

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**AVALIAÇÃO DE RISCO MICROBIOLÓGICO COMO FERRAMENTA DE
MONITORIA OFICIAL DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**

CARINA PHILOMENA DOS SANTOS

PORTO ALEGRE

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**AVALIAÇÃO DE RISCO MICROBIOLÓGICO COMO FERRAMENTA DE
MONITORIA OFICIAL DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**

Autor: Carina Philomena dos Santos*

**Tese de doutorado apresentada como requisito
parcial para obtenção de grau de Doutor em
Ciências Veterinárias, Especialidade
Epidemiologia, Saneamento e Profilaxia.**

Orientador: Dr. Luís Gustavo Corbellini

Co-orientador: Dr. Eduardo de Freitas Costa

PORTO ALEGRE

2019

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

CIP - Catalogação na Publicação

Santos, Carina Philomena dos
AVALIAÇÃO DE RISCO MICROBIOLÓGICO COMO FERRAMENTA
DE MONITÓRIA OFICIAL DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL /
Carina Philomena dos Santos. -- 2019.
89 f.

Orientador: Luís Gustavo Corbellini.

Coorientador: Eduardo de Freitas Costa.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. avaliação de risco microbiológica. 2. vigilância microbiológica alimentos. 3. origem do risco. 4. alimentos de origem animal. 5. saúde pública. I. Corbellini, Luís Gustavo, orient. II. Costa, Eduardo de Freitas, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**AVALIAÇÃO DE RISCO MICROBIOLÓGICO COMO FERRAMENTA DE
MONITORIA OFICIAL DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**

Aprovada em Maio de 2019

APROVADO POR:

Prof. Dr. Luís Gustavo Corbellini
Orientador

Doc. Eduardo de Freitas Costa
Co-orientador

Dr^a Cláudia Valéria Gonçalves Gomes de Sá
Membro da Comissão

Prof. Dr^a. Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso
Membro da Comissão

Dr^a Amanda de Souza da Motta
Membro da Comissão

RESUMO

O serviço veterinário oficial (SVO) é um dos atores responsáveis pela promoção da saúde pública e deve assegurar a oferta de produtos de origem animal inócuos à sociedade. A vigilância microbiológica de produtos de origem animal tem como objetivo promover a segurança dos alimentos pela detecção de patógenos e consequente intervenção no estabelecimento. No entanto, a grande diversidade de estabelecimentos e de produtos que apresentam probabilidades distintas de contaminação tornam ações de vigilância complexas, sendo que a vigilância baseada em risco pode contribuir para a eficiência do processo. O objetivo desse trabalho foi propor uma classificação de riscos em produtos de origem animal sob inspeção da Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA com base em dimensões de incertezas metadoxásticas envolvidas no processo, bem como das fontes criadoras ou mantenedoras dos riscos. Foi proposto um modelo baseado nas diretrizes da FAO com as seguintes etapas da avaliação de risco microbiológica: identificação de perigos, caracterização dos perigos, avaliação da exposição e caracterização do risco. A estimativa de risco microbiológico foi oriunda da probabilidade de adoecer pela exposição a um produto contaminado e suas consequências com a introdução de uma terceira dimensão ao conceito de risco, que é a fonte (estabelecimento produtor). O produto desta avaliação qualitativa do risco foi uma escala de risco que varia de 1 a 10. Foram analisadas 2770 combinações de patógeno/produto/espécie/estabelecimento referentes a 152 estabelecimentos com registro na Coordenadoria de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal (CISPOA). Em geral, os níveis de risco mais frequentes foram o 6, 7 e 9 e não houve nenhum resultado para nível de risco 1. Dos perigos analisados, *E. coli* e *Listeria monocytogenes* foram as bactérias que apresentaram maior risco médio estimado, assim como os produtos de aves e a categoria de produtos maturados/curados. Foi observado que, 58% da variação nas escalas de risco foi devida aos estabelecimentos. O modelo de risco possibilitou determinar perfis de risco baseados nas várias combinações de patógeno/produto/estabelecimento e a ferramenta pode ser útil para a vigilância microbiológica de alimentos.

ABSTRACT

The official veterinary service (SVO) is one of the actors responsible for promoting public health and should ensure the supply of innocuous animal products to the society. Microbiological surveillance of products of animal origin aims to promote food safety by detecting pathogens and consequent intervention in the establishment. However, the great diversity of industries and products that present diverse probabilities of contamination enhance complexity of the surveillance, and risk-based surveillance makes the process more efficient. The objective of this study is to propose the classification of risks in products of animal origin under inspection by the Division of Inspection of Animal Products - DIPOA based on the dimensions of metadoxastic uncertainties involved in the process, as well as on the sources that create or maintain the risk. A model based on FAO guidelines has been proposed with following steps of microbiological risk assessment: hazard identification, hazard characterization, exposure assessment and risk characterization. The risk estimate was derived from the probability of becoming ill due to exposure to a contaminated product and its consequences with a third risk dimension, which is the source (food establishment). The output of this qualitative risk assessment is a risk scale ranging from 1 to 10. A total of 2770 pathogen / product / species / establishment combinations were analyzed for 152 establishments registered under the Office of Animal Products Inspection (CISPOA). In general, the most frequent risk levels were 6, 7 and 9 and risk level 1 was not estimated. Of the studied hazards, *E. coli* and *Listeria monocytogenes* were the bacteria that had the highest average risk estimated, as well as poultry products and matured / cured products. It was observed that 58% of the variation in the risk scales was due to the food establishments. The risk model allowed to determine risk profiles based on various combinations of pathogen / product / establishments and the analysis can be useful to aid in the surveillance process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema metodológico da avaliação de riscos. Os * significam interação entre as dimensões modeladas. As chaves indicam o resultado da interação.....	25
Figura 2 - Árvore decisória de presença de perigos nos produtos avaliados nesta avaliação de riscos.....	28
Figura 3 – Diferentes sub dimensões que compõem a dimensão de fonte e suas interações.....	34
Figura 4 – Modelo de formulário para entrada e armazenamento dos laudos do monitoramento microbiológico de produtos de origem animal das empresas registradas na DIPOA.....	39
Figura 5 – Distribuição das frequências acumuladas dos 2770 níveis de risco avaliados. Nas barras estão as contagens de classificação de riscos para cada perigo..	41
Figura 6 – Distribuição dos níveis de risco considerando os três níveis da dimensão fonte.....	43
Figura 7 – “Calculadora de risco” construída com os valores da estimativa do modelo misto.....	45
Figura 8 – Dispersão dos valores do número de laudos positivos em função do risco. Curva sólida representa os valores preditos do modelo binomial negativo ajustado.....	46

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Efeito qualitativo dos processos utilizados ao longo da cadeia de produção de produtos de origem animal sobre a prevalência dos perigos.....	27
Tabela 2 - Descrição das medidas qualitativas da presença utilizadas no modelo de avaliação de riscos.....	27
Tabela 3 – Classificação do volume de produção de produtos oriundos de estabelecimentos registrados na DIPOA (ano de 2006).....	29
Tabela 4 - Matriz de interações entre as dimensões do modelo utilizada no processo para estimar a exposição	30
Tabela 5 - Níveis de patogenicidade para cada perigo microbiológico considerado na avaliação de riscos.....	30
Tabela 6 - Matriz de interações entre a exposição e patogenicidade para estimar a avaliação de ocorrência.....	31
Tabela 7- Nível de incerteza associado aos procedimentos de obtenção de produtos de origem animal.....	32
Tabela 8 - Matriz para a determinação da probabilidade de ocorrência.....	32
Tabela 9 - Classificação qualitativa dos perigos quanto aos efeitos adversos esperados.....	33
Tabela 10 - Níveis qualitativos de voluntariedade utilizados para a escala de envolvimento.....	35
Tabela 11 - Níveis qualitativos de voluntariedade utilizados para a escala de envolvimento de acordo com a incidência normatizada pela produção.....	36
Tabela 12 - Interação entre as sub dimensões de envolvimento e culpabilidade resultando na fonte dos riscos em três níveis.....	36
Tabela 13 - Níveis de risco de acordo com as dimensões de probabilidade de ocorrência, consequências e fonte.....	37
Tabela 14 – Valores mínimos, máximos e mediana dos 2770 níveis de risco distribuídos conforme matéria-prima, produtos e espécie animal.....	42
Tabela 15 – Valores médios (média marginal) das escalas de risco estimados pelo modelo misto para os perigos, espécie e tipo de produto incluídos na avaliação de risco.....	44
Tabela 16 – Comparações aos pares dos valores de risco estimados para o mesmo perigo, espécie e produto entre os estabelecimentos com maiores e menores interceptos estimados pelo modelo misto.....	44
Tabela 17 – - Frequência relativa da variação nos níveis de riscos considerando os cenários iii e iv durante as análises de sensibilidade do modelo.....	45

Tabela 18 - Presenças iniciais dos patógenos para cada espécie animal considerada como matéria-prima dos produtos industrializados de origem animal.....

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Inspeção estadual no RS	12
2.2 Perigos microbiológicos	13
2.2.1 <i>Salmonella</i> sp.....	14
2.2.2 <i>Escherichia</i> sp	14
2.2.3 <i>Staphylococcus</i> sp.....	15
2.2.4 <i>Listeria monocytogenes</i>	16
2.2.5 <i>Clostridium perfringens</i>	18
2.3 Avaliação de riscos na tomada de decisão em Saúde Pública	18
2.3.1 Identificação dos perigos.....	20
2.3.2 Caracterização do perigo.....	20
2.3.3 Avaliação da exposição.....	20
2.3.4 Risco.....	21
3 PROBLEMA DE PESQUISA	22
4 HIPÓTESE	23
5 OBJETIVOS	24
5.1 Objetivos gerais	24
5.2 Objetivos específicos	24
6 METODOLOGIA	25
6.1 Visão geral do modelo.	25
6.2 Identificação do perigo	26
6.3 Probabilidade de ocorrência	26
6.3.1 Avaliação de ocorrência.....	26
6.3.1.1 Avaliação da exposição (presença * consumo)	26
6.3.1.1.1 Avaliação da presença.....	27
6.3.1.1.2 Avaliação do consumo.....	28
6.3.1.2 Dose resposta (patogenicidade).....	30
6.3.2 Incerteza metadoxástica.....	31
6.4 Avaliação das consequências	33
6.5 Fonte	34

6.6 Caracterização dos riscos.....	37
6.7 Modelo misto.....	38
6.8 Análise de sensibilidade.....	39
6.9 Validação do modelo.....	39
7 RESULTADOS.....	41
7.1 Distribuição dos riscos (estatística descritiva).....	41
7.2 Modelo misto.....	43
7.3 Análise de sensibilidade.....	45
7.4 Validação do modelo.....	46
8 DISCUSSÃO	47
9 CONCLUSÃO.....	52
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXO 1.....	61
ANEXO 2.....	69
ANEXO 3.....	70
ANEXO 4.....	74
ANEXO 5.....	88

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A produção de alimentos tem se tornado uma tarefa cada vez mais complexa devido à variedade de etapas envolvidas. Ao mesmo tempo, o consumidor está cada vez mais atento à inocuidade do alimento que consome. Notícias como leite adulterado, apreensão de produtos sem inspeção, surtos de doenças transmitidas por alimentos têm recebido mais atenção da mídia, fazendo o público ficar mais sensibilizado em relação ao assunto (FIGUEIREDO & MIRANDA, 2011, VIEIRA, 2019).

