pelo Uruguai

Assim como no exemplo 2, utilizou-se como base a lista preliminar de agentes em um contexto genérico (exemplo 1) para ser investigar se os patógenos em potencial eram presentes no território uruguaio a partir de 2018 (Fig. 38).

Figura 38 - Fluxograma de busca por potenciais perigos em queijos de massa semidura importados do Uruguai



Legenda: WAHIS= *World Animal Health Information System*; OMS= *Organização de Mundial da Saúde*; EMPRES-i= *EMPRES Global Animal Disease Information System*; FAO= *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

As palavras-chaves sugeridas para investigar a presença no país foram:

- "Pathogens: _____" e "Uruguay"
- "Disease: _____" e "Uruguay"
- "Biological hazard " e "dairy products or milk" e "Uruguay"
- "Pathogens _____" e "dairy products or milk" e " Uruguay"

Foram oito os potenciais perigos microbiológicos de importância para a saúde animal detectados no Uruguai nos últimos cinco anos: *Bacillus anthracis*, *Brucella abortus*, *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis*, *Complexo M. tuberculosis* (var. *bovis*), *Coxiella burnetii*, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, *vírus da diarreia viral bovina*, *vírus da leucemia bovina* (EMPRES-i, 2023, WAHIS, 2023).

Os onze patógenos selecionados pela lista de importância para saúde pública, embora tenham sido investigados nos SIC e nos sites oficiais do país, *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium* spp., *E. coli* STEC, *Enterococcus* spp., *Listeria monocytogenes*, *Shigella* spp. e *Staphylococcus aureus* só foram identificados no Uruguai através de fontes de base científicas (PEREIRA *et al.*, 2018; SATI *et al.*, 2019; MICHELACCI *et al.*, 2020; LEME *et al.*, 2021; RAFFAELLI *et al.*, 2022; DORSCH *et al.*, 2022; MUSSIO *et al.*, 2023; VAZQUEZ *et al.*, 2023). Da mesma forma, a presença do Norovírus no Uruguai somente foi confirmada por meio do trabalho de Castells *et al.* (2020), além de *Helicobacter pylori* (DACOLL *et al.*, 2017). Alguns agentes apresentam ampla distribuição pelo mundo, estando comumente no meio ambiente ou fazendo parte da microbiota de hospedeiros, o que é desafiador para o controle das doenças, principalmente quando não há compulsoriedade de notificação. Essa condição dificulta o monitoramento por órgãos oficiais que, por consequência, não disponibilizam dados factuais sobre a condição de determinada doença ou patógenos. Nesse sentido, a busca através das pesquisas em bases científicas permite aproximar ao real cenário.

Os resultados encontrados indicaram que, à exceção dos vírus da dermatite nodular contagiosa, da febre aftosa, da febre do vale rift, da peste bovina e das espécies bacterianas *Brucella melitensis*, *Cronobacter* (*Enterobacter sakazakii*) spp., *Arcobacter* spp., *Aeromonas* spp., *Yersinia enterocolitica* e *Corynebacterium* spp., todos os patógenos estiveram envolvidos em casos ou surtos em animais ou seres humanos, ou foram detectados em alguma fonte de contaminação no Uruguai pelos últimos cinco anos.

Desta forma, a aplicação do modelo encontrou 20 agentes etiológicos com potencial de veiculação em queijos de massa semidura importado pelo Brasil procedentes do Uruguai e, portanto, serão incluídos na lista de potenciais patógenos para serem submetidos a um possível processo de ARI (Quadro 7).

Quadro 7 - Potenciais perigos microbiológicos em queijo de massa semidura importado do Uruguai

Fonte de busca	Potenciais Patógenos - URUGUAI	Foi identificado nos últimos cinco anos?
BC	<i>Aeromonas</i> spp.	Não
BC	<i>Arcobacter</i> spp.	Não
BC	<i>Helicobacter pylori</i>	Sim
SA	<i>Bacillus anthracis</i>	Sim
SA	<i>Brucella abortus</i>	Sim
SA	<i>Brucella melitensis</i>	Não
SA	<i>Campylobacter fetus</i> subsp. <i>Venerealis</i>	Sim
SA	Complexo <i>M. tuberculosis</i> (var. <i>bovis</i>)	Sim
SA	<i>Coxiella burnetii</i>	Sim
SA	<i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i>	Sim
SA	Vírus da dermatite nodular contagiosa	Não
SA	Vírus da diarreia viral bovina	Sim
SA	Vírus da febre aftosa	não
SA	Vírus da febre do Vale do Rift	não
SA	Vírus da leucemia bovina	sim
SA	Vírus da peste bovina	não
SP	<i>Corynebacterium</i> spp.	não
SP	<i>Clostridium</i> spp.	sim
SP	<i>Bacillus cereus</i>	sim
SP	<i>Campylobacter jejuni</i>	sim
SP	<i>Cronobacter (Enterobacter sakazakii)</i> spp.	não
SP	<i>E. coli</i> STEC	sim
SP	<i>Enterococcus</i> spp.	sim
SP	<i>Listeria monocytogenes</i>	sim
SP	<i>Salmonella</i> spp.	sim
SP	<i>Shigella</i> spp.	sim
SP	<i>Staphylococcus aureus</i>	sim
SP	<i>Streptococcus</i> spp.	sim
SP	<i>Yersinia enterocolitica</i>	não
SP	<i>Norovirus</i>	sim

Legenda: BC= Bases Científicas; SA= Saúde Animal; SP= Saúde Pública.

Neste contexto, torna-se relevante informar que as características dos patógenos relacionadas à sua viabilidade após processos de fabricação, manipulação armazenamento e transporte do produto são discutidas na segunda etapa de uma ARI, por isso não foram consideradas nesse momento. Nesta segunda etapa, denominada Avaliação do risco, são investigados os aspectos intrínsecos do produto que contribuem para a manutenção do patógeno, relacionando as etapas de produção e seus pontos críticos às características do

agente, como sensibilidade às diferentes temperaturas e condições físicas, pH e atividade de água (MURRAY *et al.*, 2010; LEANES *et al.*, 2011; BRASIL, 2019).

Ainda, diante da elaboração do presente trabalho foram constatadas limitações que devem ser consideradas a cada análise. Dados epidemiológicos de países em desenvolvimento geralmente são escassos e, por esse motivo, estudos na literatura científica têm o papel de complementar as informações. Segundo Grace *et al.* (2020), em países que não existem compulsoriedade de notificação, há muitas evidências de subnotificação massiva. Esse cenário foi percebido ao pesquisar a presença de alguns patógenos de importância para a saúde humana no país de origem, onde nem ao menos as consultas a literatura científica foram suficientes para garantir a ausência do agente no território. Por esse motivo, sugere-se flexibilizar os filtros no fluxo de bases científicas (exemplo: aumentar a faixa de anos pesquisados) conjuntamente ao aprofundamento das informações sobre os aspectos epidemiológicos de transmissão e potenciais hospedeiros.

5.5 Considerações finais

A aplicação do modelo de fluxo proposto para selecionar agentes patogênicos utilizando como exemplos produtos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022 permitiu a criação das listas de potenciais perigos biológicos presentes no queijo muçarela fresco (não curado), nos queijos de massa semidura e no soro de leite, provenientes da Argentina e do Uruguai, e de qualquer país exportador (cenário genérico).

Os caminhos percorridos dentro de uma lógica de enfermidades com importância para saúde pública e saúde animal foram realizados, de forma complementar, com a pesquisa em bases científicas, que possibilitou o acesso a diversos bancos de dados e publicações de alta relevância internacional, contribuindo assim com a identificação e conhecimento de cada patógeno de interesse. Além dos agentes já conhecidos historicamente, as buscas por meio dos fluxos proporcionaram a detecção de agentes emergentes e reemergentes de importância zoonótica.

Em relação às informações sobre enfermidades de notificação não obrigatória, sendo zoonóticas ou não, houve limitações quanto ao acesso e à disponibilidade dos dados, pois grande parte dos países não realizam acompanhamentos sistemáticos de tais

enfermidades. Ficou notório a finalidade do uso das bases científicas como forma adicional aos usos dos sistemas de informação e comunicação que, diante da realidade da maioria dos países em desenvolvimento, ficam a desejar em relação a disponibilidade de dados de diagnósticos e notificações completos e em tempo hábil.

Portanto, as informações levantadas sobre a presença dos perigos no leite e derivados e a detecção dos mesmos nos territórios de interesse são extremamente válidas como orientação e priorização para análises de risco subsequentes. Dessa maneira, recomenda-se a utilização das listas desenvolvidas neste estudo para iniciar a realização de ARI, assim como a metodologia proposta nos fluxos de busca de informações, no que couber.

5.6 Referências bibliográficas

BARANCELLI, G. V. *et al.* *Listeria monocytogenes*: ocorrência em produtos lácteos e suas implicações em saúde pública. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 78, n. 1, p. 155-168, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Agricultura. Análise de risco de importação: Camarões não viáveis destinado ao consumo humano. Brasília. 65p. 2019.

BRANDÃO, M. L. L.; UMEDA, N. S.; FILIPPIS, I. *Cronobacter* spp.: infecções, ocorrência e regulação em alimentos—uma revisão no Brasil. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, 2017.

BRUSA, V. *et al.* Quantitative risk assessment of listeriosis associated with fermented sausage and dry-cured pork shoulder consumption in Argentina. *Food Control*, v. 123, 2021.

CARUSO, M. *et al.* *Arcobacter* spp. in bovine milk: An emerging pathogen with potential zoonotic risk. *Italian Journal of Food Safety*, v. 7, n. 4, 2018.

CASTELLS, M. *et al.* Detection, risk factors and molecular diversity of norovirus GIII in cattle in Uruguay. *Infection, Genetics and Evolution*, v. 86, p. 104613, 2020.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Human Tuberculosis Caused by *Mycobacterium bovis* --- New York City, 2001—2004. 2005. Disponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5424a4.htm>. Acesso em 22 de novembro de 2021.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. *Listeria* outbreaks. 2022. Disponível em: <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/index.html>. Acesso em 10 de outubro de 2022.

- COLLINS, Á. B. *et al.* Prevalence of *Mycobacterium bovis* in milk on dairy cattle farms: An international systematic literature review and meta-analysis. *Tuberculosis*, p. 102166, 2022.
- DACOLL, C. *et al.* An optimized clarithromycin-free 14-day triple therapy for *Helicobacter pylori* eradication achieves high cure rates in Uruguay. *Gastroenterología y Hepatología*, v. 40, n. 7, p. 447-454, 2017.
- DEGIUSEPPE, J. I. *et al.* Molecular epidemiology of norovirus outbreaks in Argentina, 2013-2018. *Journal of medical virology*, v. 92, n. 8, p. 1330-1333, 2020.
- DIESER, S. A. *et al.* Prevalence of pathogens causing subclinical mastitis in Argentinean dairy herds. *Pakistan Veterinary Journal*, v. 34, n. 1, p. 124-126, 2014.
- DORSCH, M. A. *et al.* Diagnostic investigation of 100 cases of abortion in sheep in Uruguay: 2015–2021. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 9, p. 580, 2022.
- DREWNOWSKA, J. M. *et al.* Potential enterotoxicity of phylogenetically diverse *Bacillus cereus* sensu lato soil isolates from different geographical locations. *Applied and environmental microbiology*, v. 86, n. 11, p. 03032-19, 2020.
- ELHARIRI, M. *et al.* Occurrence of *cagA+* *vacA* *s1a* *m1* *i1* *Helicobacter pylori* in farm animals in Egypt and ability to survive in experimentally contaminated UHT milk. *Scientific reports*, v. 8, n. 1, p. 14260, 2018.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Milk and Dairy products in human nutrition. 2013. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3396e/i3396e.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2022.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dairy animals. 2023b. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/en>. Acesso em 20 de julho de 2022.
- FOX, B. *et al.* Community-associated *Clostridioides difficile* infection in a general hospital from Argentina. *Anaerobe*, p. 102744, 2023.
- FSANZ. Food Standards Australia New Zealand. 2023. Disponível em: www.foodstandards.gov.au/Pages/default.aspx. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.
- FUSCO, V. *et al.* Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 19, n. 4, p. 2013-2049, 2020.
- GALARCE, N. *et al.* Genomic epidemiology of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* isolated from the livestock-food-human Interface in South America. *Animals*, v. 11, n. 7, p. 1845, 2021.
- GIACOMETTI, F. *et al.* *Arcobacter butzleri* and *Arcobacter cryaerophilus* survival and growth in artisanal and industrial ricotta cheese. *Journal of Dairy Science*, v. 98, n. 10, p. 6776-6781, 2015.