A produção segura do alimento envolve uma abordagem sistemática e proativa para tentar reduzir a contaminação por patógenos que pode ocorrer ao longo do processo desde a fazenda até o prato do consumidor (FORSYTHE, 2013). Além disso, a fiscalização dos produtos de origem animal sob o ponto de vista industrial e sanitário é obrigatória conforme legislação vigente no Brasil (BRASIL, 1950; BRASIL, 2016).

O serviço veterinário oficial (SVO) é um dos atores responsáveis pela proteção da saúde pública e deve assegurar a oferta de produtos de origem animal inócuos à sociedade (MARABELLI, 2003). Com esse intuito, no Rio Grande do Sul, a Coordenadoria de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (CISPOA) foi criada em 09/01/1996 através da Lei 10.691 (RIO GRANDE DO SUL, 1996). Esta lei apresenta abrangência em nível intermunicipal cuja inspeção e fiscalização é executada pelo Departamento de Defesa Agropecuária (DDA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR). Com a publicação do Decreto 53.403 de 17 de janeiro de 2017, que aprovou o Regimento Interno da Secretaria da Agricultura, a DIPOA – Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal - assumiu as competências que eram da CISPOA (RIO GRANDE DO SUL, 2017).

Anteriormente, no Rio Grande do Sul a inspeção de produtos de origem animal em âmbito estadual era realizada pela Secretaria Estadual da Saúde até a criação da CISPOA, motivada pela Lei 7889 de 23 de novembro de 1989, que divide em três níveis de inspeção: federal, estadual e municipal (BRASIL, 1989).

Para realizar a verificação dos produtos, a DIPOA possui uma legislação própria que obriga as empresas a enviar mensalmente amostras dos produtos para análises (RIO GRANDE DO SUL, 2016). Essa Resolução, inicialmente publicada em 2003, previa a coleta para análise de parâmetros microbiológicos de 1 a 4 produtos por mês, dependendo do número de rótulos de produtos de origem animal registrados que a empresa possuía. No

entanto, mesmo após reformulação em 2011 e 2016, a Resolução manteve a frequência de coleta e o número de produtos, sendo que não é conhecido o embasamento técnico-científico dessa legislação. A necessidade de análises mensais acarreta custos, o que é especialmente preocupante para algumas empresas de pequeno porte e com pequena produção. Em contrapartida, empresas que possuem muitos produtos registrados podem não ter um monitoramento eficiente dos seus produtos, visto que o Fiscal Estadual Agropecuário – Médico Veterinário, agente público responsável pela fiscalização da produção da empresa, deve coletar, no máximo, quatro produtos a cada mês.

Nesse sentido os fiscais fazem coletas mensais dos produtos de origem animal industrializados por essas empresas para enviar para análise em laboratório oficial do Estado ou credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), cumprindo um cronograma estipulado pela DIPOA. Os produtos a serem coletados são escolhidos aleatoriamente através do Sistema de Defesa Agropecuária - SDA, programa que gerencia os processos referentes à defesa sanitária animal e à inspeção sanitária de produtos de origem animal.

Essas coletas, entretanto, não são direcionadas ao risco de perigos microbiológicos que impactam a saúde pública, sendo totalmente ao acaso. Não há nenhuma metodologia na escolha do produto, não sendo considerados aspectos como, por exemplo, características de pronto para o consumo ou não, tipo de processo tecnológico (produto frescal, curado, cozido, pasteurizado), além de não considerar o volume de produção da empresa.

Nesse contexto, se faz necessária a aplicação de uma ferramenta baseada em ciência para que o serviço oficial consiga cumprir seu papel de maneira efetiva, ou seja, estabelecendo ações que cumpram com os objetivos a um menor custo possível; nesse caso, o principal objetivo é a promoção da saúde pública. Uma ferramenta que permite aumentar a efetividade dessas ações é a avaliação de riscos, sendo uma abordagem que permite a organização de dados disponíveis transformando-os em probabilidades que podem auxiliar os gestores na tomada de decisões (CORBELLINI e COSTA, 2015).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho é propor uma classificação de riscos para produtos de origem animal sob inspeção do CISPOA com base em dimensões de incerteza metadaxísticas envolvidas no processo, bem como incluir no processo a dimensão fonte criadora ou mantenedora dos riscos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Inspeção estadual no Rio Grande do Sul

A inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal é obrigatória e foi estabelecida no Brasil pela Lei nº 1283 de 18 de dezembro de 1950 (BRASIL, 1950). Com a promulgação da Lei nº 7889 de 23 de novembro de 1989 houve a divisão em três níveis de inspeção: federal para estabelecimentos que fazem comércio interestadual ou internacional, estadual para quem faz comércio intermunicipal e municipal para os estabelecimentos que fazem somente comércio municipal. A partir disso, foi criada a Coordenadoria de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (CISPOA) pela Lei nº10.691 de 09 de janeiro de 1996 (RIO GRANDE DO SUL, 1996). Em 17 de janeiro de 2017 foi publicado o Decreto 53.403 que aprovou o regimento interno da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação com isso, as atribuições da CISPOA passaram a ser de competência da DIPOA – Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal. À DIPOA cabem a inspeção e fiscalização, sob o ponto de vista industrial e sanitário, de todos os produtos de origem animal, comestíveis e não comestíveis, no Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2017). Além da inspeção dos animais e carcaças (*ante e post mortem*), a DIPOA também faz o controle e fiscalização da estrutura, fluxo de produção, recebimento de matérias primas e dos produtos industrializados por estas empresas.

Atualmente há 223 estabelecimentos registrados na DIPOA, produzindo mais de um milhão de toneladas de alimentos anualmente. A inspeção é permanente nos estabelecimentos de abate e periódica nas demais classificações de estabelecimentos. Há 79 matadouros-frigoríficos, seis fábricas de produtos suínos, 10 matadouros de aves, 57 fábricas de produtos cárneos, 10 entrepostos, seis entrepostos de pescado além de estabelecimentos que processam produtos lácteos, ovos e mel. Para realizar a inspeção nestes estabelecimentos há aproximadamente 97 fiscais estaduais agropecuários médicos veterinários. Nas fábricas de produtos cárneos, conforme a estrutura que possuem, podem ser industrializados os mais variados tipos de alimentos, como salsichas, mortadelas, embutidos cozidos de carne suína, presuntos cozidos, patês e pastas que são produtos cozidos. Também há os produtos curados como a linguiça, defumados como o bacon, salgados como o charque, fermentados como os salames e os frescos como a linguiça, carne moída, etc. Os matadouros-frigoríficos devem possuir a estrutura adequada para o abate dos animais além das câmaras-frias para resfriamento das carcaças e quando for o caso, o armazenamento das mesmas, podendo

também ter uma estrutura para industrializar a carne, ou seja, desossar e também fazer embutidos. Neste caso, a classificação é matadouro-frigorífico com fábrica de produtos cárneos. Os entrepostos recebem as carcaças, os quartos e outros produtos de origem animal para conservação, manipulação, acondicionamento e distribuição. Além de realizar a desossa em cortes comerciais para o consumidor (alcatra, costela, patinho, etc) os entrepostos também podem elaborar hambúrgueres, almôndegas, bifés, carnes temperadas entre outros produtos dependendo das instalações que possuem.

Como forma de monitorar a produção das empresas com inspeção estadual, são realizadas coletas de produtos todos os meses. O monitoramento oficial por meio de coletas de produtos de origem animal nas empresas com registro no âmbito da inspeção estadual é obrigatório e regulamentado por legislação estadual. São realizadas coletas mensais de um número variado de produtos, entre um e quatro, conforme a quantidade de produtos que a empresa tem registrado (RIO GRANDE DO SUL, 2016). O sistema de escolha desses produtos é realizado aleatoriamente pelo Sistema de Defesa Agropecuária - SDA. O critério utilizado atualmente não considera o volume de produção, risco do produto para a população, se o produto sofrerá aquecimento ou cozimento posterior, desta forma, o monitoramento desses produtos de origem animal não é baseado em risco, em dissonância com o preconizado pelo *Codex Alimentarius Commission* (CAC) (CODEX, 1999).

2.2 Perigos microbiológicos

As doenças transmitidas por alimentos (DTA) são consideradas um problema de saúde pública que atingem vários países em desenvolvimento e desenvolvidos (MARCHI, 2011). Conforme a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), no Brasil, entre 2007 e 2016, foram notificados 6.632 surtos de DTAs, envolvendo 469.482 pessoas expostas e 109 óbitos. As bactérias foram responsáveis por 90,5% destes surtos, sendo os agentes etiológicos mais frequentes a *Salmonella* sp., *Escherichia coli* e *Staphylococcus* sp. (BRASIL, 2016). O monitoramento destes agentes envolvidos em surtos de DTAs está previsto na legislação vigente de padrões microbiológicos para alimentos no Brasil, a RDC nº 12/2001, utilizada pela DIPOA (ANVISA, 2001). Os principais microrganismos previstos na RDC nº 12/2001 que são pesquisados para os produtos de origem animal registrados na DIPOA são: *Salmonella* sp., *Staphylococcus* coagulase positiva, coliformes termotolerantes, *Clostridium perfringens* e *Listeria monocytogenes*.

2.2.1 *Salmonella* sp.

São pequenos bastonetes Gram-negativos, não-esporulados, amplamente distribuídas na natureza, sendo seus principais reservatórios o homem e os animais (JAY, 2005). A temperatura ótima de desenvolvimento é 37°C, mas pode se multiplicar entre 7°C e 49,5°C (FORSYTHE, 2013). Está presente no solo, no ar, nas águas residuais e nos equipamentos, e no trato intestinal dos seres humanos e dos animais (SILVA, RAMALHO & FIGUEIREDO, 2004). Também pode ser isolada de carne crua, incluindo frango e seus produtos, leite e derivados (GORMAN, BLOOMFIELD & ADLEY, 2002). Além disso, têm importância também no ambiente de processamento, pois este microrganismo tem a habilidade de formar biofilmes em superfícies de contato com alimentos (JOSEPH *et al.*, 2001). Dois importantes sorovares transmitidos dos animais para os humanos são *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium (WHO, 2005). No hemisfério Ocidental e na Europa, *S. Enteritidis* tornou-se o sorovar predominante nos surtos investigados, principalmente aqueles associados ao consumo de aves e ovos (WHO, 2002). Da mesma forma, em estudo realizado por Geimba *et al* (2004) em alimentos envolvidos em surtos no Rio Grande do Sul, houve predomínio de *Salmonella* Enteritidis, sendo os alimentos preparados com ovos crus os mais implicados. A salmonelose provoca um quadro de infecção gastrointestinal, com sintomas como dores abdominais, diarreia, febre e vômito que aparecem em 12-36 horas em média após o contato com o microrganismo (SHINOHARA *et al*, 2008).

2.2.2 *Escherichia* sp.

São bacilos Gram-negativos pertencentes à família *Enterobacteriaceae* compreendendo cerca de seis espécies, sendo a de maior interesse a *Escherichia coli* (NAGY & FEKETE, 2005). As cepas patogênicas de *E. coli* são divididas conforme os mecanismos de patogenicidade e sintomas clínicos e variam em sua virulência (FORSYTHE, 2013). É um dos microrganismos mais presentes no trato intestinal dos humanos e dos animais, que normalmente são inofensivas, mas algumas linhagens são patogênicas e produtoras de toxinas, causando as gastroenterites por *E.coli* (TORTORA, FUNKE & CASE, 2012).

Baseado nos fatores de virulência, características sorológicas e sintomas da doença, os subgrupos de *E. coli* associados a infecções intestinais são classificados em seis patotipos: *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* produtora de shiga toxina (STEC) onde está incluído o subtipo entero-hemorrágico (EHEC), *E. coli*

enteroagrativa (EAEC) e *E. coli* difusamente aderente (DAEC) (RUSSO *et al.*, 2000; FDA, 2012). Dentre os tipos de *E. coli* patogênicas, as cepas toxigênicas possuem grande importância epidemiológica, já que grande quantidade dos sorogrupos são comensais em bovinos e causam severa enfermidade em seres humanos, particularmente creditada ao sorogrupo O157, associado ou não ao sorogrupo H7 (SYNGE, 2000). O bovino é considerado o reservatório mais importante das STECs (SANDRINI *et al.*, 2007). Porém, vários outros sorogrupos são sabidamente produtores potenciais de shiga toxinas, e estão associados a infecções esporádicas e surtos em humanos (COIA, 1998). Dentre as diversas categorias de *E. coli*, as STEC merecem destaque como bactérias emergentes relacionadas com doenças transmitidas por alimentos (DTA), tornando-se um grande desafio à saúde pública por possuírem alta patogenicidade, e mesmo quando presente em baixo número no alimento ingerido (aproximadamente 10 UFC), são capazes de provocar infecção (WHO, 1998). Essas doenças podem variar de uma diarreia leve até diarreias sanguinolentas severas ou colites hemorrágicas (CH), podendo evoluir para complicações extra intestinais graves como a síndrome hemolítica urêmica (SHU) com possível seqüela de falência renal e a púrpura trombocitopênica trombótica (PTT) que acomete principalmente os idosos (MORA *et al.*, 2005). Nos Estados Unidos estima-se que ocorram 265.000 casos de infecção por STEC por ano, sendo 36% deles atribuídos à STEC O157. Ainda, estima-se que a STEC leve 3.600 pessoas a serem hospitalizadas com aproximadamente 30 mortes por ano (CDC, 2016). Embora a *E. coli* O157:H7 seja a cepa predominante atualmente responsável por aproximadamente 75% das infecções por EHEC em todo mundo, outros sorotipos não-O157:H7 estão surgindo como uma causa de doenças transmitidas por alimentos. Nos Estados Unidos, um grupo chamado de “big 6” (O111, O26, O121, O103, O145 e O45) é responsável pela maioria dos sorotipos não-O157:H7 isolados de infecções clínicas, sendo motivo de preocupação (FDA, 2012). O Programa Nacional de Controle de Patógenos (PNCP) do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento analisou 1.310 amostras em carne de bovinos em 2017. Das amostras analisadas foi observada a presença de STEC dos subgrupos O26 e O111 em 0,15% (n=2) das amostras coletadas e não foi observada a presença de *E. coli* O157:H7 (BRASIL, 2018).

2.2.3 *Staphylococcus* sp.

É um coco Gram-positivo que ocorre aos pares em pequenas cadeias ou cachos que lembram os de uva. É uma bactéria anaeróbia facultativa, possui vários biótipos e produz uma grande variedade de fatores de virulência (FORSYTHE, 2013). Cresce em uma ampla faixa de temperatura, entre 7°C e 48°C, com temperatura ótima de crescimento entre 35-37°C (BAEZA *et al.*, 2009), e com valor D estimado em não mais que dois minutos a 65°C (PEPE *et al.*, 2006). No entanto, um fato relevante é que a enterotoxina que causa as intoxicações alimentares é termoestável ($D_{98,9} \geq 2h$) (FORSYTHE, 2013). Assume importância por ser uma bactéria potencialmente patogênica e contagens elevadas indicam a falta de higiene na manipulação (BANWART, 1989; FRANCO & LANDGRAF, 1996). Os principais reservatórios de *S. aureus* são os humanos e os animais, estando presentes nas vias nasais, cabelos e pele de indivíduos saudáveis. Além disso, também podem ser encontrados no ar, esgoto, água, leite, alimentos e equipamentos de processamento de alimentos (SILVA JR & MARTINS, 1991; FORSYTHE, 2013). Manipuladores infectados e com hábitos de higiene inadequados são um dos fatores que contribuem para a contaminação do alimento por *S. aureus* (JAY, 2005).

A dose de intoxicação por esta toxina é inferior a 1000ng, nível que é alcançado quando a população de *S. aureus* excede 100.000 organismos/g de alimento, o que indica condições insatisfatórias de higiene. Em pessoas muito sensíveis a ingestão de 100 a 200ng de enterotoxina pode causar sintomas de intoxicação alimentar estafilocócica (CARMO, 2004; FDA, 2012). Os sintomas incluem náuseas, vômitos, cólicas abdominais e diarreia. Embora possa causar desidratação grave, a doença é auto limitante e a recuperação ocorre dentro de 24 a 48 horas com suporte adequado (KÉROVANTOUN *et al.*, 2007; FDA, 2012). Estima-se que 241.188 casos de doença por *S. aureus* ocorram nos Estados Unidos todos os anos com 1064 hospitalizações e 6 mortes (SCALON, 2011). No Brasil, de 2000 a 2014 foram notificados 10.666 surtos de DTAs ao Ministério da Saúde. Cerca de 42% dos surtos tiveram o agente envolvido identificado, onde o *S. aureus* foi o responsável por 18,5% dos casos.

2.2.4 *Listeria monocytogenes*

É o agente etiológico da doença de origem alimentar denominada listeriose. As listérias são bastonetes curtos Gram-positivos não esporulados, anaeróbios facultativos e amplamente encontrados na natureza (MARKEY *et al.*, 2013). Multiplica-se em uma larga faixa de temperatura (3°C – 45°C) e pH (5,6 – 9,6) (LAW *et al.*, 2015), tolera concentrações de sal

acima de 10% (SEELIGER *et al.*, 1986), meios com poucos nutrientes e é resistente a sucessivos congelamentos e descongelamentos, além de tratamentos de desinfecção (YAMAGUCHI *et al.*, 2013). Com base em seus antígenos somáticos e flagelares, a *Listeria monocytogenes* possui 13 sorotipos: 1/2a, 1/2b, 1/2c, 3a, 3b, 3c, 4a, 4ab, 4b, 4c, 4d, 4e e 7, sendo os sorotipos 1/2a, 1/2b e 4b mais frequentemente associados à listeriose humana (FDA, 2012). É um dos poucos microrganismos que cresce em temperatura de refrigeração, podendo resultar em um aumento do seu número durante a vida de prateleira do produto (TOTORA, FUNKE & CASE, 2012). Importante para as indústrias de alimentos é o fato de existirem cepas de *L. monocytogenes* que podem persistir por meses no ambiente de processamento, provocando contaminações recorrentes no produto final. Uma vez instalado na indústria é difícil de eliminar o microrganismo que encontra condições de umidade, temperatura, presença de matéria orgânica, que aliadas à sua capacidade de formar biofilmes, podem desencadear a colonização de superfícies de equipamentos e utensílios (UHITIL *et al.*, 2004; NALÉRIO *et al.*, 2009). Qualquer alimento fresco de origem animal ou vegetal pode apresentar números variados de *L. monocytogenes* (JAY, 2005). A bactéria tem sido isolada de diferentes alimentos como produtos cárneos crus e termo processados, lácteos, vegetais, frutos do mar e embutidos (FRANCO & LANDGRAF, 1996; HOBBS, 1999). O leite e seus derivados estão frequentemente associados com a transmissão de *L. monocytogenes*. Sua habilidade em tolerar pH ácido leva a especular que a *Listeria* sp. cresce em alimentos ácido-fermentados (ROBERTS & WIEDMANN, 2003).

Em pessoas saudáveis, o microrganismo geralmente causa apenas uma doença gastrointestinal não invasiva, com sintomas como febre, vômitos e ou diarreia (CDC, 2003). Em casos mais graves, o quadro clínico da doença inicia com sintomas parecidos com os da gripe, acompanhado de febre e dores musculares. Quando a infecção atinge o sistema nervoso podem ocorrer sintomas como dor de cabeça, torcicolo, confusão mental, perda de equilíbrio e convulsões (LOPES, 2007). A maioria das infecções invasivas (95%) é caracterizada por sepsis ou meningoencefalite (VOETSCH, A.C. *et al.*, 2007), mas também incluem meningite, encefalite e infecção intrauterina ou cervical em mulheres grávidas, que podem resultar em aborto espontâneo, parto prematuro ou nascimento de natimortos e infecções no recém-nascido como bacteremia e meningite (UHITIL *et al.*, 2004; LOPES, 2007).

A dose-resposta para *Listeria monocytogenes* não está bem estabelecida, sendo derivados de resultados com experimentos laboratoriais com roedores e modificados para humanos (CDC, 2003), sendo difíceis de se obter (HOELZER, K. *et al.*, 2013). Embora a dose-resposta de *L. monocytogenes* seja desconhecida até o presente momento, sabe-se que

pode variar conforme a cepa, a natureza da matriz do alimento contaminado e a suscetibilidade da vítima (UHITIL *et al.*, 2004; HOELZER *et al.*, 2013). Em pessoas suscetíveis, pouco mais de 10^3 ufc/g ou mL podem causar a doença (UHITIL *et al.*, 2004). A listeriose humana é uma infecção rara, mas potencialmente muito grave, associada a uma mortalidade de até 30%, mesmo quando o tratamento com um antimicrobiano adequado é administrado (LECUIT, 2007). Quando ocorre a meningite listérica, a mortalidade pode chegar a 70%, nos casos de septicemia essa taxa é de até 50%, enquanto que em infecções perinatais e neonatais é maior que 80%. Em infecções durante a gravidez a mãe normalmente sobrevive (FIB, 2011).