GRACE, D.; WU, F.; HAVELAAR, A. H. MILK Symposium review: Foodborne diseases from milk and milk products in developing countries—Review of causes and health and economic implications. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 11, p. 9715-9729, 2020.

HAVELAAR, A. H. *et al.* World Health Organization global estimates and regional comparisons of the burden of foodborne disease in 2010. *PLoS medicine*, v. 12, n. 12, p. e1001923, 2015.

HOFFMANN, S. *et al.* Attribution of global foodborne disease to specific foods: Findings from a World Health Organization structured expert elicitation. *PloS one*, v. 12, n. 9, p. e0183641, 2017.

JACKSON, K. A. *et al.* Listeriosis outbreaks associated with soft cheeses, United States, 1998–2014. *Emerging Infectious Diseases*, v. 24, n. 6, p. 1116, 2018.

JANJETIC, M. A. *et al.* Dietary and anthropometric indicators of nutritional status in relation to *Helicobacter pylori* infection in a pediatric population. *British Journal of Nutrition*, v. 113, n. 7, p. 1113-1119, 2015.

LAMBERTI, M. F. T. *et al.* Genomic and proteomic characterization of two strains of *Shigella flexneri* 2 isolated from infants' stool samples in Argentina. *BMC Genomics*, v. 23, n. 1, p. 495, 2022.

LEME, R. C. P.; BISPO, P. J. M.; SALLES, M. J. Community-genotype methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* skin and soft tissue infections in Latin America: a systematic review. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, v. 25, 2021.

LI, M. *et al.* Global disease burden of pathogens in animal source foods, 2010. *PloS one*, v. 14, n. 6, 2019.

MASTRODONATO, A. C. *et al.* Bioserotypes, virulence genes, antimicrobial susceptibility and genomic diversity of *Yersinia enterocolitica* isolates from Argentina and Chile. *Journal of Food Safety*, v. 38, n. 5, 2018.

MICHELACCI, V. *et al.* Tracing back the evolutionary route of enteroinvasive *Escherichia coli* (EIEC) and *Shigella* Through the example of the highly pathogenic O96:H19 EIEC clone. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, v. 10, p. 260, 2020.

MÓNACO, A. *et al.* *Aeromonas* spp. extraintestinal infection in children. *International Journal of Infectious Diseases*, v. 73, p. 329-330, 2018.

MONTGOMERY, H.; HAUGHEY, S. A.; ELLIOTT, C. T. Recent food safety and fraud issues within the dairy supply chain (2015–2019). *Global Food Security*, v. 26, p. 100447, 2020.

MUSSIO, P. *et al.* Phenotypic and genotypic characterization of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* strains recovered from bovine carcasses in Uruguay. *Frontiers in Microbiology*, v. 14, 2023.

OMSA. Código Sanitário de Animais Terrestres. Paris: 2022. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>. Acesso em 30 de novembro de 2022.

OMSA. Organização Mundial de Saúde Animal. 2023. Disponível em: www.woah.org. Acesso em 30 de março de 2023.

PEREIRA, J. G. *et al.* Foods introduced into Brazil through the border with Argentina and Uruguay: pathogen detection and evaluation of hygienic-sanitary quality. *International Journal of Food Microbiology*, v. 283, p. 22-27, 2018.

PROMED. Program for Monitoring Emerging Diseases. 2023. Disponível em: <https://promedmail.org/?lang=pt>. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

QUAGLIA, N. C.; DAMBROSIO, A. Helicobacter pylori: A foodborne pathogen?. *World Journal of Gastroenterology*, v. 24, n. 31, p. 3472, 2018.

RAFFAELLI, S. *et al.* Bioprospecting the antibiofilm and antimicrobial activity of soil and insect gut bacteria. *Molecules*, v. 27, n. 6, p. 2002, 2022.

RAMOS, G. L.P. A *et al.* Quantitative microbiological risk assessment in dairy products: Concepts and applications. *Trends in Food Science & Technology*, v. 111, p. 610-616, 2021.

SATI, H. F. *et al.* Characterizing Shigella species distribution and antimicrobial susceptibility to ciprofloxacin and nalidixic acid in Latin America between 2000–2015. *PloS one*, v. 14, n. 8, 2019.

SCHELL, C. M. *et al.* Detection of β -Lactamase-producing Enterococcus faecalis and vancomycin-resistant Enterococcus faecium isolates in human invasive infections in the public hospital of Tandil, Argentina. *Pathogens*, v. 9, n. 2, p. 142, 2020.

SCHREYER, M. E. *et al.* Prevalence and antimicrobial resistance of Campylobacter jejuni and C. coli identified in a slaughterhouse in Argentina. *Current Research in Food Science*, v. 5, p. 590-597, 2022.

SIGNORINI, M. L. *et al.* Antimicrobial resistance of thermotolerant Campylobacter species isolated from humans, food-producing animals, and products of animal origin: a worldwide meta-analysis. *Microbial Drug Resistance*, v. 24, n. 8, p. 1174-1190, 2018.

SHAABAN, S. I. *et al.* An investigative study on the zoonotic potential of Helicobacter pylori. *BMC Veterinary Research*, v. 19, n. 1, p. 16, 2023.

SILVA, M. R. *et al.* Risk factors for human Mycobacterium bovis infections in an urban area of Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 113, 2018.

SOLIANI, M. I. *et al.* Bacteremia by Aeromonas spp. in adult patients who go to a university hospital. Analysis of ten episodes. *Revista de la Facultad de Ciencias Medicas (Cordoba, Argentina)*, v. 76, n. 3, p. 154-158, 2019.

STRYSKO, J. *et al.* Food safety and invasive Cronobacter infections during early infancy, 1961–2018. *Emerging Infectious Diseases*, v. 26, n. 5, p. 857, 2020.

SUÁREZ, N. *et al.* Metagenomics-based approach for studying and selecting bioprotective strains from the bacterial community of artisanal cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, v. 335, p. 108894, 2020.

TAHOUN, A. B.M.B. *et al.* Molecular characterisation, genotyping and survival of *Aeromonas hydrophila* isolated from milk, dairy products and humans in Egypt. *International Dairy Journal*, v. 63, p. 52-58, 2016.

VAZQUEZ, C. *et al.* Clinical and microbiological characteristics of bacterial infections in patients with cirrhosis. A prospective cohort study from Argentina and Uruguay. *Annals of Hepatology*, v. 28, n. 4, p. 101097, 2023.

WAHIS. World Animal Health Information System. 2023. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/disease-datacollection/world-animal-health-information-system/>. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

WIERTZ, R. *et al.* *Corynebacterium frankenforstense* sp. nov. and *Corynebacterium lactis* sp. nov., isolated from raw cow milk. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 63, n.12, p. 4495-4501, 2013.

CAPÍTULO IV

6. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS BIOLÓGICOS EM PRODUTOS LÁCTEOS IMPORTADOS PELO BRASIL ENTRE 2018 E 2022: 1º ETAPA DA ARI

6.1 Resumo

O leite é um alimento bastante versátil, sendo consumido na sua forma direta, como derivados ou ingrediente de produtos alimentícios prontos. Porém, pode ser um importante veiculador de patógenos causadores de doenças transmitidas por alimentos. Esses agentes possuem alto potencial para causar efeitos adversos à saúde humana e animal. Utilizada como ferramenta para certificar possíveis ameaças e efeitos adversos oriundos de contaminações de mercadorias ou animais infectados, a ARI tem como objetivo principal gerenciar e mitigar riscos do comércio internacional. Neste contexto, o presente artigo realizou a primeira etapa da ARI – Identificação do Perigo - nos produtos: soro de leite, queijo muçarela fresco e queijos de massa semidura, considerando os agentes biológicos: *Coxiella burnetii*, *Listeria monocytogenes* e *Mycobacterium bovis*, respectivamente, a partir da lista de potenciais patógenos relacionados aos principais

produtos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022. Para tal, foi necessário realizar uma investigação por meio de um questionário já pré-estabelecido pela ferramenta de ARI, que visa o levantamento do *status* das enfermidades nos países exportadores e no Brasil, entre outros. Os resultados confirmaram *C. burnetii*, *L. monocytogenes* e *M. bovis* como perigos nos produtos lácteos (soro de leite, queijo muçarela fresco e queijo de massa dura) importados pelo Brasil, considerando o cenário genérico, e provenientes da Argentina e Uruguai, nessa ordem.

6.2 Introdução

A expansão do comércio internacional de animais e seus produtos favorece a introdução e a disseminação de doenças entre países importadores e exportadores. A presença de determinados patógenos nos territórios de origem impõe a adoção de medidas sanitárias que podem restringir a liberdade do comércio. O embargo ao comércio de animais ou à produtos indesejados é considerado uma alternativa para prevenir doenças emergentes ou reemergentes em países importadores, e para controlar o *status* sanitário dos rebanhos locais. Contudo, para que as medidas sanitárias impostas através do controle internacional ocorram de forma eficaz e sustentada, torna-se relevante conduzir Análises de Risco de Importação – ARI que inclui, na sua primeira etapa, a Identificação dos Perigos (DE SÁ e DE MELO, 2016).

O uso da ferramenta da ARI não se faz necessário em todas as transações comerciais. Em geral, é aplicado ao importar um novo produto ou uma espécie animal que não foi previamente avaliada, ou quando há importação oriunda de um novo país, ou quando há alguma alteração do *status* sanitário do país exportador (SANTOS, 2016). Nas importações brasileiras de produtos lácteos, a elaboração da ARI não é compulsória, porém a internalização de alimentos de diferentes procedências requer autorização prévia do MAPA, que avalia se o produto atende aos requisitos de saúde animal e pública. Essas condições devem estar alinhadas às determinações preconizadas pela OMSA e *Codex Alimentarius* (OMSA, 2022; BRASIL, 2019), que inclui especialmente o sistema de equivalência entre os países membros. A Equivalência envolve a capacidade dos países em implementar medidas sanitárias diferentes para atingir os mesmos objetivos (MURRAY *et al.*, 2010).

A análise de risco requer uma construção de etapas a partir de considerações científicas e coleta de dados de forma estruturada, com o objetivo de inteirar-se dos possíveis riscos e efeitos adversos oriundos do perigo (COSTA *et al.*, 2017). Segundo Murray *et al.* (2010), a análise de risco é essencialmente uma ferramenta para prever o futuro. Embora não seja obrigatória na maioria das trocas comerciais, a ferramenta pode ser integrada a planos de gerenciamento ou mitigação de riscos do comércio internacional, ao elucidar os caminhos e probabilidades de introdução e disseminação de determinados perigos e ao identificar as lacunas abertas em planos de prevenção e controle a enfermidades adotadas pelo país importador (DEJYONG *et al.*, 2018).

A primeira etapa de uma ARI é denominada Identificação de Perigos e envolve o reconhecimento de micro-organismos patogênicos potencialmente veiculados pelas *commodities* importadas, as quais podem incluir carnes e leites, materiais de multiplicação, produtos e alimentos processados ou animais vivos, ambas com capacidade de transmitir doenças a humanos e animais (BRASIL, 2019).

As importações brasileiras de leite e derivados são provenientes, em sua maioria, de países que integram a região do Conesul, como Argentina e Uruguai. Essas transações comerciais merecem atenção sanitária e constituem um grande desafio para os gestores de risco, pois laticínios são altamente impactados pelos prejuízos oriundos de contaminações por micro-organismos patogênicos. Os lácteos são potencialmente veiculadores de patógenos, sendo intensificados quando se utiliza leite cru para elaboração de produtos. Doenças zoonóticas de grande importância para a saúde pública, como a listeriose e a tuberculose tem como principal forma de transmissão a ingestão de leite ou seus derivados contaminados. Diversos estudos comprovaram a associação das espécies *Listeria monocytogenes* e *Mycobacterium bovis* a surtos em humanos que consumiram derivados lácteos contaminados (CONDRON *et al.*, 2009; LECLERCQ *et al.*, 2021; JOSHI *et al.*, 2022; COLLINS *et al.*, 2022).