2.2.5 *Clostridium perfringens*

É um bastonete grande, anaeróbico obrigatório, Gram-positivo, formador de endósporos (TOTORA, FUNKE & CASE, 2012). Amplamente distribuído no ambiente e frequentemente encontrado no intestino do homem e dos animais, cresce bem entre 20 e 50°C com temperatura ótima em 45°C (HATHEWAY, 1990). Possui um rápido crescimento com tempo de geração de menos de 10 minutos em condições favoráveis e pode produzir mais de quinze tipos de toxinas (LINDSTRÖM, 2011). Uma amostra de solo pode conter entre 10^3 e 10^4 células viáveis/g de *C. perfringens*, do que se pode presumir que 50% de toda carne crua ou congelada contenha a presença do microrganismo (NOVAK, 2002). Os isolados de *C. perfringens* são comumente classificadas em cinco grupos, tipos A, B, C, D e E, com base em sua capacidade de produzir as principais toxinas letais conhecidas como alfa (CPA), beta (CPB), toxinas Epsilon (ETX) e iota (ITX) (GURAN *et al.*, 2013). Todos os tipos de *C. perfringens* causam enterotoxemia (ARAS *et al.*, 2015). Embora todas as cepas de *C. perfringens* sejam patogênicas para os animais, apenas as cepas A e C são nocivas para os seres humanos (GURAN *et al.*, 2013). Um grande número de células vegetativas, mais que 10^6 /g de alimento ingerido, são necessárias para iniciar os sintomas da doença, muitas dessas células são mortas quando expostas ao pH estomacal. No entanto, acredita-se que as condições ácidas encontradas após a passagem pelo trato intestinal desencadeiam a esporulação das células vegetativas (NOVAK, *et al.*, 2002). O quadro clínico se caracteriza por desordem intestinal de início súbito, cólicas abdominais e diarreia, que costumam aparecer entre 8 e 12 horas após a ingestão, seguido de recuperação em 24 horas. Vômito e febre geralmente estão ausentes (LOPES, 2007). Casos fatais são raros, sendo possíveis somente

em idosos e pessoas debilitadas (BOS *et al*, 2005). Um quadro mais sério, porém, raro pode ser causado pela ingestão de cepas tipo C que provocam dor abdominal aguda, diarreia sanguinolenta, vômitos, choque e peritonite com 40% de mortalidade. Essa enfermidade é conhecida como enterite (jejunité) necrótica (doença *pig-bel*) e é causada pela exotoxina beta. Essas enterites necróticas são quase sempre fatais (LOPES, 2007).

2.3 Avaliação de riscos na tomada de decisão em saúde pública

A tomada de decisão em segurança de alimentos envolve uma grande variedade de preocupações, tais como o impacto das doenças de origem alimentar para a saúde pública, a importância do setor agrícola e das agroindústrias para a economia e a percepção das partes envolvidas, ou seja, dos produtores, empresários e consumidores (HAVELAAR *et al*, 2007).

Inúmeras ferramentas de gestão de controle de qualidade têm sido propostas e utilizadas em diferentes áreas, como as cartas de controle de processo em engenharias (MONTGOMERY, 2012), e análise de modo e efeito de falhas na indústria farmacêutica (BARENDS *et al.*, 2012). A complexidade da produção de alimentos, envolvendo desde a produção primária, processamento até o consumidor, traz à tona a necessidade de uma ferramenta que ofereça aos pares envolvidos uma maneira de modelar as diferentes etapas do processo garantindo, ao mesmo tempo, transparência à análise. As estratégias para controlar riscos em alimentos evoluíram de requisitos genéricos de higiene para sistemas mais direcionados como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC. No entanto, embora o APPCC tenha mudado o foco para a identificação de perigos ao longo do processo de produção, essa ferramenta não avalia o risco associado ao consumo do alimento (FORSYTHE, 2013).

A avaliação dos riscos (AR) é uma parte do processo de análise de risco, sendo usualmente referida entre a gestão dos riscos e a comunicação dos riscos. Dentro do contexto de segurança dos alimentos, a AR pode ser definida como um processo de coleta e considerações, de base científica, dos efeitos adversos, conhecidos ou potenciais, resultantes da exposição aos perigos presentes nos alimentos (FAO/WHO, 2011). Com isso, uma das principais características da metodologia em questão é a transparência aos pares envolvidos possibilitando o entendimento das etapas envolvidas na avaliação. Especificamente relacionado à Medicina Veterinária podemos citar as avaliações de risco em alimentos seguindo as definições do *Codex Alimentarius* e para a saúde animal as avaliações de risco em saúde animal, principalmente para importações, que seguem as definições da Organização

Internacional para a Saúde Animal (OIE). Genericamente, ambos se referem à avaliação de ocorrência de um determinado efeito adverso e suas consequências, entretanto, diferenças podem ser observadas em relação às estruturas das avaliações (EFSA, 2012).

Por seu caráter mais voltado para comércio internacional, o modelo proposto pela OIE segue as seguintes etapas: Identificação dos perigos, avaliação de entrada, avaliação de exposição, probabilidade de ocorrência, avaliação das consequências e estimação dos riscos, abrangendo mais a introdução de doenças em saúde animal em uma região ou país (DUFOUR et al., 2011). Por outro lado, o *Codex* adota uma metodologia que se baseia mais em saúde humana, seguindo os passos de identificação do perigo, caracterização do perigo, avaliação de exposição e por fim a caracterização dos riscos (CAC/GL 63, 2007).

2.3.1 Identificação dos perigos

Em ambos os modelos preconizados pelos organismos internacionais a identificação dos perigos é a primeira etapa, sendo de extrema importância para o processo. Perigo é o agente que leva a um dano potencial, por exemplo, um microrganismo patógeno que pode causar efeitos adversos em uma população (OIE, 2006). A etapa de identificação dos perigos é um passo essencial, devendo ser realizado antes de qualquer avaliação de risco (OIE, 2008). As informações sobre os perigos devem vir de fontes confiáveis como a literatura científica, dados epidemiológicos, consulta a especialistas e organismos internacionais (CDC, 2009). Informações sobre as características fisiológicas, clínicas e epidemiológicas do agente (crescimento, inativação, sobrevivência, características da doença, habitat, transmissão, ocorrência em humanos e nos produtos de origem animal) devem ser pesquisadas para cada um dos perigos (GONZÁLEZ, 2011).

2.3.2 Caracterização do Perigo

Nesta etapa deve ser elaborado um perfil da natureza e extensão dos efeitos adversos à saúde associados aos perigos microbiológicos que podem estar presentes no alimento (OPAS, 2008). Caso tenham dados disponíveis, uma avaliação da dose-resposta deve ser realizada (FOSYTHE, 2013). A avaliação de dose-resposta é o elo crucial entre a exposição ao alimento e o resultado adverso que causa à saúde humana (COLEMAN & MARKS, 1999). A avaliação da dose-resposta estima a severidade dos efeitos adversos e seus impactos à saúde, através de dados de taxas de infecção, morbidade e mortalidade (SANT'ANA & FRANCO, 2009).

2.3.3 Avaliação da Exposição

Esta etapa consiste na avaliação da probabilidade de que uma pessoa seja exposta ao perigo analisado via consumo de um determinado alimento. De forma geral descreve os caminhos pelos quais o perigo entra na cadeia alimentar e é disseminado na produção, distribuição e no consumo do alimento (FORSYTHE, 2013). Requer dados da ocorrência do patógeno, distribuição no alimento, parâmetros de crescimento, declínio e dados de consumo (COLEMAN & MARKS, 1999). Indica a quantidade do perigo que a população pode estar exposta, é estimada através dos níveis de perigo nas matérias-primas, nos ingredientes e insumos incorporados aos alimentos. Estes dados são combinados com as informações de consumo do alimento pela população para avaliar a exposição ao perigo durante um determinado período (OPAS, 2008).

2.3.4 Risco

Não há apenas uma definição do que seja o risco. Por exemplo, segundo o *Codex*, a caracterização do risco é a estimativa qualitativa e/ou quantitativa da probabilidade da ocorrência e da gravidade de um efeito adverso, conhecido ou potencial, em uma determinada população (CODEX, 2003). De acordo com a FAO risco é definido como a probabilidade de ocorrência e os efeitos adversos associados a um evento indesejado em uma dada população baseado nas etapas de identificação de perigos, caracterização de perigos e avaliação de exposição (FAO, 2009). Em ambas as definições fica claro que o risco é uma estimativa de quão provável é um evento adverso. Isso trás consigo a ideia de que risco está baseado em duas dimensões: 1) probabilidade de ocorrência e 2) possíveis consequências associadas ao evento. Entretanto, Gardoni e Murphy (2014) propõem uma terceira dimensão para o risco: 3) a fonte, que se refere aos agentes envolvidos na criação ou manutenção do risco. Os autores propõem uma escala de risco para guiar o processo de comparação e avaliação de risco com base nessas três dimensões. Assim, a estimativa do risco seria em função de:

$$f(\text{probabilidade} * \text{consequência} * \text{fonte}) \quad (1)$$

3 PROBLEMA DE PESQUISA

Os serviços de saúde animal e humana executam uma série de ações com o intuito de promover a saúde pública. Os alimentos podem ser fonte de infecção de inúmeros patógenos que eventualmente contaminam o produto ao longo da produção. A existência de reservatórios, a complexidade do processo de produção, forma de consumo e preparo são critérios que influenciam nos riscos de um produto causar uma doença na população. O monitoramento microbiológico de produtos de origem animal, ao final, tem como objetivo promover a segurança dos alimentos pela detecção de patógenos e consequente intervenção do estabelecimento. No entanto, a grande diversidade de estabelecimentos e de produtos que apresentam probabilidades distintas de contaminação e, conseqüentemente, oferecem riscos de diferentes magnitudes, tornam complexa a execução de um programa de monitoria.

Visto que o resultado final dos sistemas de vigilância é a promoção da saúde pública, o problema é saber se a vigilância microbiológica está sendo efetiva. A alocação de atividades de vigilância em função da probabilidade de eventos é conhecida como vigilância baseada em risco e torna o processo mais eficiente. Sendo assim, é importante saber “Quais são os níveis de risco microbiológico para a saúde humana pelo consumo de produtos de origem animal sob inspeção estadual levando em consideração os patógenos, tipo de produto consumido e o estabelecimento onde ele foi produzido?”.

4 HIPÓTESE

A avaliação dos riscos permitirá que se tenha uma visão geral do perfil de riscos de produtos de origem animal levando em conta a fonte de produção, possibilitando que futuras medidas de vigilância microbiológicas adotadas sejam direcionadas ao risco.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivos gerais

Desenvolver uma metodologia de avaliação qualitativa de riscos para auxiliar na estratégia da vigilância microbiológica de produtos de origem animal.

5.2 Objetivos específicos

1. Adaptar a técnica utilizada por Gardoni e Murphy (2014) no estudo de avaliação qualitativa de risco para ser utilizada no monitoramento microbiológico dos produtos de origem animal produzidos por empresas sob inspeção estadual, introduzindo a dimensão da fonte, ou seja, o estabelecimento, como componente da caracterização dos riscos;
2. Organizar resultados dos laudos de análises microbiológicas de produtos disponíveis em arquivos da DIPOA em um banco de dados para realizar a validação do modelo;
3. Avaliar o histórico de autuações das empresas com registro na DIPOA com objetivo de criar um ranqueamento dessas empresas que servirá para a dimensão fonte da avaliação de risco.

6 METODOLOGIA

6.1 Visão geral do modelo

A avaliação de riscos teve como pergunta a ser respondida: “Quais são os níveis de risco microbiológico para a saúde humana pelo consumo de produtos de origem animal sob inspeção da CISPOA do Rio Grande do Sul levando em consideração os patógenos, tipo de produto consumido e o estabelecimento onde ele foi produzido?” Por produtos de origem animal, aqui se entendem produtos cárneos derivados de três espécies: bovinos, suínos e aves, excluindo-se, portanto, produtos de caça e lácteos. O modelo foi baseado nas diretrizes da FAO (2009) com as etapas de: identificação de perigos, caracterização dos perigos, avaliação da exposição e caracterização do risco (Figura 1). A estimativa de risco microbiológico é oriunda da interação da probabilidade de adoecer pela exposição a um produto contaminado (probabilidade de ocorrência) e suas consequências (caracterização dos riscos). No entanto, uma terceira dimensão foi introduzida ao conceito de risco, que é a fonte (ou estabelecimento), conforme sugerido por Gardoni e Murphy (2014) (fórmula 1).

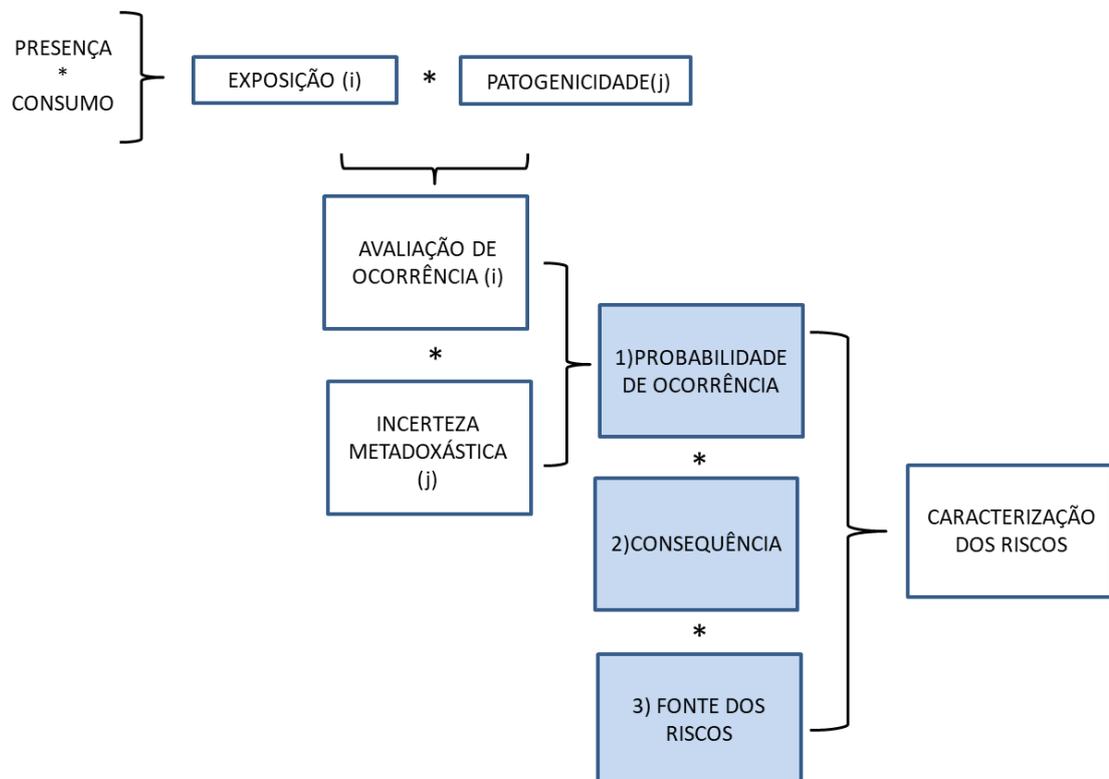


Figura1 - Esquema metodológico da avaliação de riscos. Os “*” significam interação entre as dimensões modeladas. As chaves indicam o resultado da interação. Em destaque (azul) as dimensões de risco.

As escalas de risco foram estabelecidas da interação entre *probabilidade * consequência * fonte*. Em cada dimensão de risco foi aplicada uma matriz que definiu os níveis “N” de cada dimensão, que combinados determinaram a escala final de risco (de 1 a 10) para cada combinação de patógeno/produto/espécie/estabelecimento.

6.2 Identificação do perigo

Os perigos foram determinados considerando a legislação vigente para padrões microbiológicos para alimentos, a RDC nº 12 de 02/01/2001 – ANVISA (ANVISA, 2001). Essa é a legislação utilizada pela Secretaria da Agricultura para monitoramento dos produtos produzidos pelas empresas com registro no âmbito de inspeção estadual. Para cada perigo foi realizado levantamento de dados na literatura sobre as características físicas, clínicas e epidemiológicas e fatores intrínsecos e extrínsecos que influenciam sua sobrevivência e multiplicação ao longo da cadeia de produção (anexo I).

6.3 Probabilidade de Ocorrência (dimensão 1 do risco)

Essa dimensão é o resultado da interação entre a avaliação de ocorrência de uma infecção causada por um perigo e a incerteza metadoxástica. A determinação dos níveis “N” desta dimensão compreende uma série de processos (Figura 1) como explicada a seguir.

6.3.1 Avaliação de ocorrência

A avaliação da ocorrência diz respeito à interação entre a exposição e a patogenicidade (dose-resposta). Abaixo serão descritas cada sub-dimensão utilizada para a composição da avaliação de ocorrência.

6.3.1.1 Avaliação de exposição (*presença * consumo*)

A avaliação de exposição diz respeito à alteração da presença inicial dos agentes patógenos ao longo do processamento do alimento dentro da indústria e do volume consumido, ou seja, é o resultado da interação *presença do perigo no produto final*consumo* (Figura 1).

6.3.1.1.1 Avaliação de presença

Para acessar a probabilidade de presença de um patógeno no produto, foi avaliada a influência de cada etapa do processamento do produto a partir da presença inicial do patógeno (Anexo II). A presença inicial dos patógenos consiste na prevalência dos perigos nas espécies animais que originam o produto. Foi considerado desde o recebimento da matéria-prima ou abate do animal no caso de matadouros frigoríficos com fábrica, até o produto final pronto para ser expedido. A modulação da transmissão do perigo ao longo do processamento do produto foi definida de acordo com o conceito de processo modular de riscos proposto por Nauta (NAUTA, 2002) (Tabela 1).

Tabela 1 - Efeito qualitativo dos processos utilizados ao longo da cadeia de produção de produtos de origem animal sobre a prevalência dos perigos.

Processo	Prevalência
Contaminação cruzada	Aumento
Inativação	Redução
Crescimento	Sem alteração
Remoção	Redução

Adaptado de Nauta (2002)

Os produtos foram agrupados conforme o conjunto de processos que a matéria prima foi submetida, como descrito no Anexo III. Para cada processo que o produto é submetido (corte, moagem, fermentação, cozimento, etc.) foram atribuídos valores indicando a alteração do nível de presença até o produto final, utilizando um fluxograma geral para a presença (Figura 2). O aumento ou a diminuição dos níveis em cada etapa do fluxo foram determinados pelos efeitos previamente descritos na Tabela 1.

Desta forma, a avaliação da presença é uma descrição qualitativa da probabilidade da contaminação em um determinado produto com um dado perigo levando em consideração as etapas do processo que podem aumentar ou reduzir a presença do patógeno (Tabela 2).

Tabela 2 - Descrição das medidas qualitativas de exposição a um perigo pelo consumo de produtos de origem animal pós-processamento.

Descrição	Exemplo
Raro	Contaminação poderia ocorrer em circunstâncias excepcionais
Possível	Contaminação poderia ocorrer em um dado momento
Provável	Contaminação poderia ocorrer na maioria das circunstâncias

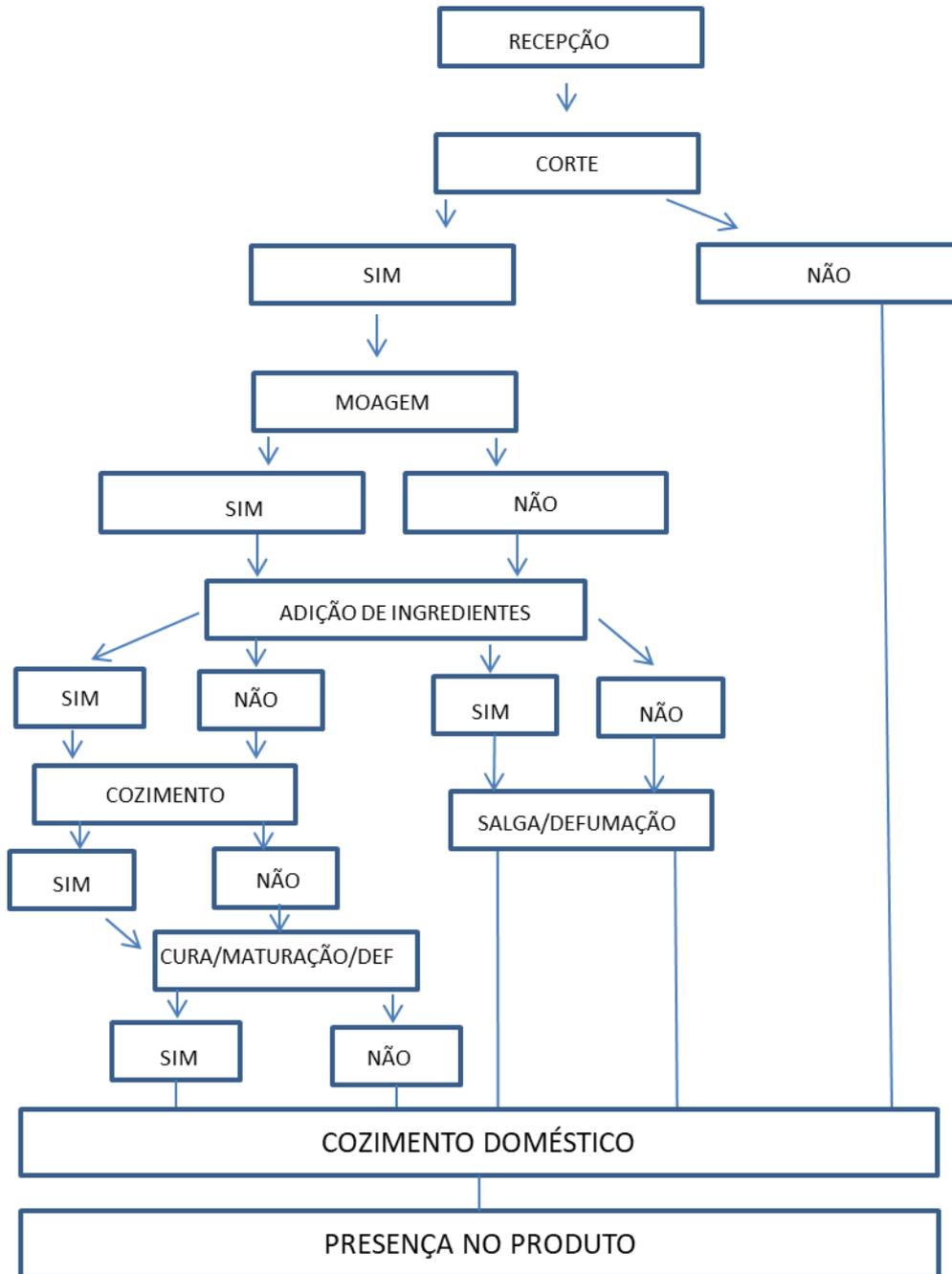


Figura 2 - Árvore decisória utilizada para estimar a presença de perigos nos produtos avaliados nesta avaliação de riscos.