Outra espécie bacteriana de importância para o setor lácteo é a *Coxiella burnetti*, responsável por causar a febre Q, doença zoonótica muitas vezes negligenciada, que tem os ruminantes como principal reservatório. Esse patógeno teve um papel de referência para a definição dos parâmetros de pasteurização de leite. Casos humanos de febre Q associada ao consumo de lácteos são pouco relatados, ainda que o leite seja uma fonte de

infecção. Por isso, entende-se que o agente poderia ser mais bem explorado (DAMASCENO e GUERRA, 2018; FUSCO *et al.*, 2020; MEURER, 2020; MIONI *et al.*, 2019).

Estudos de análise de risco em produtos lácteos comercializados entre diferentes países ainda são escassos. Contudo, no território norte americano, avaliações quantitativas de risco em alimentos são constantemente realizadas pelo FDA, em parceria com outras agências, identificando *L. monocytogenes* como perigo biológico em queijos curados e macios, e produtos prontos para consumo (USDA and CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2003; US FOOD AND DRUG ADMINISTRATION AND HEALTH CANADA, 2015). Por outro lado, Collins e More (2022) estimaram parâmetros que podem auxiliar futuras avaliações de risco em lácteos, considerando a contaminação por *M. bovis*.

A compreensão da ferramenta de ARI pela comunidade técnica e científica é imprescindível para evitar a entrada de agentes patogênicos no país e monitorar situações de risco iminentes. A disseminação global de doenças pela veiculação por alimentos reforça a necessidade de domínio da ferramenta. O presente estudo teve como objetivo realizar a primeira etapa da ARI - Identificação de Perigos - em produtos lácteos para consumo humano importados pelo Brasil, utilizando como exemplo três patógenos já considerados potenciais perigos a partir das listas desenvolvidas no capítulo III.

6.2 Materiais e Métodos

6.3.1. Metodologia geral

O artigo baseia-se na elaboração da primeira etapa da análise de risco de importação - ARI, a Identificação de Perigos. Essa etapa consiste no processo de identificação de agentes patogênicos que podem ser introduzidos pelo soro de leite, queijo muçarela fresco e queijos de massa semidura. A presença do agente no país importador e exportador, bem com a existência de programa oficial de controle da doença, a presença de zonas ou áreas de compartimentos livres, ou de cepas menos virulentas no país importador são informações fundamentais para condução desta etapa (MURRAY *et al.*, 2010).

De forma geral, essa etapa inicia-se após a elaboração de uma lista dos agentes biológicos (potenciais perigos). A partir desta, cada agente deve ser examinado individualmente por meio da aplicação de perguntas realizadas de forma subsequente, utilizando, de preferência, a ferramenta da árvore decisória (é uma representação visual de todos os possíveis caminhos que se pode seguir para tomar uma decisão). As respostas dadas pelos avaliadores de risco devem ser embasadas com rigor científico e respondidas de forma dicotômica: sim ou não (COVELLO e MERKHOHER, 1993; BRASIL, 2019). Neste artigo, patógenos (perigos) em potencial foram submetidos a etapa de Identificação de perigos com intuito de exemplificar a aplicação do modelo proposto na tese.

6.3.2. Critérios e seleção dos perigos em potencial

Os potenciais patógenos submetidos à etapa de Identificação de Perigos foram escolhidos a partir das listas desenvolvidas no capítulo III, levando em conta a alta relevância e os riscos para a saúde humana e animal, a magnitude de dispersão do patógeno, além da possível veiculação em leite e seus derivados. São eles: *C. burnetii*, *L. monocytogenes* e *M. bovis*.

A inclusão de *C. burnetii* ocorreu devido à sua importância como referência para definição dos parâmetros de pasteurização, juntamente com o *Mycobacterium bovis*, e ao interesse de maiores estudos, uma vez que há poucos relatos na literatura de sua associação ao leite causando a febre Q. Soma-se ao seu alto poder infectante e o potencial como arma biológica na categoria B (CDC, 2023a).

Listeria monocytogenes foi incluída no estudo devido a relevância da listeriose humana, produzindo altas taxas de letalidade e hospitalizações quando comparada à outras doenças veiculadas por alimentos, porém, no Brasil, ainda não é de notificação obrigatória (CDC, 2022). O agente também integra o programa de controle de *L. monocytogenes* em produtos de origem animal prontos para consumo que incluem os produtos lácteos (BRASIL, 2009; BRASIL, 2021).

A escolha do *M. bovis* se deu ao fato de que a tuberculose zoonótica é uma doença negligenciada e está longe de ser uma doença recente. Embora *M. tuberculosis* seja o principal causador de tuberculose em humanos, em 2019, a OMS estimou globalmente 10 milhões de casos incidentes de tuberculose ativa em humanos; entre esses, por volta

de 140.000 são novos casos de tuberculose zoonótica e aproximadamente 11.400 morreram por essa doença em todo mundo (COLLINS *et al.*, 2022; OMS, 2020)

6.3.3 Seleção dos produtos importados e dos países exportadores

Os produtos lácteos importados pelo Brasil entre 2018 e 2022, bem como suas origens foram descritos e avaliados conforme o capítulo II desta tese. Os critérios de inclusão dos mesmos já foram descritos anteriormente, entretanto a definição das associações entre produtos e patógenos foi feito com base no volume de exportação de cada produto e a importância do patógeno como risco à saúde humana, e estão representados na Figura 39.

Figura 39 - Exemplos para aplicação da etapa de Identificação de Perigos em ARI

EXEMPLO 1	EXEMPLO 2	EXEMPLO 3
<ul style="list-style-type: none"> • Produto: Soro de leite • Perigo: <i>Coxiella burnetii</i> • Origem: Qualquer país exportador (cenário genérico) 	<ul style="list-style-type: none"> • Produto: Muçarela fresca • Perigo: <i>Listeria monocytogenes</i> • Origem: Argentina 	<ul style="list-style-type: none"> • Produto: queijo de massa semidura • Perigo: <i>Mycobacterium bovis</i> • Origem: Uruguai

6.3.4 Identificação de Perigos/ Fluxograma: Árvore decisória

Os micro-organismos (*Coxiella burnetii*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium bovis*) determinados como Perigos em potencial na hipótese de serem veiculados pelo soro de leite, queijo muçarela fresco, queijo de massa semidura, respectivamente, foram submetidos à etapa Identificação de Risco. Nessa etapa, os patógenos foram analisados individualmente através de uma investigação que tem como premissa responder os seguintes questionamentos: se os produtos são possíveis veículos do agente, o *status* sanitário do país de origem e destino, se há presença de zonas ou compartimentos livres dos patógenos no país exportador e programas oficiais de controle dos patógenos no país importador e se há cepas menos virulentas do agente no Brasil. As investigações foram realizadas aplicando o modelo de fluxograma conhecido como árvore decisória para cada produto e perigo potencial (patógeno), em cada país de origem (Anexo - 1). Vale ressaltar que na análise genérica admitiu-se que o perigo de interesse estaria em todos os países exportadores e não haveria zonas ou compartimentos livres (BRASIL, 2019).

6.4 Resultados e Discussões

A aplicação do questionário pelo modelo de árvore decisória considerou a sequência de produtos: soro de leite, queijo muçarela, queijo de massa semidura e os respectivos perigos em potencial.

Neste momento do trabalho, é relevante informar que as características físicas dos micro-organismos que envolvem sobrevivência após os processos de fabricação, manipulação, armazenamento e transporte dos produtos lácteos não serão discutidas nesta etapa. Caso os patógenos sejam confirmados como perigos, eles serão avaliados na segunda etapa, denominada Avaliação do risco, em que, então, as formas de beneficiamento e os aspectos intrínsecos dos produtos que contribuem para a manutenção do agente são investigados. É nesta fase que se realizam as associações entre os diversos tipos de processamentos (com variação de temperaturas, pH e A_w , entre outros) e a capacidade de inativação e sobrevivência dos patógenos (MURRAY *et al.*, 2010; LEANES *et al.*, 2011; BRASIL, 2019).

6.4.1 Produto: Soro de leite / Perigo Potencial: *Coxiella burnetii*/ Origem: qualquer país exportador (ANEXO 1).

Na primeira pergunta “**produto é veículo em potencial para os patógenos?**” considerou-se que o soro de leite é veículo em potencial, pois os ruminantes, principalmente vacas leiteiras, são hospedeiras de *C. burnetii*. O micro-organismo permanece na glândula mamária e nos linfonodos supramamários durante a infecção, permitindo a eliminação do patógeno pelo leite. Há relatos de excreção por até treze meses em fêmeas bovinas (CFSPH, 2017; ROEST *et al.*, 2011) e, segundo Grace *et al.* (2020), o leite como possível veículo em potencial da *C. burnetii* vem sendo cada vez mais relacionados a surtos urbanos de febre Q.

Na questão seguinte “**é um patógeno presente no país exportador?**”, considerando que neste exemplo prático as respostas apresentariam um caráter genérico, visto que o país exportador não foi determinado, assumiu-se a hipótese de que a *Coxiella burnetii* estaria presente em qualquer país que tenha interesse em exportar soro de leite para o Brasil. O

cenário genérico não considera individualmente o *status* sanitário dos países e o agente patogênico avaliado estaria igualmente distribuído em qualquer país exportador (BRASIL, 2019). Para complementar, vale destacar que segundo Meurer (2020), a febre Q causada por *Coxiella burnetii* tem distribuição mundial, a exceção de Nova Zelândia, Noruega, Islândia e Polinésia Francesa (CFSPH, 2017).

Na terceira questão **“Há zonas ou compartimentos que estão livres dos patógenos?”**, em função da condição genérica da origem do soro de leite, considerou-se que não haveria zonas ou compartimentos livres do agente patogênico nesse cenário.

Para responder o próximo questionamento, **“é um patógeno presente no país importador?”**, algumas publicações foram identificadas confirmando a presença do patógeno no Brasil. Em um estudo recente elaborado por Meurer (2020) em humanos, 5,72% dos pacientes apresentaram anticorpos anti-*C. burnetii* em amostras de soro, o que significa que tiveram uma exposição prévia ao agente causador da febre Q. Mioni *et al.* (2020) detectaram novos genótipos de *C. burnetii* circulando no Brasil a partir de amostras de *swabs* vaginais e resto de aborto de ruminantes e carrapatos. Rozental *et al.* (2020) avaliaram a presença de *C. burnetii* em queijos produzidos no Brasil e detectaram, entre 53 amostras, cinco (9,43%) com a presença de DNA de *C. burnetii*. Em um artigo de revisão, Damasceno e Guerra (2018) descreveram trabalhos publicados sobre casos confirmados ou diagnosticados no Brasil entre 1953 e 2014. As espécies associadas ao patógeno incluíram, além de humanos, cães, gatos, ovelhas e cavalos.

Mioni *et al.* (2020), com o objetivo de estimar a prevalência de *C. burnetii* em bovinos enviados para matadouros, coletaram 1.515 amostras de soro bovino em nove frigoríficos, cujos resultados indicaram que 23,8% (360/1515) foram sorologicamente positivos por Reação de Imunofluorescência Indireta - RIFI e destas, 44 foram positivos por Reação em cadeia da polimerase em tempo real qPCR, indicando bacteremia com infecção ativa ou recente. Entre as 54 cidades amostradas durante do estudo, 83,3% (45/54) tinham pelo menos um animal soropositivo. Os resultados destacam o risco para os trabalhadores dos abatedouros a partir da exposição a aerossóis produzidos durante os procedimentos de abate.

A resposta afirmativa da última pergunta levou aos três questionamentos abaixo que, em caso de afirmação de quaisquer uma delas, o patógeno (*C. burnetii*) seria classificado como Perigo.