6.3.1.1.2 Avaliação do consumo

O volume de produtos industrializados produzidos pelas empresas com registro na DIPOA foi utilizado como indicativo de nível de consumo. Para avaliar o volume de cada produto consumido foi utilizada a base de dados da SEAPDR, o SDA, onde as empresas declaram mensalmente o volume de produção por produto produzido em Kg. A extração dos

dados foi referente à produção do ano de 2016. Os valores de produção foram separados por quartis para calcular o volume de produção. Produtos com produção de até 3.574.430,5 Kg/ano foram considerados com volume baixo de produção (B); produtos entre >3.574.430,5 e 19.193.921 Kg/ano foram considerados com nível médio de produção (M) e produtos com produção acima de 19.193.921 Kg/ano como volume alto de produção (A) (Tabela 3).

Tabela 3 – Classificação do volume de produção de produtos oriundos de estabelecimentos registrados na DIPOA (ano de 2016).

Processo	Produtos	Volume de produção (kg)	Classificação
Frescais	Carnes "in natura", cortes cárneos, miúdos	325.064.263	A
Frescais com processamento	Almôndegas, hambúrgueres, bolo de carne, carne moída, linguiças frescais	19.936.813	A
Cozidos	Apresentado, blanquet de peru, chester, fiambre, pão de carne, galantina, lanche, lombo cozido, morcela, mortadelas, paleta cozida, pastas, patês, peito de ave cozido, presunto cozido, salsicha, linguiças cozidas	31.599.013	A
Salgados	Produtos cárneos salgados (orelha, pés, rabo suíno), charque	315.754	B
Curados/maturados	Copa, bressaola, presunto cru, linguiças	19.193.921	M
Dessecados/defumados	Bacon, produtos cárneos defumados	3.131.469	B
Fermentados	Salames	4.017.392	B

Dessa forma, a interação entre o resultado da presença de um determinado patógeno no produto final após o processamento e consumo resultou na exposição. A matriz de interação para a exposição está ilustrada na tabela 4.

Tabela 4 – Matriz de interações entre as dimensões do modelo utilizada no processo para estimar a exposição.

Presença	Consumo		
	Baixo	Médio	Alto

Baixa	Baixa	Baixa	Média
Média	Média	Média	Média
Alta	Média	Alta	Alta

6.3.1.2 Dose-resposta (patogenicidade)

A caracterização dos perigos foi feita de forma qualitativa e utilizou informações acerca das características relevantes de cada perigo em especial a patogenicidade e os efeitos adversos esperados (Anexo I). A patogenicidade é a capacidade de um agente (i.e. perigo) causar uma doença, lesão ou sintoma específico e foi utilizada, neste contexto, para suprir a falta de informações acerca da dose resposta associada aos perigos avaliados. Após essa revisão de literatura, os perigos foram classificados quanto à patogenicidade conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Níveis de patogenicidade para cada perigo microbiológico considerado na avaliação de riscos.

Nível	Definição
Alto	Perigos de alta patogenicidade pela via digestiva e a maioria dos indivíduos expostos a poucas unidades teriam uma infecção alimentar
Moderado	Perigos de moderada patogenicidade sendo que a maioria dos indivíduos expostos teria um quadro de infecção alimentar com doses médias e altas
Baixo	Perigos de baixa patogenicidade para indivíduos expostos, mas reconhecidamente patogênicos a grupos específicos da população

Com isso, a interação da avaliação da exposição e a patogenicidade (dose-resposta), gera a avaliação de ocorrência (Tabela 6)

Tabela 6 – Matriz de interações entre as exposição e patogenicidade para estimar a avaliação de ocorrência

Exposição	Patogenicidade		
	Baixa	Média	Alta
Baixa	Baixa	Baixa	Média

Média	Média	Média	Média
Alta	Média	Alta	Alta

6.3.2 Incerteza metadoxástica

Há duas classes de incertezas: as endoxásticas e as metadoxásticas. As incertezas endoxásticas são incluídas nas análises de riscos normalmente estando relacionadas com a aleatoriedade (incertezas aleatórias, i.e., a probabilidade) e da falta de informação acerca do parâmetro, assunto em questão (incertezas epistêmicas). As incertezas epistêmicas são reduzidas pelo uso de medidas mais acuradas e maior número de amostras coletadas (GARDONI & MURPHY, 2014).

A incerteza metadoxástica indica o grau de confiança que nós temos na precisão da quantificação das probabilidades. Reflete a incerteza sobre se o modelo utilizado para um risco particular é correto. Os níveis de incerteza metadoxástica utilizados foram: *alta confiança*, *média confiança* e *baixa confiança*. Nesta análise, a incerteza metadoxástica foi aplicada ao processo específico de produção de um produto para avaliar o grau de confiança sobre a efetividade do processo. Ou seja, avaliar a capacidade do processo em produzir um efeito real de redução da carga microbiana bem como o seu efeito sobre a contaminação e/ou crescimento microbiano:

Incerteza baixa: Alta confiança na capacidade de modelar o processo. Isto é, sabemos por subsídios técnicos ou científicos sobre o impacto do processo em aumentar reduzir ou eliminar os perigos.

Incerteza média: Média confiança na capacidade de modelar o processo. Há poucas informações ou legislações sobre o processo. Processos podem aumentar/reduzir/eliminar os perigos em menor grau, dependendo de alguns fatores não estabelecidos tecnicamente ou em normativas.

Incerteza alta: Baixa confiança na capacidade de modelar o processo. Ausência total de embasamento técnico científico ou legislação. Não há conhecimento sobre o quanto este processo é capaz de garantir aumento/redução/eliminação dos perigos.

Com base na classificação acima, bem como na revisão dos processos de obtenção dos produtos de origem animal avaliados (Anexo III), cada produto foi classificado em relação à incerteza metadoxástica (Tabela 7).

Tabela 7 - Nível de incerteza associado aos procedimentos de obtenção de produtos de origem animal.

Processo	Incerteza
Frescal	Incerteza baixa
Corte/moagem	Incerteza média
Cozimento	Incerteza baixa
Cura/maturação	Incerteza média
Defumação/dessecação	Incerteza alta
Fermentação	Incerteza média
Salga	Incerteza média
Pasteurização	Incerteza baixa
Esterilização	Incerteza baixa

A avaliação de ocorrência de um evento adverso, i.e., toxinfecção alimentar pelos perigos avaliados por meio do consumo dos produtos produzidos sob inspeção estadual é entendida aqui como a interação da exposição e da dose-resposta. Entretanto, a probabilidade de ocorrência será obtida pela interação da avaliação da ocorrência e da incerteza metadoxástica. Desta forma é importante a diferenciação ente avaliação de ocorrência e probabilidade de ocorrência, esta última que incorpora incertezas de modelagem. A matriz para estimar os níveis da probabilidade de ocorrência está descrita na Tabela 8.

Tabela 8 – Matriz para a determinação da probabilidade de ocorrência (Dimensão 1 do risco).

Confiança no processo (Incerteza Metodoxástica)	Avaliação da Ocorrência (exposição*dose-resposta)		
	Raro	Possível	Provável
Alta	N1	N2	N3
Média	N1	N2	N3
Baixa	N2	N3	N3

6.4 Avaliação de consequências (dimensão 2 do risco)

Foi realizada uma revisão narrativa de literatura para classificar a magnitude da doença na população. Também foi feito um levantamento de surtos ocorridos com os perigos previstos para classificar as consequências em 3 níveis (Tabela 9). Com esses dados, chegou-se a definição dos seguintes níveis de consequências:

Menor: Sintomas gastrintestinais, não há perigo de morte, não há sequelas, internação/hospitalização, sem (ou pouco) prejuízos financeiros à sociedade. Não tem efeito grave em grupos específicos.

Moderada: Sintomas gastrintestinais, pode haver algumas sequelas, o perigo de morte é baixo, pode haver internação/hospitalização e tratamento com algum prejuízo financeiro à sociedade. Sintomas observados em grupos específicos com mais gravidade que na população em geral.

Severa: Sintomas gastrintestinais graves, sequelas graves, hospitalização, tratamento longo e alto prejuízo financeiro à sociedade. O perigo de morte é considerável. Graves efeitos em grupos específicos e também na população em geral.

Tabela 9 - Classificação qualitativa dos perigos quanto aos efeitos adversos esperados.

Perigo	Grupos específicos ¹	População em geral ²	Nível
<i>Salmonella</i> [não tífica]	Lesões em órgãos, meningites, osteomielites, problemas renais	Diarreia, febre, dores abdominais e vômitos	N2
<i>Listeria monocytogenes</i>	Sepse, meningoencefalite, meningite, infecção intrauterina ou cervical, aborto espontâneo, nascimento de natimortos	Doença gastrointestinal não invasiva, febre, vômitos, diarreia	N3
<i>E. coli</i> [STEC]	Diarreias sanguinolentas, colites hemorrágicas, síndrome hemolítica urêmica, púrpura trombocitopênia trombótica, insuficiência renal e morte	Nenhum sintoma a diarreia leve, que pode evoluir para complicações graves	N3
<i>Clostridium perfringens</i>	Cólicas abdominais, diarreia aquosa, desidratação severa que duram mais tempo e costumam ser mais severas	Cólicas abdominais, diarreias aquosa, desidratação severa	N1
<i>Staphylococcus aureus</i>	Náuseas, vômitos, cólicas abdominais, diarreia, desidratação grave	Náuseas, vômitos, cólicas abdominais, diarreia, desidratação grave	N1

¹ Grupos específicos: os efeitos adversos ocorrem principalmente em estratos mais vulneráveis da população, como gestantes, idosos e crianças; ² População em geral: os efeitos da doença podem ocorrer em qualquer indivíduo.

6.5 Fonte (dimensão 3 do risco)

De forma geral o risco é caracterizado em duas diferentes dimensões: i) probabilidade de ocorrência de um efeito adverso e ii) magnitude das consequências associadas ao efeito

adverso (FAO, 2011). Entretanto, de acordo com Gardoni e Murphy (2014), há ainda que ser levado em conta a *origem do risco* (i.e. qualquer fator que crie ou mantenha o risco) (WOLFF, 2006). A “origem do risco”, definida como uma dimensão, pode ser determinada pela relação entre as sub dimensões de: i) voluntariedade; ii) relação de quem expõe vs. quem é exposto ao risco e iii) causa e responsabilidade (chamada de culpabilidade daqui em diante) (Figura 3).