- a) **“O patógeno está sujeito a um programa de controle oficial no país de importação?”** Não há essa condição no Brasil, inclusive, a enfermidade pode estar sendo subdiagnosticada em humanos e animais (MIONI *et al.* 2019). Segundo Meurer (2020), a situação epidemiológica da coxielose em ruminantes é desconhecida no Brasil.
- b) **“Existem zonas ou compartimentos com diferentes *status* sanitários?”** Assim como foi demonstrado na pergunta anterior que o Brasil não contém programas oficiais, nem tão pouco se conhece completamente a distribuição e o *status* epidemiológico da enfermidade, constatou-se que não existem tais condições no território.
- c) **“Há cepas mais virulentas no país exportador?”** Devido à falta de conhecimento mais detalhado sobre linhagens ou cepas da *C. burnetii* no Brasil, considerando sobretudo a virulência quando comparada a outros países, admitiu-se considerar essa afirmação. Recentemente, Mioni *et al.* (2019) publicaram o primeiro estudo de genótipos de cepas de *C. burnetii* no país, onde utilizaram ferramentas moleculares comumente direcionadas a esse patógeno, relatando a diversidade genética presente no Brasil e Argentina. Embora tenham detectado cepas de genótipos novos de *C. burnetii* circulando em algumas partes desses países, diferentes daqueles já descritos na literatura, os autores destacaram a necessidade de mais estudos, principalmente no que diz respeito a virulência, para melhor compreensão desse cenário.

Desta forma, considerando que não foi possível comparar a virulência de cepas presentes no Brasil com as de outros países de forma significativa, admitiu-se que pode haver cepas locais menos virulentas do que as presentes em outros países. Sendo assim, *C. burnetii* foi considerada Perigo biológico em soro de leite no cenário genérico, considerando qualquer país exportador, e seguirá para a segunda etapa da ARI.

6.4.2 Produto: Queijo muçarela fresco / Perigo Potencial: *L. monocytogenes*/ Origem: Argentina (ANEXO 2)

Em relação à primeira pergunta “**produto é veículo em potencial para os patógenos?**” foi considerado que o queijo muçarela fresco é um veículo em potencial. Sendo de característica ubiqüitária, *L. monocytogenes* pode infectar bovinos ocasionalmente, pois está presente em diversos ambientes como solo, água, material em decomposição. A eliminação pelo leite de vacas infectadas, embora já relatada, não é uma forma de transmissão relevante, mas devido a sua capacidade de sobreviver em ambientes industriais e refrigerados, é facilmente encontrada em produtos de origem animal *in natura* ou processados. Produtos lácteos, com destaque aos queijos frescos, são um importante veículo de transmissão para os humanos (MCINTYRE *et al.*, 2015; JACKSON *et al.*, 2018; RAMOS *et al.*, 2021). As principais causas de presença da *L. monocytogenes* no produto se deve à contaminação da matéria-prima na sua origem ou às contaminações cruzadas no ambiente de produção (FSANZ, 2006; BORGES *et al.*, 2009; CFSPH, 2019a; DOGAN *et al.*, 2020; CDC, 2022). Especialmente em muçarela, Rivas (2021) comprovou que o queijo foi capaz de transferir *L. monocytogenes* para a lâmina do fatiador, e desta para fatias de queijos não contaminado.

Na questão seguinte “**é um patógeno presente no país exportador?**”, *L. monocytogenes* foi considerada para a próxima questão, já que tem sido isolada em amostras de alimentos e associadas a doenças em humanos na Argentina (PRIETO *et al.*, 2015). Entre 2011 e 2016, houve 199 casos de infecção humana por *L. monocytogenes*, em que 146 casos foram de origem alimentar e oito estavam diretamente associados ao consumo de lácteos (RSA-CONICET, 2017). Estudos de análise de risco e de prevalência em populações animais no país foram mais difíceis de encontrar, mesmo porque a listeriose acometendo animais não está listada como doença de notificação obrigatória pela OMSA. No entanto, múltiplos trabalhos detectaram a presença da *L. monocytogenes* em diferentes tipos de alimentos, especialmente leite e derivados produzidos no território argentino (BORGES *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2018; RIVAS, 2021).

Na terceira questão “**Há zonas ou compartimentos que estão livres dos patógenos?**”, a Argentina não apresentou essa condição para *L. monocytogenes*, e por não apresentar zonas ou compartimentos livres seguirá na análise.

A resposta da questão “**é um patógeno presente no país importador?**” embora não haja registros oficiais de surtos de listeriose alimentar em humanos no Brasil até o momento, a resposta foi afirmativa, uma vez que *L. monocytogenes* tem sido isolada com frequência em laticínios e em produtos de origem animal produzidos no país, principalmente derivados lácteos (BARANCELLI, 2011; LIMA, 2021; RIVAS, 2021). A prevalência em bovinos não é bem conhecida e, mesmo que não haja programas oficiais de monitoramento em rebanhos, estudos indicam taxas de detecção nos sistemas de produção. Este cenário sugere que a listeriose humana pode estar sendo mal diagnosticada e indica que a doença pode estar ocorrendo no Brasil (HOFER e REIS, 2005; BARANCELLI, 2011; PALMA *et al.*, 2016; CAMPAGNOLLO *et al.*, 2018; RIVAS, 2021; LIMA, 2021). Logo, por esse motivo, considerou-se o patógeno presente no país importador.

Essa condição levou a pergunta subsequente “**o patógeno está sujeito a um programa de controle oficial no país de importação?**” A listeriose não integra o grupo de enfermidades que possuem programas oficiais de saúde animal, cujo foco, geralmente, está em controlar ou erradicar a doença diretamente nos rebanhos, granjas ou plantéis. Porém, visando a saúde humana, foi implementado pelo MAPA, por meio do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA, o PNCP, já citado, que criou subprogramas específicos para controle da *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* e *Salmonella*. O PNCP identifica a prevalência dos micro-organismos em produtos de origem animal produzidos em estabelecimentos nacionais registrados junto ao Serviço de Inspeção Federal - SIF, com o objetivo de identificar e traçar medidas de controle frente ao patógeno e garantir a segurança dos alimentos aos consumidores. O Programa de controle de *L. monocytogenes*, instituído pela Instrução Normativa nº 09/2009, aplica-se a produtos prontos para consumo, onde os lácteos estão incluídos (BRASIL, 2009).

Outro programa implantado pelo DIPOA, que está relacionado ao patógeno em questão, é o Programa de Avaliação de Conformidade de Produtos de Origem Animal Comestíveis - PACPOA. Neste, amostras de produtos de origem animal (inclusive lácteos) de origem nacional ou importados são coletados para avaliar índices de não conformidades. A presença de *L. monocytogenes* é considerada uma não conformidade microbiológica em determinado produto amostrado (BRASIL, 2021). Diante dessa condição, admitiu-se que

patógeno está sujeito a um programa de controle oficial no país de importação e, sendo assim, considerou-se *L. monocytogenes* como perigo biológico em queijos muçarela fresco (não curado) importado da Argentina. Logo, o patógeno poderá seguir para a segunda etapa da ARI.

6.4.3 Produto: *Queijo de massa semidura* / Perigo Potencial: *Mycobacterium bovis* / Origem: Uruguai (ANEXO 3)

Em relação à primeira pergunta “**produto é veículo em potencial para os patógenos?**” considerou-se que o queijo de massa dura é veículo em potencial, pois *M. bovis*, embora cause infecções em diversas espécies, tem o bovino como principal hospedeiro. A bactéria é transmitida a outros animais principalmente aos bezerros através da ingestão de leite de vacas infectadas. *M. bovis* é excretado diretamente das glândulas mamárias via colostro ou leite, tornando uma importante fonte de infecção aos seres humanos (FSANZ 2006; OMS, 2017; CFSPH, 2019a; AAVLD, 2022).

Na questão seguinte “**é um patógeno presente no país exportador?**”, *M. bovis* foi considerado para a próxima questão, pois está presente no Uruguai. O cenário da tuberculose bovina na América Latina é heterogêneo. Maiores incidências da enfermidade são observadas em países mais pobres, cujos sistemas de vigilância são ineficientes, mas o contrário se observa em países mais desenvolvidos e com melhor estrutura em saúde, onde há uma quantidade menor de casos notificados (AUGM, 2021).

A tuberculose bovina ainda é um desafio no Uruguai. As fazendas leiteiras, que correspondem a 8% do total (3.096) de propriedades bovinas do país, apresentaram prevalência da tuberculose (taxa de 2,5%) superior às propriedades de corte (0,01%). A prevalência em nível individual foi de 0,12% nos animais de produção leiteira e 0,00005%, em animais de corte (AUGM, 2021). A consulta no WAHIS (2023) identificou 40 casos de tuberculose em bovinos entre 2018 e o primeiro semestre de 2022.

Na terceira questão “**Há zonas ou compartimentos que estão livres dos patógenos?**” De acordo com OMSA (2022), para que um país ou zona seja reconhecida como livre de tuberculose é necessário atender os requisitos: é obrigatório a notificação da enfermidade pelo serviço oficial do país e o estabelecimento de um programa de vigilância baseado

em testes regulares de todos os rebanhos e o mesmo estar em vigor há pelo menos três anos. Nesse período, os testes devem demonstrar que a infecção pelo complexo *M. tuberculosis* não esteve presente em pelo menos 99,8% dos rebanhos e 99,9% dos bovinos do país ou zona. Ainda, deve-se implementar um programa de vigilância ativa nos abatedouros, envolvendo a inspeção *ante e post-mortem*.

O programa oficial de controle e erradicação da tuberculose bovina no Uruguai tem como pilares básicos: vigilância epidemiológica sistemática em abatedouros, testes de tuberculização obrigatórios a campo, controle das movimentações de animais, gerenciamento dos surtos, eliminação dos casos positivos, subsídios e indenizações referentes ao abate de positivos e aos custos de saneamento, capacitação e educação em saúde (AUGM, 2021). Entretanto, os esforços ainda não foram suficientes para eliminar a tuberculose bovina, considerada emergente devido ao aparecimento de focos em diversas regiões do país. Propriedades que concentram maior volume de animais e maior renda agrícola apresentaram maior probabilidade de reaparecimento da doença (BALDOMIR, 2016; AAVLD, 2022).

Portanto, considerando o modelo de divisão territorial e de acreditação de áreas livres próprias de cada país, concluiu-se que o território uruguaio não contém zonas ou compartimentos livres para tuberculose. Sendo assim, o perigo em potencial: *M. bovis* foi analisado na próxima questão.

A resposta do próximo questionamento “**é um patógeno presente no país importador?**” foi afirmativa, uma vez que ainda não houve erradicação do patógeno no Brasil e o mesmo ainda é detectado em rebanhos bovinos ou isolado de produtos de origem animal (DE MELO *et al.*, 2014; CEZAR *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2018; AUGM, 2021; COLLINS *et al.*, 2022). Essa condição levou a pergunta subsequente “**o patógeno está sujeito a um programa de controle oficial no país de importação?**”.

A tuberculose bovina é endêmica no Brasil. Porém existem diferenças nas taxas de prevalências entre os estados da federação e, por efeito dessa condição, as estratégias do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose - PNCEBT levam em consideração a classificação dos estados quanto ao grau de risco para execução das ações. Coexistem estados com prevalência de brucelose bovina em rebanhos abaixo

de 2% (ex.: Santa Catarina - 0,91%) e outros acima de 10% (ex.: Mato Grosso do Sul – 30,6%) ou desconhecida. A tuberculose bovina também apresenta prevalências variadas - entre 0,16% em rebanhos do Tocantins a 9%, em rebanhos de São Paulo. O risco da enfermidade aumenta em fazendas leiteiras de grande porte e produção intensiva (AUGM, 2021; BRASIL, 2022).

O PNCEBT foi instituído pelo MAPA em 2001. As medidas sanitárias desde então aplicadas visam a redução da incidência e prevalência das enfermidades, e consequentemente, a erradicação das mesmas. A estratégia do plano se baseia em medidas de adesão voluntária para certificação de propriedades livres de brucelose, de tuberculose ou de ambas, e em medidas compulsórias, como vacinação de bezerras (brucelose) e controle de trânsito (BRASIL, 2022).

Isto posto, conclui-se que *L. monocytogenes* e *M. bovis* foram consideradas perigos nos produtos lácteos queijo muçarela e queijos de massa semidura importados pelo Brasil, procedentes da Argentina e Uruguai, respectivamente. *C. burnetii* veiculada pelo soro de leite com procedência de qualquer país exportador também foi considerada perigo biológico nesse estudo.

Em uma possível continuidade do processo de ARI, ambos os perigos devem ser submetidos a etapa de Avaliação de Risco, que consiste em compreender os caminhos mais comuns em que a mercadoria percorre, identificando as possíveis rotas que a população (consumidores) suscetível estaria exposta ao perigo (BRASIL, 2019).

6.5 Considerações finais

A partir da elaboração e finalização dos questionários foi possível identificar que os perigos em potencial: *C. burnetii*, *L. monocytogenes* e *M. bovis* se confirmaram como Perigos biológicos veiculados pelo soro de leite, queijos muçarela e queijos de massa semidura, importados pelo Brasil em um cenário genérico e procedentes da Argentina e Uruguai, respectivamente. Portanto, como os três agentes patogênicos foram identificados com Perigos, os mesmos poderão ser avaliados na fase subsequente da ARI, a etapa de Avaliação de Risco.

Ficou claro a necessidade de levantamento de informações a respeito dos serviços veterinários, dos programas oficiais de controle e práticas de gestão, incluindo a existência de zonas ou compartimentos e, sobretudo, a condição epidemiológica de cada patógeno no território avaliado. A elaboração desta etapa foi fundamentada com critérios científicos a cada resposta dada ao questionário e, portanto, validada para considerar ou descartar cada patógeno de interesse.

6.6 Referências bibliográficas

AAVLD. Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorio de Diagnóstico. Comisión científica de micobacterias. Serie monográfica micobacterias de interés veterinario. tuberculosis bovina. Argentina. 2022. Disponível em: <https://www.aavld.org.ar/wpcontent/uploads/2022/02/1%20tbb%20aspectos%20sobresalientes1.pdf>. Acesso em 10 de março de 2023.

AUGM. Comité Académico de Salud Animal. Asociación de Universidades Grupo Montevideo (CA-SA AUGM). Jornadas de Brucelosis y Tuberculosis. Diagnóstico de lasituación y perspectivas en países del América del Sur memorias. 2021.

BALDOMIR, M. I. G. Tuberculosis bovina: actualización sobre la enfermedad y la campaña sanitaria en Uruguay. 2016. 80 p. Tesis (Doctor en Ciencia Veterinarias). Universidad de La República, Montevideo.

BARANCELLI, G. V. *et al.* *Listeria monocytogenes*: ocorrência em produtos lácteos e suas implicações em saúde pública. Arquivos do Instituto Biológico, v. 78, n. 1, p. 155-168, 2011.

BORGES, M. de F. *et al.* *Listeria monocytogenes* em leite e produtos lácteos. 2009. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 8 de abril de 2009. 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/control-de-patogenos/arquivos-control-de-patogenos/in_09-de_8_de_abril_de_2009.pdf Acesso em 20 de agosto de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Agricultura. Análise de risco de importação: Camarões não viáveis destinado ao consumo humano. Brasília. 65p. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento. Anuário dos programas de controle de alimentos de origem animal do DIPOA. Brasília, DF. v.7; 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. PNCEBT. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pncebt>. Acesso em 20 de agosto de 2022.

CAMPAGNOLLO, F. B. *et al.* Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in traditional Minas cheeses: The cases of artisanal semi-hard and fresh soft cheeses. *Food control*, v. 92, p. 370-379, 2018.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Listeria outbreaks. 2022. Disponível em: <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/index.html>. Acesso em 10 de outubro de 2022.

CEZAR, R. D. S. *et al.* Detection of *Mycobacterium bovis* in artisanal cheese in the state of Pernambuco, Brazil. *International Journal of Mycobacteriology*, v. 5, n. 3, p. 269-272, 2016.

CFSPH. The Center for Food Security and Public Health. 2017. Q Fever. Disponível em: https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/q_fever.pdf. Acesso em 10 de maio de 2023.

CFSPH. The Center for Food Security and Public Health. Listeriosis. 2019. 2019a. Disponível em: <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/listeriosis.pdf>. Acesso em 02 de setembro de 2022.

COLLINS, Á. B.; MORE, S. J. Parameter estimates to support future risk assessment of *Mycobacterium bovis* in raw milk cheese. *Microbial Risk Analysis*, p. 100204, 2022.

COLLINS, Á. B. *et al.* Prevalence of *Mycobacterium bovis* in milk on dairy cattle farms: An international systematic literature review and meta-analysis. *Tuberculosis*, p. 102166, 2022.

CONDON, R. *et al.* Microbiological Risk Assessment of Raw Milk Cheese. *Food Standards Australia and New Zealand*, p. 1-264, 2009.

COSTA E.F., CARDOSO M., KICH J.D.; CORBELLINI L.G. Application of qualitative risk assessment to prioritize hazards in pork products in Brazil. Proceedings of the International Symposium on the Epidemiology and Control of Biological, Chemical and Physical Hazards in Pigs and Porks, Foz do Iguaçu, p.202-205. 2017.

DAMASCENO, I. A. M.; GUERRA, R. C. *Coxiella burnetii* e a febre Q no Brasil, uma questão de saúde pública. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 23, p. 4231-4239, 2018.

DEJYONG, T. *et al.* Qualitative risk assessment for the transmission of African swine fever to Thailand from Italy, 2015. *Revue Scientifique et Technique* (International Office of Epizootics), v. 37, n. 3, p. 949-960, 2018.

DE MELO, C. B. *et al.* Bacteria in dairy products in baggage of incoming travelers, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, v. 20, n. 11, p. 1933, 2014.

DE SÁ, M. E. P.; DE MELO, C. B. Disseminação de enfermidades animais por meio do comércio internacional eo papel dos serviços veterinários de fronteira no Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, v. 38, n. 1, p. 7-12, 2016.

DOGAN, O. B. *et al.* Risk-based assessment and criteria specification of the microbial safety of wastewater reuse in food processing: managing *Listeria monocytogenes* contamination in pasteurized fluid milk. *Water Research*, v. 171, p. 115466, 2020.

DINATALE, F. *et al.* Determinación de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. y coliformes em queso Paraguay comercializado en diferentes puntos de venta de las ciudades; José Falcón, Benjamín Aceval y Villa Hayes 2019. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, v. 10, n. 2, p. 12-20, 2020.

FSANZ. Food Standards Australia New Zealand. A risk profile of dairy products in Australia. 2006. Disponível em: <https://www.foodstandards.gov.au/code/proposals/documents/P296%20Dairy%20PPPS%20FAR%20Attach%202%20FINAL%20-%20mr.pdf>. Acesso em 22 de julho de 2022.

FUSCO, V. *et al.* Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 19, n. 4, p. 2013-2049, 2020.

GRACE, D.; WU, F.; HAVELAAR, A. H. MILK Symposium review: Foodborne diseases from milk and milk products in developing countries—Review of causes and health and economic implications. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 11, p. 9715-9729, 2020.

HOFER, E.; REIS, C. M. F. Espécies e sorovares de *Listeria* isolados de animais doentes e portadores no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 25, p. 79-83, 2005.

JACKSON, K. A. *et al.* Listeriosis outbreaks associated with soft cheeses, United States, 1998–2014. *Emerging infectious diseases*, v. 24, n. 6, p. 1116, 2018.

JOSHI, A. *et al.* Advances in multi-omics based quantitative microbial risk assessment in the dairy sector: A semi-systematic review. *Food Research International*, p. 111323, 2022.

LECLERCQ, A. *et al.* Risk factors for sporadic listeriosis: A systematic review and meta-analysis. *Microbial Risk Analysis*, v. 17, p. 100-128, 2021.

LIMA, A. B. C. R. *Isolamento e caracterização da Listeria monocytogenes de alimentos*. 2021. 97 p. Tese (Doutora em Patologia Ambiental e Experimental). Universidade Paulista – UNIP, São Paulo.

MCINTYRE, L. *et al.* Listeriosis outbreaks in British Columbia, Canada, caused by soft ripened cheese contaminated from environmental sources. *BioMed research international*, v. 2015, 2015.

MEURER, I. R. *Amostras de soro de pacientes com suspeita de dengue no estado de Minas Gerais, Brasil: uma doença negligenciada*. 2020. 140 p. Tese (Doutorado em saúde). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

MIONI, M. de S. R. *et al.* *Coxiella burnetii* in slaughterhouses in Brazil: A public health concern. *PLoS One*, v. 15, n. 10, p. 241 - 246, 2020.

MIONI, M. S. R. *et al.* New genotypes of *Coxiella burnetii* circulating in Brazil and Argentina. *Pathogens*, v. 9, n. 1, p. 30, 2019.

MURRAY, N. *et al.* Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animal Products: introduction and qualitative risk analysis. 2 ed. Paris: OIE, 2010.

OMS. Organização Mundial de Saúde. Roteiro para Tuberculose Zoonótica. 2017. Disponível em: <https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/roadmap-zoonotic-tb.pdf> . Acesso em 22 de setembro de 2022.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Relatório global de tuberculose 2020. 2020. Disponível em <https://www.who.int/publications/i/item/9789240013131>. Acesso em 13 de novembro de 2022.

OMSA. Código Sanitário de Animais Terrestres. Paris: 2022. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>. Acesso em 30 de novembro de 2022.

PALMA, J. M. *et al.* Caracterização molecular de *Listeria monocytogenes* oriundas de cortes cárneos bovinos e de abatedouros frigoríficos de bovinos localizados no Distrito Federal, Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 36, p. 957-964, 2016.

PEREIRA, J. G. *et al.* Foods introduced into Brazil through the border with Argentina and Uruguay: pathogen detection and evaluation of hygienic-sanitary quality. *International Journal of Food Microbiology*, v. 283, p. 22-27, 2018.

PRIETO, M. *et al.* Antibiotic susceptibility of *Listeria monocytogenes* in Argentina. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, v. 34, n. 2, p. 91-95, 2016.

RAMOS, G. L.P.A. *et al.* Quantitative microbiological risk assessment in dairy products: Concepts and applications. *Trends in Food Science & Technology*, v. 111, p. 610-616, 2021.

RIVAS, P. M. *Contaminação cruzada por Listeria monocytogenes durante fatiamento mecânico de queijo muçarela e predição de seu comportamento durante armazenamento em refrigeração*. 2021. 57 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROEST, H. I. J. *et al.* The Q fever epidemic in The Netherlands: history, onset, response and reflection. *Epidemiology & Infection*, v. 139, n. 1, p. 1-12, 2011.

ROZENTAL, T. *et al.* First molecular detection of *Coxiella burnetii* in Brazilian artisanal cheese: a neglected food safety hazard in ready-to-eat raw-milk product. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, v. 24, p. 208-212, 2020.

RSA-CONICET. Red de Seguridad Alimentaria del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Evaluación de riesgos de *Listeria monocytogenes* en chacinados embutidos secos y salazones crudas: Informe Final. 2017. Argentina.

SANTOS, D. V. *Avaliação de riscos: emprego da técnica pelo serviço veterinário oficial e identificação de áreas de risco para a febre aftosa no Rio Grande do Sul*. 2016. 117p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SILVA, M. R. *et al.* Risk factors for human *Mycobacterium bovis* infections in an urban area of Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 113, 2018.

USDA and CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Quantitative assessment of the relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. Retrieved December, v. 22, p. 2005, 2003.

US FOOD AND DRUG ADMINISTRATION AND HEALTH CANADA. Joint FDA/Health Canada quantitative assessment of the risk of listeriosis from soft-ripened cheese consumption in the United States and Canada. 2015. Disponível: <https://www.fda.gov/food/science-research-food/cfsan-risk-safety-assessments>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

WAHIS. World Animal Health Information System. 2023. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/disease-datacollection/world-animal-health-information-system/>. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

7. Considerações finais

A realização deste trabalho permitiu, inicialmente, compreender o cenário que envolve os riscos sanitários associados ao trânsito internacional de produtos de origem animal, a influência do comércio internacional e o conhecimento sobre algumas ferramentas existentes para o controle da disseminação de agentes patogênicos de importância para a saúde humana e animal. A ARI se constitui uma dessas ferramentas e possui uma importante função a partir do reconhecimento das incertezas a serem consideradas em determinado cenário e da avaliação do peso de contribuição das mesmas.