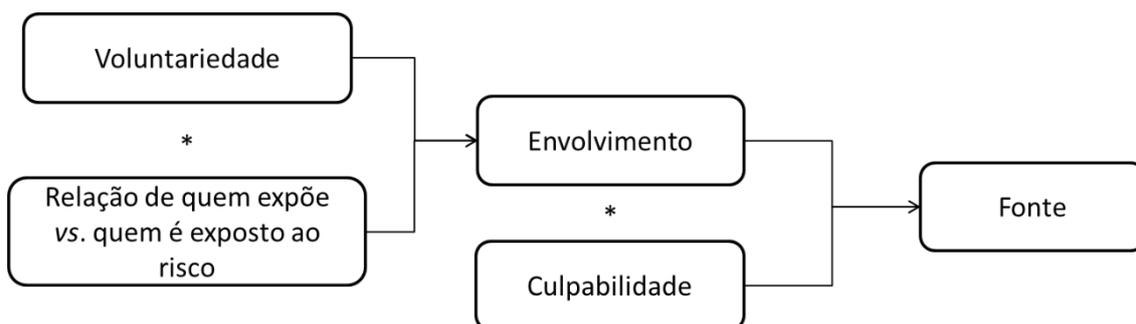


Figura 3 - Diferentes sub dimensões que compõem a dimensão de fonte e suas interações.

A interação entre os itens i (voluntariedade) e ii (relação de quem expõe vs. quem é exposto ao risco) acima é chamada de “*escala de envolvimento*”. Sendo a dimensão de “voluntariedade” classificada como (totalmente voluntário, parcialmente voluntário ou involuntário) e a relação entre quem causa o risco e quem é posto em risco como (auto-imposto ou imposto por outros). Podemos assumir que todos os riscos analisados neste trabalho são impostos por outros (comercialização de produtos de origem animal destinados a terceiros), logo a escala de “envolvimento” será igual à “voluntariedade” (Tabela 10).

Tabela 10 - Níveis qualitativos de voluntariedade utilizados para a escala de envolvimento.

Voluntariedade	Escala de envolvimento	Definição
Totalmente voluntário	1	Individuo fortemente consciente do risco e em plenas condições de evita-lo
Parcialmente voluntário	2	Tanto a consciência quanto o controle do risco são parciais

Para fins de classificação, foram utilizadas as seguintes instruções:

Totalmente voluntário: não se aplica à comercialização de produtos de origem animal.

Parcialmente voluntário: produtos que necessitam de tratamento térmico antes de serem consumidos, ou seja, o consumidor pode escolher se submeter ao risco ou não. Porém, não podemos supor que o consumidor tenha total ciência e total habilidade de prevenir o risco.

Involuntário: produtos prontos para o consumo (sem necessidade de tratamento térmico) nos quais o consumidor não tem como escolher a se submeter ao risco.

O item iii, culpabilidade, captura a essência moral de como criamos ou permitimos riscos. É importante ressaltar que uma vez que os riscos são sempre impostos por terceiros, os níveis de culpabilidade serão sempre diretos (i.e. advindo de um processo não natural) e atribuídos aos estabelecimentos, sendo avaliados como a relação entre o número de vezes que um estabelecimento repete a mesma infração (legislação vigente sobre alimentos de origem animal) e o tamanho da sua produção (10.000 ton/ano). Se, mesmo após advertência, o estabelecimento mantém as mesmas práticas incorretas, podemos supor que há, além da ciência da potencial exposição de seus consumidores, a intenção em continuar essa exposição de forma que, quanto maior a incidência de infrações a culpabilidade se desloca de não culpável até falha proposital, sendo classificada em quatro níveis (Tabela 11).

Tabela 11 - Níveis qualitativos utilizados para a escala de culpabilidade de acordo com a incidência normatizada pela produção.

Escala de culpa	Definição
1	Estabelecimentos com menos de 2 reincidências a cada 10.000 ton/ano
2	Estabelecimentos com 2 a 5 reincidências a cada 10.000 ton/ano
3	Estabelecimentos com 5 a 10 reincidências a cada 10.000 ton/ano
4	Estabelecimentos com mais de 10 reincidências a cada 10.000 ton/ano

Foram analisados os dados de 172 estabelecimentos durante o ano de 2016, contabilizando ao todo 1959 infrações, em que 66,9% tiveram escala de culpa 1, 12,6 % escala 2, 9,7 % escala 3 e 10,6 escala 4. As infrações consideradas estão no Anexo IV.

Por fim, a **fonte dos riscos** é o produto da interação entre a escala de envolvimento e a culpabilidade. Neste caso, como a escala de envolvimento é igual à voluntariedade, a fonte será o produto direto da voluntariedade e envolvimento (Tabela 12).

Tabela 12 - Interação entre as sub dimensões de envolvimento e culpabilidade resultando na fonte dos riscos em três níveis.

Culpabilidade	Voluntariedade	
	2	3
1	N1	N2
2	N2	N3
3	N2	N3
4	N3	N3

Desta forma a fonte ou origem fica classificada em três níveis (N1-N3), sendo uma dimensão que incide sobre cada estabelecimento. Em outras palavras, o risco, usualmente definido como uma interação de probabilidade de ocorrência de um evento adverso e as consequências associadas será caracterizado como:

$$R_{i,j,k,l} = \text{Probabilidade de ocorrência}_{i,j,k} * \text{Efeito adverso}_i * \text{fonte}_l' \quad (2)$$

Em que:

i é o índice dos i-ésimos perigos avaliados;

j é o índice dos j-ésimos produtos avaliados;

k é o índice dos k-ésimos espécie animal avaliada.

l é o índice dos l-ésimos estabelecimentos avaliados

Para fins ilustrativos, se tivermos cinco perigos, sete produtos em 100 estabelecimentos com três espécies animais, haverá 100.500 riscos caracterizados (i.e. $5*7*100*3=10.500$). Em termos práticos, nem todos os estabelecimentos estarão caracterizados para todos os produtos. De qualquer forma o risco caracterizado em três

dimensões permite que se observe se há diferentes níveis de risco, para mesmo perigo em diferentes estabelecimentos.

6.6 Caracterização dos riscos (escala dos riscos)

Por fim, a caracterização dos riscos é a interação entre as três dimensões: probabilidade de ocorrência, avaliação das consequências e a fonte dos riscos (Tabela 13). Esta interação foi proposta por Gardoni & Murphy (2014), sendo baseada nas possíveis combinações de cada dimensão do risco, dando igual importância a cada uma delas.

Tabela 13 - Níveis de risco de acordo com as dimensões de probabilidade de ocorrência, consequências e fonte.

Probabilidade de ocorrência	Consequências	Fonte dos riscos	Escala de risco
N1	N1	N1	1
N2	N1	N1	2
N1	N2	N1	
N1	N1	N2	
N1	N2	N2	3
N2	N1	N2	
N2	N2	N1	
N2	N2	N2	4
N3	N1	N1	5
N1	N3	N1	
N1	N1	N3	
N3	N2	N1	6
N3	N1	N2	
N2	N3	N1	
N1	N3	N2	
N2	N1	N3	
N1	N2	N3	
N3	N2	N2	7
N2	N3	N2	
N2	N2	N3	
N1	N3	N3	8
N3	N1	N3	
N3	N3	N1	
N2	N3	N3	9
N3	N2	N3	
N3	N3	N2	
N3	N3	N3	10

6.7 Modelo Misto

Com os resultados das escalas de risco em cada combinação (cenário de referência) foi realizado um modelo misto considerando o perigo, espécie animal e produto como efeitos fixos e os estabelecimentos (fonte de risco) como o efeito aleatório. Os objetivos da realização do modelo misto foram: 1) avaliar os efeitos das variáveis sobre a escala de risco pela estimativa da média marginal (valores preditos); 2) estimar o percentual da variação de risco devido aos estabelecimentos pelo cálculo da correlação intraclasse (ICC); 3) exemplificar com dados estimados do modelo as diferenças encontradas na escala de risco para o mesmo perigo, tipo de produto e espécie animal em estabelecimentos com intercepto mais baixo (menor risco) e mais alto (maio risco); 4) utilizar as estimativas do modelo para criar uma “calculadora de risco” que poderá ser utilizada como ferramenta para vigilância direcionada ao risco.

O ICC foi calculado da seguinte forma:

$$ICC = \frac{\text{variância entre macrounidades}}{\text{variância total}} \quad (3)$$

As macrounidades do modelo são os estabelecimentos (fonte de risco) e a variância total é dada pela soma da variância populacional entre as macrounidades e os resíduos. O modelo foi feito no SAS Studio utilizando o procedimento PROC MIXED; as médias marginais foram obtidas utilizando o comando “lsmeans” e os valores preditos do modelo para cada combinação de estabelecimento, perigo, espécie e produto foram exportadas em planilha Excel utilizando o comando “outp”. O comando “plots=residualpanel” foi utilizado para avaliar os resíduos. A sintaxe completa utilizada encontra-se no anexo V.

6.8 Análise de sensibilidade

As análises de sensibilidade foram primeiramente feitas de forma univariada, testando a variação no risco final mediante a alteração da presença inicial para os níveis mínimos e máximos (Cenários i e ii). Posteriormente, análises multivariadas foram feitas criando dois cenários: iii) Alta pressão de contaminação nos rebanhos (presença inicial alta) e fonte dos riscos no nível 1 e iv) Baixa pressão de contaminação nos rebanhos (presença inicial baixa) e fonte de risco no nível 3.

6.9 Validação do modelo

O modelo foi validado utilizando os dados dos laudos das análises microbiológicas realizadas em produtos produzidos em estabelecimentos registrados na DIPOA. Para tanto, foi criado um formulário de entrada no Software Epi Info 7 (CDC) para administração da entrada, armazenamento e viabilização da análise estatística (Figura 4). Os dados foram extraídos em planilha Excel em que cada linha corresponde a uma amostra para exame microbiológico realizada em um produto de um estabelecimento.

Figura 4 – Modelo de formulário para entrada e armazenamento dos laudos do monitoramento microbiológico de produtos de origem animal das empresas registradas no DIPOA.

Para a análise estatística de validação, os dados foram agrupados de forma que cada linha (unidade de análise) correspondesse à combinação do estabelecimento/produto/perigo/espécie, em que o número de análises realizadas e o número de não conformidades foram calculados.

Dados de laudos microbiológicos foram digitados durante os anos de 2015 a 2017 e o número de laudos positivos foi modelado em função do risco predito pela avaliação de riscos por meio de uma regressão binomial negativa: $\hat{y}_i = e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \text{Risco}_i}$, onde \hat{y}_i é o número estimado de laudos positivos, $\hat{\beta}_0$ é o coeficiente ajustado da regressão significando o valor esperado no número de laudos positivos (log) quando o risco é 1. O coeficiente $\hat{\beta}_1$ é o efeito do aumento

em uma unidade do risco no número de laudos positivos (log). O número de amostras coletadas foi usado como variável *offset* no modelo.

7 RESULTADOS

7.1 Distribuição dos riscos (estatística descritiva)

Foram analisadas 2770 combinações de estabelecimentos/produto/espécie/patógeno referentes a 152 CISPOAS, nas quais não foram observadas situações com risco 1. O maior número de ocorrências das escalas de risco foram as 6, 7 e 9 e as menores para os riscos 4 e 5 (Figura 5).