De forma geral, em análises de risco é recomendável que o epidemiologista/analista de risco possua certa experiência sobre o entendimento dos padrões das doenças. O uso de uma abordagem integrada, que envolve a saúde humana e os serviços veterinários para a vigilância de doenças é necessário para melhor compreender a dinâmica das enfermidades na interface homem-animal. Entretanto, um dos maiores desafios ocorre previamente à elaboração de uma análise de risco, e envolve o levantamento de todos os agentes patogênicos que existem com potencial veiculação pelo produto de interesse. Esse processo de seleção pode ser contestável, a depender da confiabilidade da fonte

pesquisada, ou ser moroso, devido ao excesso de fontes de informações e lentidão em identificar cada perigo. Desta forma, diante da metodologia de fluxos de busca por informações, seguida da aplicação do método em diferentes cenários de importação e produtos, o presente trabalho demonstrou sua aplicabilidade prática.

A partir dessa metodologia, mesmo diante de contextos diversos, os fluxos de buscas de informações proporcionaram a elaboração de listas de perigos microbiológicos em potencial que otimizou a seleção de agentes patogênicos para elaborações de análises de risco de forma fundamentada, ágil e complementar, garantindo credibilidade dos dados e atualizações do status sanitários de cada país.

Notou-se que a compreensão sobre a perspectiva comercial e mercadológica, incluindo as tendências de consumo, volumes de importação e, sobretudo, o local de origem dos produtos, é igualmente relevante comparado às características epidemiológicas de cada patógeno quando se propõe elaborar um estudo de Análise o Risco de Importação. Tais dados fornecem informações primordiais para os estudos de probabilidade dos riscos.

Entre os desafios a serem superados, incluem a subnotificação das enfermidades sobretudo em países em desenvolvimento, os quais possuem sistemas de vigilância por muitas vezes insuficientes, prejudicando o processo de busca de dados e informações. Todavia, há outros caminhos possíveis de percorrer, considerando a literatura científica ou até mesmo admitindo a presença de algum patógeno quando não houver comprovação de que o país se encontre livre da doença.

A metodologia, embora fundamentada na aplicação da ARI pela OMSA, pode também ser executada em análises de risco preconizadas pelo *Codex Alimentarius*. Da mesma forma, pode ser adaptada para outros produtos de origem animal que não sejam alimentícios ou de consumo exclusivamente humano. Logo, o conhecimento sobre o tipo de produto será determinante para direcionar para outras fontes de pesquisa disponíveis.

Portanto, a metodologia se apresentou como um potencial facilitador dos processos de busca por informações e comunicação de dados, auxiliando, por consequência, as tomadas de decisão nas ações de vigilância em saúde.

8. Referências bibliográficas

AAVLD. Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorio de Diagnóstico. Comisión científica de micobacterias. Serie monográfica micobacterias de interés veterinário. tuberculosis bovina. Argentina. 2022. Disponível em: <https://www.aavld.org.ar/wpcontent/uploads/2022/02/1%20tbb%20aspectos%20sobresalientes1.pdf>. Acesso em 10 de março de 2023.

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Beef Report: perfil da pecuária no Brasil 2022. Disponível em: https://www.abiec.com.br/wp-content/uploads/Beef-Report-2022_atualizado_jun2022.pdf. Acesso em: 08 de junho de 2022.

AKAMINE, C. M. *et al.* Q fever in southern California: a case series of 20 patients from a VA medical center. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 101, n. 1, p. 33, 2019.

AMARAL, T. B.; DE SOUZA, V. F. Nota técnica: Identificação individual de animais como estratégia de defesa sanitária. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/Nota+técnica+identificação+individual+final-1.pdf/109f2bab-0c31-6d34-3b4f-fa8441dba672>. Acesso em: 15 de abril de 2022.

AUGM. Comité Académico de Salud Animal. Asociación de Universidades Grupo Montevideo (CA-SA AUGM). Jornadas de Brucelosis y Tuberculosis. Diagnóstico de lasituación y perspectivas en países del América del Sur memorias. 2021

AVILA, L. N.; GONÇALVES, V. S.P.; PEREZ, A. M. Risk of introduction of bovine tuberculosis (TB) into TB-free herds in Southern Bahia, Brazil, associated with movement of live cattle. *Frontiers In Veterinary Science*, v. 5, p. 230, 2018.

BAENA, L. O Acordo da OMC sobre a Aplicação da Medidas Sanitárias e Fitossanitárias. Revista de Informação Legislativa. Brasília, a, v. 42, 2005.

BARANCELLI, G. V. *et al.* Listeria monocytogenes: ocorrência em produtos lácteos e suas implicações em saúde pública. Arquivos do Instituto Biológico, v. 78, n. 1, p. 155-168, 2011.

BARBOSA JUNIOR, S. A.; FREITAS, A. A.; LIBERAL, M. M. C. Contribuições das tecnologias da informação e comunicação em saúde como estratégias de enfrentamento às zoonoses. UFC. 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/54512>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2023.

BORGES, M. de F. *et al.* Listeria monocytogenes em leite e produtos lácteos. 2009. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

BOSNJAK, E. *et al.* Emerging evidence for Q fever in humans in Denmark: role of contact with dairy cattle. *Clinical Microbiology and Infection*, v. 16, n. 8, p. 1285-1288, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 8 de abril de 2009. 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/controlado-de-patogenos/arquivos-controlado-de-patogenos/in_09-de_8_de_abril_de_2009.pdf Acesso em 20 de agosto de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Norma Interna nº 4, de 16 de dezembro de 2013. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/controlado-de-patogenos/arquivos-controlado-de-patogenos/AnlisesLaboratoriaisNormainterna04SDA.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Agricultura. Análise de risco de importação: Camarões não viáveis destinado ao consumo humano. Brasília. 65p. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento. Anuário dos programas de controle de alimentos de origem animal do DIPOA. Brasília, DF. v.7; 2021a.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. e-SISBRAVET. Sistema Brasileiro de Vigilância e Emergência Veterinárias. 2021b. Disponível em: [/https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/manual-sisbravet-20-01-2022.pdf](https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/manual-sisbravet-20-01-2022.pdf)

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. PNCEBT. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animais-e-vegetal/saude-animais/programas-de-saude-animais/pncebt>. Acesso em 20 de agosto de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento. Anuário dos programas de controle de alimentos de origem animal do DIPOA. Brasília, DF. v.9; 2023a.

BRASIL. Ministério da Indústria Comércio Exterior e Serviços. Governo Federal. Comex Stat. 2018-2022. 2023. Disponível em: <http://ComexStat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 05 de março de 2023b.

BRÜCKNER, G.K. Ensuring safe international trade: how are the roles and responsibilities evolving and what will the situation be in ten years' time? Scientific and Technical Review: the spread of pathogens through international trade, Paris, v. 30, n. 1, p. 317-324, Apr. 2011.

BRUSA, V. *et al.* Quantitative risk assessment of listeriosis associated with fermented sausage and dry-cured pork shoulder consumption in Argentina. *Food Control*, v. 123, p. 107705, 2021.

CAETANO-SIMÕES, J. C. O Papel das TIC na Produção Animal e Medicina Veterinária. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2009.

CAMPAGNOLLO, F. B. *et al.* Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in traditional Minas cheeses: The cases of artisanal semi-hard and fresh soft cheeses. *Food control*, v. 92, p. 370-379, 2018.

CÁRMACO, J. F. Á. Análisis de riesgo: terneros provenientes de predios infectados con TB (Región de Magallanes) ingresados a prediosengorderos (zona centro sur). Boletín Veterinario Oficial, BVO N°14. Ministério da Agricultura. Chile. 2011

CARON, L. *et al.* Avaliação qualitativa de risco da disseminação de doenças pelo transporte de suínos mortos. 2018. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2018.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Human Tuberculosis Caused by Mycobacterium bovis --- New York City, 2001—2004. 2005. Disponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5424a4.htm>. Acesso em 22 de novembro de 2021.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Listeria outbreaks. 2022. Disponível em: <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/index.html>. Acesso em 10 de outubro de 2022.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Q fever. Transmission. 2023a. Disponível em: <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/index.html>. Acesso em 13 de fevereiro de 2023.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Food Safety. 2023b. Disponível em: <https://www.cdc.gov/foodsafety/>. Acesso em 02 de março de 2023.

CEPEA. PIB Do agronegócio cresce 3,81% em 2019. 2020. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/boletins/pib-do-agronegocio-cresce-3-81-em-2019>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

CEPEA. Centro de Estudos Aplicados em Economia Aplicada. PIB do agronegócio brasileiro. 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-apos-records-em-2020-e-2021-pib-do-agro-cai-4-22-em-2022.aspx>. Acesso em 20 de março de 2023.

CEZAR, R. D.S. et al. Detection of Mycobacterium bovis in artisanal cheese in the state of Pernambuco, Brazil. *International Journal of Mycobacteriology*, v. 5, n. 3, p. 269-272, 2016.

CFSPH. The Center for Food Security and Public Health. 2017. Q Fever. Disponível em: https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/q_fever.pdf. Acesso em 10 de maio de 2023.

CFSPH. The Center for Food Security and Public Health. Listeriosis. 2019. 2019a. Disponível em: <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/listeriosis.pdf>. Acesso em 02 de setembro de 2022.

CFSPH. The Center for Food Security and Public Health. Zoonotic Tuberculosis in Mammals, including Bovine and Caprine Tuberculosis 2019. 2019b. Disponível em: https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/bovine_tuberculosis.pdf. Acesso em 02 de julho de 2020.

CFSPH. The Center for Food Security and Public Health. 2023. Disponível em: www.cfsph.iastate.edu/. Acesso em 02 de março de 2023.

CILEITE. Centro de Inteligência do Leite. 2023. Disponível em: <https://www.cileite.com.br/#observatorio>. Acesso em 15 de março de 2023.

COLLINS, Á. B. *et al.* Prevalence of *Mycobacterium bovis* in milk on dairy cattle farms: An international systematic literature review and meta-analysis. *Tuberculosis*, p. 102166, 2022.

CORBELLINI, L. C.; COSTA, E. F. Análise de risco microbiológica. IN: KICH, J. D.; SOUZA, J. C. P. V. B. Salmonela na suinocultura brasileira: do problema ao controle. Brasília: Embrapa, 2015. 155 -186 p.

CORDOVA, E. *et al.* Human *Mycobacterium bovis* infection in Buenos Aires: epidemiology, microbiology and clinical presentation. *The International journal of tuberculosis and lung disease*, v. 16, n. 3, p. 415-417, 2012.

COSTA, S. M. F. *Sistema de alerta de risco epidemiológico para análises zoossanitárias*. 2016. 246 p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo.

COVELLO V.T., MERKHOHER M. W. 1993. Risk assessment methods: approaches for assessing health and environmental risks. *Plenum Press*, New York. 319p.

DAMASCENO, I. A. M.; GUERRA, R. C. *Coxiella burnetii* e a febre Q no Brasil, uma questão de saúde pública. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 23, p. 4231-4239, 2018.

DA SILVA, Á. S. *et al.* *Listeria monocytogenes* em leite e produtos lácteos no Brasil: uma revisão. *Journal of Health Sciences*, v. 13, n. 1, 2011.

DE ALMEIDA, R. N. *et al.* Antimicrobial sensitivity of *Listeria monocytogenes* isolated from beef. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 12, n. 3, p. 254-261, 2018.

DE MELO, C. B. *et al.* Bacteria in dairy products in baggage of incoming travelers, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, v. 20, n. 11, p. 1933, 2014.

DEAN, A. S. *et al.* A roadmap for zoonotic tuberculosis: a One Health approach to ending tuberculosis. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 18, n. 2, p. 137-138, 2018

DESORDI, L. G. Análise da seguridade alimentar como parte da política da Secretaria de Defesa Agropecuária: os programas de controle dos alimentos de origem animal. 2020. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/6179>.

DINIZ, S. A. *Avaliação de Risco à Presença de Resíduos de Avermectinas na Carne Bovina sob Inspeção Federal associada às práticas de produção pecuária no Brasil entre 2002-2013*. 2015. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DORNELAS, M. F. *Modelo para avaliação e gestão do risco de difusão do vírus da febre aftosa em carne suína exportada pelo Rio Grande do Sul*. 2018. 66p. Dissertação (Mestrado em saúde animal). Universidade de Brasília.

DOYLE, M. P.; MESKE, L. M.; MARTH, E. H. Survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and storage of nonfat dry milk. *Journal of Food Protection*, v. 48, n. 9, p. 740-742, 1985.

ELDIN, C. *et al.* From Q fever to *Coxiella burnetii* infection: a paradigm change. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 30, n. 1, p. 115-190, 2017.

EMBRAPA. Anuário leite 2019: novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. 2019. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198698/1/Anuario-LEITE-2019.pdf>>. Acesso em 13 de julho de 2020.

EMBRAPA. Anuário leite 2022: Pecuária leiteira de precisão. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1144110/anuario-leite-2022-pecuaria-leiteira-de-precisao>. Acesso em 13 de dezembro de 2022.

EMBRAPA. Anuário leite 2023: Leite baixo carbono. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1154264/anuario-leite-2023-leite-baixo-carbono>. Acesso em 16 de junho de 2023.

EMPRES-i. EMPRES Global Animal Disease Information System. 2023. Disponível em: <https://empres-i.apps.fao.org/#/>. Acesso em 6 de março de 2023.

ESFA. European Food Safety Authority. 2023. Disponível em: www.efsa.europa.eu/pt. Acesso em 6 de março de 2023.

FADILLAH, A.; SUROSO, A. I.; INDRAWAN, D. How Mobile Technology can be used to Develop Real-Time Animal Disease Surveillance in Indonesia?. In: International Society for Economics and Social Sciences of Animal Health-South East Asia 2019 (ISESSAH-SEA 2019). *Atlantis Press*, 2019. p. 132-136.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. World Organization Animal Health. Enhancing participation in Codex activities. 2013: 202p. 2005.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Milk and Dairy products in human nutrition. 2013. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3396e/i3396e.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Event mobile application (EMA-i). 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA1078EN>. Acesso em 20 de julho de 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dairy Market Review. Emerging trends and outlook. 2022a. Disponível em: https://www.fao.org/markets-and-trade/publications/en/?news_files=113040. Acesso em 20 de março de 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dairy Market Review: Overview of global dairy market and policy developments in 2021. 2022b. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/dairy/milk-and-milk-products/en>. Acesso em 20 de julho de 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023a. Disponível em: <http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em 20 de julho de 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dairy animals. 2023b. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/en>. Acesso em 20 de julho de 2022.

FERG. Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group. 2023. Disponível em: <https://www.foodbornediseaseburden.org/ferg>. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

FSANZ. Food Standards Australia New Zealand. A risk profile of dairy products in Australia. 2006. Disponível em: <https://www.foodstandards.gov.au/code/proposals/documents/P296%20Dairy%20PPPS%20FAR%20Attach%20%20FINAL%20-%20mr.pdf>. Acesso em 22 de julho de 2022.

FSANZ. Food Standards Australia New Zealand. 2023. Disponível em: www.foodstandards.gov.au/Pages/default.aspx. Acesso em 30 de fevereiro de 2023

GARBACCIO, S. G. *et al.* Diagnóstico bacteriológico de tuberculosis bovina en bovinos reactivos positivos a la prueba tuberculínica. RIA. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, v. 44, n. 1, p. 69-75, 2018.

GARCÍA, J. A. *et al.* Enteric listeriosis in grazing steers supplemented with spoiled silage. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v. 28, n. 1, p. 65-69, 2016.

GLOBAL INCIDENCE. 2023. Disponível em: https://outbreaks.globalincidentmap.com/map?event_type%5b%5d=248. Acesso em: 14 de maio de 2023.

HAMMER, P. *et al.* Inactivation of *Mycobacterium bovis* ssp. *caprae* in high-temperature, short-term pasteurized pilot-plant milk. *Journal of Dairy Science*, v. 98, n. 3, p. 1634-1639, 2015.

HARRIS, N. B. *et al.* Recovery of *Mycobacterium bovis* from soft fresh cheese originating in Mexico. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 73, n. 3, p. 1025-1028, 2007.

HEALTHMAP. 2023. Disponível em <https://www.healthmap.org/pt/>. Acesso em 15 de maio de 2023.

HEINEMANN, M. B. *et al.* Decline in *Mycobacterium bovis* and *Brucella abortus* populations during the maturation of experimentally contaminated parmesan-type cheese. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 37, n. 5, p. 3743-3757, 2016.

HUESTON, W.; TRAVIS, D.; VAN KLINK, E. Optimising import risk mitigation: anticipating the unintended consequences and competing risks of informal trade. *Revue Scientifique et Technique-OIE*, v. 30, n. 1, p. 309, 2011

HUNT, K. *et al.* A case of bovine raw milk contamination with *Listeria monocytogenes*. *Irish veterinary journal*, v. 65, n. 1, p. 1-5, 2012.

HUTCHISON, J. *et al.* New approaches to aquatic and terrestrial animal surveillance: The potential for people and technology to transform epidemiology. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 167, p. 169-173, 2019.

IAGRO. Agência Estadual de Defesa Sanitária e Vegetal. Ficha técnica tuberculose. 2020. Mato Grosso. Disponível em: https://www.iagro.ms.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/Ficha_Tecnica_TUBERCULOSE_jan20.pdf. Acesso em 07 de julho de 2022.

IMA. Instituto Mineiro de Agropecuária. Notifica IMA. 2023. Disponível em: <http://ima.mg.gov.br/comunicados/1557-defesa-animal/1996-notifica-ima>. Acesso em 10 de maio de 2023.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Projeção do valor adicionado do setor agropecuário para 2023. 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/category/agropecuaria/>. Acesso em 10 de maio de 2023.

ISPCH. Instituto de saúde pública. Boletín vigilancia de laboratorio. vigilancia de laboratorio de *Listeria monocytogenes* procedente de enfermedad invasora Chile, 2016 – 2021. vol.,12. N. 8, 2022.

JACKSON, K. A. *et al.* Listeriosis outbreaks associated with soft cheeses, United States, 1998–2014. *Emerging Infectious Diseases*, v. 24, n. 6, p. 1116, 2018.

KIM, S. W. *et al.* Genetic diversity and virulence profiles of *Listeria monocytogenes* recovered from bulk tank milk, milk filters, and milking equipment from dairies in the United States (2002 to 2014). *PLoS One*, v. 13, n. 5, p. e0197053, 2018

KINDE, H. *et al.* Recovery of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and *Mycobacterium bovis* from cheese entering the United States through a noncommercial land port of entry. *Journal of Food Protection*, v. 70, n. 1, p. 47-52, 2007.

LEANES, L. F. *et al.* Risk evaluation of no vaccinated, weaned calves transported through areas under systematic foot and mouth disease (FMD) vaccination. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 98, n. 2-3, p. 133-141, 2011.

LEITE, J. L. B. O Comércio Internacional do Agronegócio do Leite. Circular Técnica Embrapa, v. 121, p. 1–25, 2020.

LUCERO, N. E. *et al.* *Brucella* isolated in humans and animals in Latin America from 1968 to 2006. *Epidemiology e Infection*, v. 136, n. 4, p. 496-503, 2008.

MACDIARMID, S. C.; PHARO, H. J. Risk analysis: assessment, management and communication. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*, v. 22, n. 2, p. 397-408, 2003.

MACHADO, R. Q. *Análise do perfil das restrições comerciais à carne bovina nos acordos SPS e TBT*. 2007. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Universidade de São Paulo, São Paulo.

MACÍAS-RIOSECO, M. *et al.* Bovine abortion caused by *Coxiella burnetii*: report of a cluster of cases in Uruguay and review of the literature. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v. 31, n. 4, p. 634-639, 2019.

MANTILLA, S. P. S. *et al.* Ocorrência de *Listeria* spp. em amostras de carne bovina moída comercializadas no município de Niterói, RJ, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, p. 1225-1230, 2007.

MARFIL, M. J. *Tuberculosis bovina: transmisibilidad de cepas de Mycobacterium bovis y detección de micobacterias em menudencias comercializadas en bocas de expendio de carne*. 2019. 130p. Tese (Doutorado em Microbiología). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

MARGINEDA, C. A.; CASTRO, D. J. N. Enfermedades de los bovinos. EEA Marcos Juárez, INTA, 2021.

MARGINEDA, C. A. *et al.* Listeriosis en bovinos de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Veterinaria*, v. 23, n. 1, p. 32-37, 2012.

MARQUETTI, C. *Modelo quantitativo para estimación do risco de produção de queijo minas artesanal contaminado por Mycobacterium bovis em propriedade positiva para tuberculose bovina no estado de Minas Gerais*. 2017.66p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo.

MARTH, E. H.; STEELE, J. (Ed.). *Applied dairy microbiology*. CRC Press, 2001.

MATTO, C *et al.* Detección de *Listeria monocytogenes* em un rodeo de bovinos de carne enel que previamente ocurrióun caso clínico de listeriosis nerviosa. *Veterinaria (Montev.)*, Montevideo, v. 55, n. 211, p. 14-20 2019.

MENDONÇA, J. F. P. *et al.* Produção da informação dos sistemas de vigilância epidemiológica em saúde animal: uma breve revisão. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, v. 33, n. 4, p. 203-209, 2011.

MENÉNDEZ GONZÁLEZ, S. *et al.* A qualitative risk assessment approach for Swiss dairy products: opportunities and limitations. *Zoonosis and public health*, v. 58, n. 3, p. 209-219, 2011.

MEURER, I. R. *Amostras de soro de pacientes com suspeita de dengue no estado de minas gerais, brasil: uma doença negligenciada*. 2020. 140 p. Tese (Doutorado em saúde). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

- MILKPOINT. Balança comercial de lácteos: importações seguem estimuladas. 2023. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/panorama-mercado/balanca-comercial-de-lacteos-importacoes-seguem-estimuladas-232783/>. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.
- MIONI, M. S. R. *et al.* New genotypes of *Coxiella burnetii* circulating in Brazil and Argentina. *Pathogens*, v. 9, n. 1, p. 30, 2019.
- MIONI, M. S. R. *et al.* *Coxiella burnetii* in slaughterhouses in Brazil: A public health concern. *PLoS One*, v. 15, n. 10, p. 241- 246, 2020.
- MORAES, B. M. M.; BENDER, R. Mercado Brasileiro de Lácteos: análise do impacto de políticas de estímulo à produção. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 55, p. 783-800, 2017.
- MORICONI, P. R. *et al.* Mycobacteria in Minas cheese commercialized in open fairs in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 55, n. 4. 2018.
- MRE. Ministério da Relações Exteriores. Barreiras sanitárias e fitossanitárias. 2020. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/diplomacia-economica-comercial-e-financeira/15559-barreiras-sanitarias-e-fitossanitarias>>. Acesso em 02 de julho de 2022.
- MURRAY, N. *et al.* Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animal Products: introduction and qualitative risk analysis. 2 ed. Paris: OIE, 2010.
- OCDE/ FAO - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico; FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Perspectivas agrícolas 2018-2027. Paris, 2018.
- OCDE/ FAO - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico; Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Perspectivas agrícolas 2022-2031. Paris, 2022.
- OLEA-POPELKA, Francisco *et al.* Zoonotic tuberculosis in human beings caused by *Mycobacterium bovis*—a call for action. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 17, n. 1, p. e21-e25, 2017.
- OMS. Organização Mundial de Saúde. Roteiro para Tuberculose Zoonótica. 2017. Disponível em: <https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/roadmap-zoonotic-tb.pdf> . Acesso em 22 de setembro de 2022.
- OMS. Organização Mundial de Saúde. Listeriose. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/listeriosis>. Acesso em 22 de setembro de 2022.
- OMSA. Manual de Testes Diagnósticos e Vacinas para Animais Terrestres. 2018. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-manual-online-access>. Acesso em 23 de março de 2020.

OMSA. Código Sanitário de Animais Terrestres. Paris: 2022. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>. Acesso em 30 de março de 2022.

PRIETO, M. et al. Antibiotic susceptibility of *Listeria monocytogenes* in Argentina. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, v. 34, n. 2, p. 91-95, 2016.

PUDMED. Pudmed. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>. Acesso em 09 de junho de 2023.

RAO, M. et al. Intracellular pH regulation by *Mycobacterium smegmatis* and *Mycobacterium bovis* BCG. *Microbiology*, v. 147, n. 4, p. 1017-1024, 2001.

RANSOLIN, E. *Exportação de carne bovina brasileira para a china: desafios e oportunidades*. 2019. 97p. Trabalho de Curso II (Bacharel em Comércio Exterior) Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, Lajeado.

RIVAS, P. M. *Contaminação cruzada por Listeria monocytogenes durante fatiamento mecânico de queijo muçarela e predição de seu comportamento durante armazenamento em refrigeração*. 2021. 57 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROCHA, D. T. DA; CARVALHO, G. R.; RESENDE, J. C. DE. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. *Circular Técnica Embrapa*, v. 123, p. 1–16, 2020.

ROZENTAL, T. et al. First molecular detection of *Coxiella burnetii* in Brazilian artisanal cheese: a neglected food safety hazard in ready-to-eat raw-milk product. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, v. 24, p. 208-212, 2020.

ROEST, H. I. J. et al. The Q fever epidemic in The Netherlands: history, onset, response and reflection. *Epidemiology & Infection*, v. 139, n. 1, p. 1-12, 2011.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, p. 195-212, 2018.

SANTOS, D. V. et al. A análise de risco como ferramenta estratégica para o serviço veterinário oficial brasileiro: dificuldades e desafios. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 34, n. 6, p. 542-554, 2014.

SANTOS, D. V. et al. Análise de multicritério para avaliar o risco para a febre aftosa no estado do Rio Grande do Sul. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*, v. 14, n. 2, p. 71-72, 2016.

SANTOS, D. V. *Avaliação de riscos: emprego da técnica pelo serviço veterinário oficial e identificação de áreas de risco para a febre aftosa no Rio Grande do Sul*. 2016. 117p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCOPUS. Welcome to Scopus Preview. 2023. Disponível em: <https://www.scopus.com/>. Acesso em 09 de junho de 2023.

SILVA, M.R.; ROCHA, A.S.; COSTA, R.R.; ALENCAR, A.P.; OLIVEIRA, V.M.; JÚNIOR, A.A.F. *et al.* Tuberculosis in patients co-infected with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium tuberculosis* in an urban area of Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.106, p. 321-327, 2013.

SILVA, M. R. *et al.* Risk factors for human *Mycobacterium bovis* infections in an urban area of Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 113, 2018.

SINHA, R. Impact of health information technology in public health. *Sri Lanka Journal of Bio-Medical Informatics*, v. 1, n. 4, 2010.

SUGIURA, K.; MURRAY, N. Risk analysis and its link with standards of the World Organization for Animal Health. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, v. 30, n. 1, p. 281-288, 2011

TAMIME, A. Y. Dairy powders and concentrated products. John Wiley and Sons. 2009

TIWARI, U. *et al.* Farm to fork quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* contamination in raw and pasteurized milk cheese in Ireland. *Risk Analysis*, v. 35, n. 6, p. 1140-1153, 2015.

URUGUAY. Ministerio de Salud. Boletín epidemiológico. Temporada estival 2019. División Epidemiología – Ministerio de Salud. Uruguay. 2019.

US FOOD AND DRUG ADMINISTRATION AND HEALTH CANADA. Joint FDA/Health Canada quantitative assessment of the risk of listeriosis from soft-ripened cheese consumption in the United States and Canada. 2015. Disponível: <https://www.fda.gov/food/science-research-food/cfsan-risk-safety-assessments>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

USP. Universidade de São Paulo. Portal da escrita científica. Metodologia. 2023. Disponível em: <https://escritacientifica.sc.usp.br/metodologia/bases-metodologia/>. Acesso em 10 de maio de 2023.

VASCONCELLOS, J. S. P. *Novas tecnologias em vigilância em saúde: desenvolvimento e uso de aplicativo móvel para a notificação, controle e vigilância da leishmaniose visceral canina*. 2021. 85 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria.

VIANA, S. Z. *Origens e destinos das remessas postais internacionais de produtos de interesse veterinário no Brasil*. 2014. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais). Universidade de Brasília. Brasília.

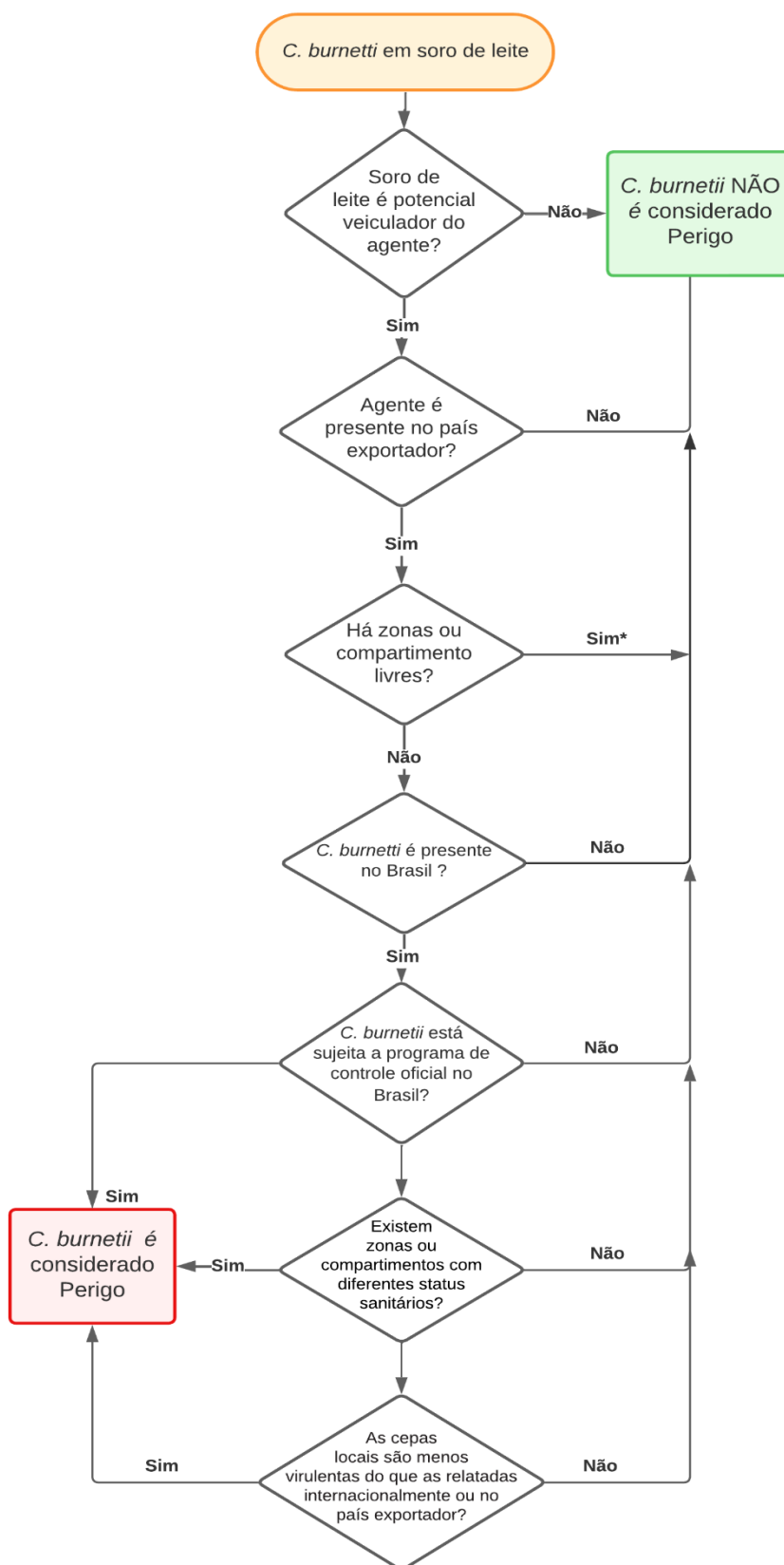
YANG, Y. *et al.* Survival and thermal resistance of *Listeria monocytogenes* in dry and hydrated nonfat dry milk and whole milk powder during extended storage. *International Dairy Journal*, v. 129, p. 105338, 2022.

WEB OF SCIENCE. Web of Science platform. 2023. Disponível em: <https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-workflow-solutions/webofscience-platform/> . Acesso em 09 de junho de 2023.

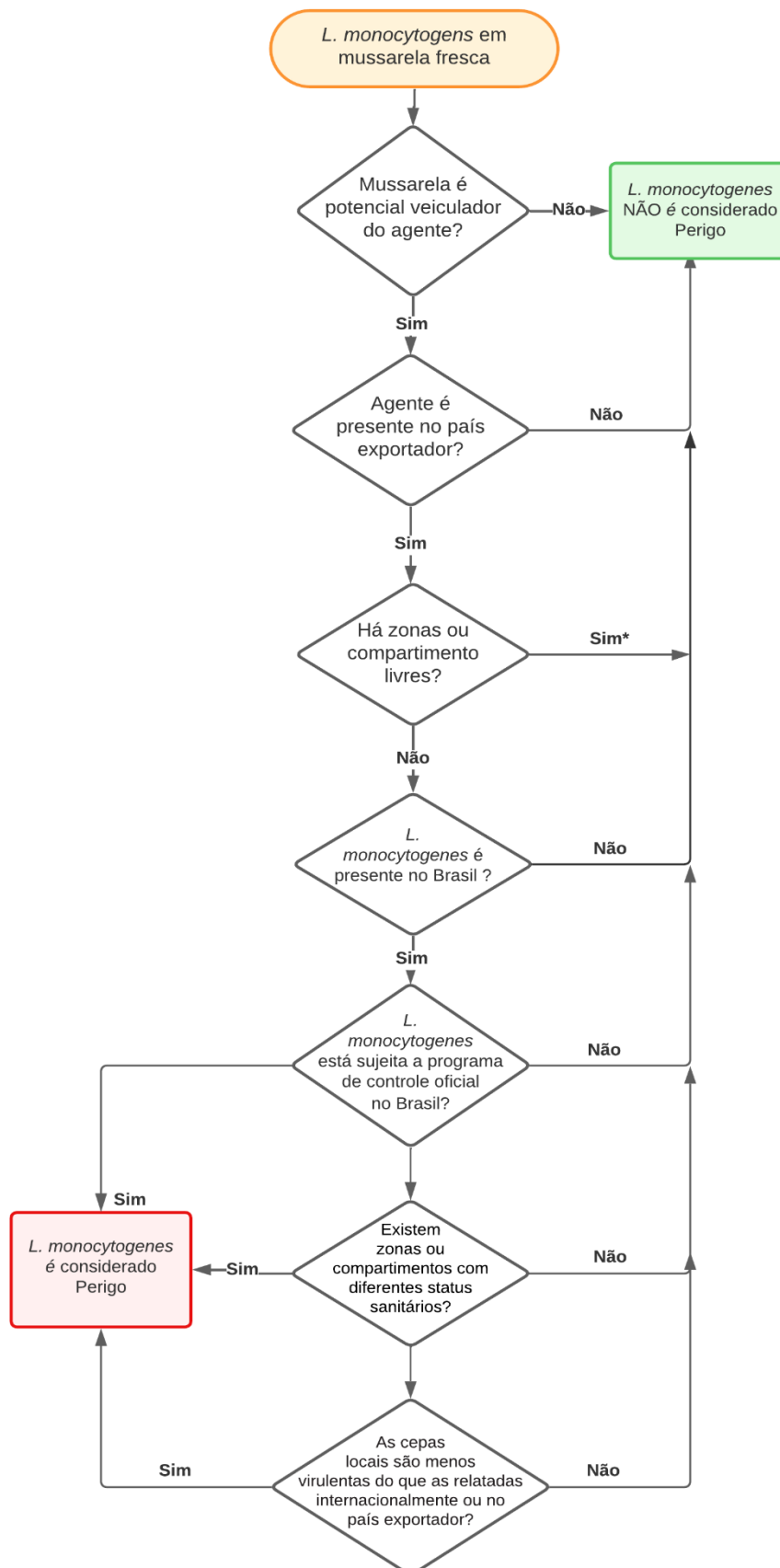
WAHIS. World Animal Health Information System. 2023. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/disease-datacollection/world-animal-health-information-system/>. Acesso em 30 de fevereiro de 2023.

ANEXOS

Anexo 1. Árvore decisória da etapa de Identificação do Perigo: *C. burnetii* em soro de leite proveniente de qualquer país exportador (cenário genérico).



Anexo 2. Árvore decisória da etapa de Identificação do Perigo: *L. monocytogenes* em muçarela fresca exportada pela Argentina.



Anexo 3. Árvore decisória da etapa de Identificação do Perigo: *M. bovis* em queijos de massa semidura exportados pelo Uruguai.