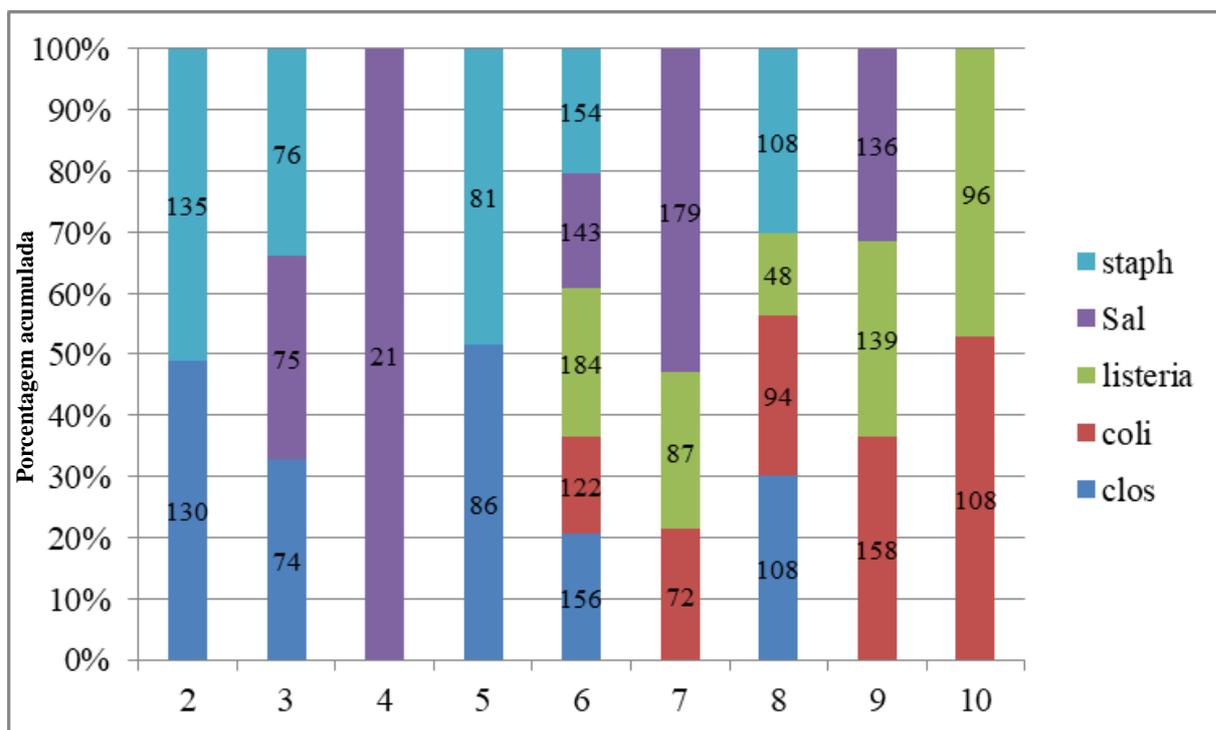


Figura 5 - Distribuição de frequências acumuladas dos 2770 níveis de risco avaliados. Nas barras estão as contagens de classificação de riscos para cada perigo.

Quando analisamos a distribuição dos riscos associada com as sete categorias dos produtos por espécie animal observamos que para o nível de risco 2 temos somente os produtos frescos e salgados de todas as espécies avaliadas. Os níveis de risco 6, 7 e 9 aparecem associados com todas as categorias de produtos. Os valores das medianas dos níveis de risco são mais altos para a espécie suína, onde também se observa que para as categorias de produtos curados/maturados, dessecados/defumados e fermentados o nível de risco mínimo foi 6. Somente os microrganismos *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes* estiveram associados com nível de risco 10 (Tabela 14).

Tabela 14 - Valores mínimos, máximos e mediana dos 2770 níveis de risco distribuídos conforme matéria prima, produtos e espécie animal.

Materia	Produtos	Mediana	Mínimo	Máximo
Prima				
AVE	Frescal	6	2	9
	Frescal proc	6	5	10
	Cozido	7	3	9
	Curado/mat	0	0	0
	Dessec/def	9	6	10
	Fermentado	0	0	0
	Salgado	0	0	0
BOVINA	Frescal	3	2	9
	Frescal proc	6	5	10
	Cozido	6	3	9
	Curado/mat	8	6	10
	Dessec/def	0	0	0
	Fermentado	0	0	0
	Salgado	5	2	9
SUÍNA	Frescal	6	2	9
	Frescal proc	6	5	10
	Cozido	7	3	9
	Curado/mat	8	6	10
	Dessec/def	8	6	10
	Fermentado	9	6	10
	Salgado	6	2	9

Frescal proc: frescal processado; curado/mat: curado/maturado; dessec/def: dessecado/defumado. O valor “0” indica que não há aquele tipo de produto registrado para aquela categoria/espécie.

Empresas classificadas como nível de fonte 1 estão associadas com risco variando de 2 a 8, sendo que os riscos 2 e 5 somente estão associados com empresas classificadas no nível de fonte 1 (Figura 6). Os patógenos associados com estes níveis de risco foram *Staphylococcus* coagulase positiva e *Clostridium* sulfito redutor. Estabelecimentos classificadas como nível de fonte 3 apresentaram risco variando de 6 a 10.

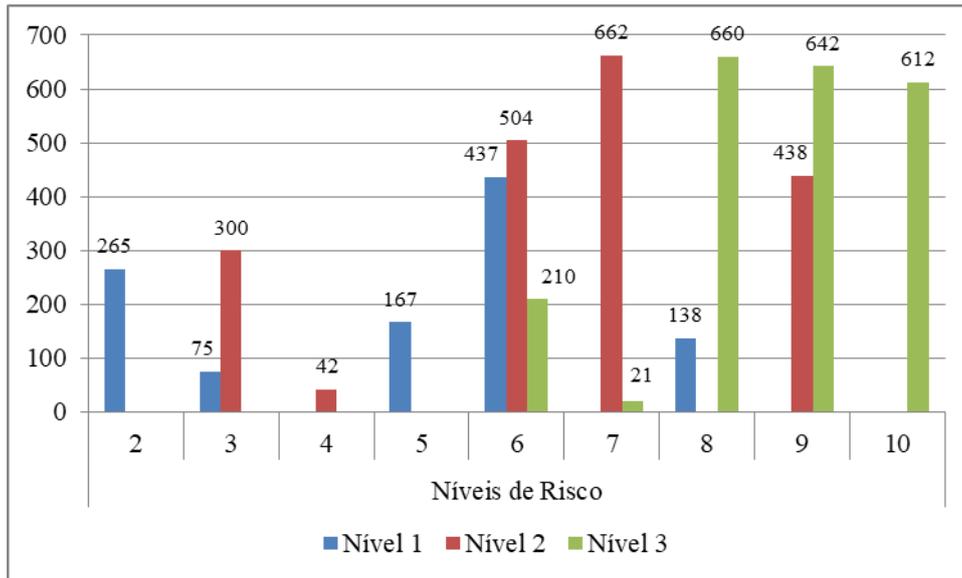


Figura 6 - Distribuição dos níveis de risco considerando os três níveis da dimensão fonte

7.2 Modelo Misto

Os valores médios das escalas de riscos estimados pelo modelo misto encontram-se na tabela 15. Dos perigos avaliados, *E. coli* foi o que apresentou o maior risco médio (risco = 8.24, $p < 0.05$), seguido por *Listeria spp.* (risco = 7.91, $p < 0.05$); das espécies avaliadas, o risco médio estimado foi maior para os produtos de aves (risco = 6,73, $p < 0.05$) e com relação ao tipo, os curados maturados tiveram maior risco médio estimado (risco = 7,88, $p < 0.05$).

A variância devido aos estabelecimentos (macrounidades) foi de 0.76 e os resíduos de 0.55 (anexo V), resultando num ICC de 58%. Isso significa que 58% da variação das escalas de riscos foram devido aos estabelecimentos. A tabela 16 ilustra o efeito dos estabelecimentos sobre as escalas de riscos estimadas comparando-se o mesmo perigo, espécie e tipo de produto entre estabelecimentos que tiveram alto valor de intercepto (i.e., piores ou com maior peso sobre o risco) e baixo valor de intercepto (i.e., melhores ou com menor peso sobre o risco).

Com os valores das estimativas extraídas do modelo misto (dados no anexo V) construiu-se uma “calculadora de risco” em Excel (Figura 7). Ao se incluir a identificação do estabelecimento, perigo, espécie e produto o risco é médio é estimado.

Tabela 15 -Valores médios (média marginal) das escalas de risco estimados pelo modelo misto para os perigos, espécie e tipo de produto incluídos na avaliação de risco.

Variável	Efeito	Risco estimado (média marginal)	Intervalo inferior	Intervalo superior
Perigo	<i>Salmonella</i> spp.	6,71	6,55	6,87
	<i>Clostridium</i> spp,	5,03	4,87	5,19
	<i>Escherichia coli</i>	8,24	8,08	8,40
	<i>Listeria</i> spp,	7,91	7,75	8,07
	<i>Staphylococcus aureus</i> (referencia)	4,99	4,83	5,15
Especie	Aves	6,73	6,53	6,93
	Bovinos	6,36	6,20	6,52
	Suíños (referência)	6,64	6,49	6,80
Produto	Frescais	4,70	4,54	4,85
	Frescais com processamento	6,62	6,46	6,78
	Cozidos	5,95	5,78	6,12
	Curados/maturados	7,88	7,71	8,05
	Dessecados/defumados	7,80	7,62	7,97
	Fermentados	7,82	7,64	7,99
	Salgados (referência)	5,28	5,05	5,51

Tabela 16- Comparações aos pares dos valores de risco estimados para o mesmo perigo, espécie e produtos entre os estabelecimentos com maiores e menores interceptos estimados pelo modelo misto.

Fonte (Estabelecimento)		Perigo	Espécie	Produto	Risco				
Id	Nível	Intercepto			Observado	Estimado	IC 95%		
A	Melhor	-0,61	<i>Salmonella</i> spp,	Suíno	Curados/maturados	7	7,5	7,2	7,7
B	Pior	1,87				9	9,9	9,7	10,2
C	Melhor	-0,56	<i>Salmonella</i> spp,	Bovino	Curados/maturados	7	7,2	7,0	7,5
B	Pior	1,87				9	9,7	9,5	9,9
D	Melhor	-0,61	<i>Staphylococcus</i> spp,	Suíno	Curados/maturados	7	7,6	7,3	7,8
B	Pior	1,87				9	9,9	9,7	10,2

¹ Melhor: menor valor de intercepto estimado pelo modelo misto; Pior: maior valor de intercepto estimado pelo modelo misto; ² valores de risco estimados pelo modelo misto considerando os efeitos fixos (perigo, espécie e tipo de produto) e aleatório (estabelecimentos).

Cisboa	Perigo	Espécie	Produto	Risco_estimado
714	Sal	Aves	Cozidos	6

Figura 7 - “Calculadora de risco” construída com os valores da estimativa do modelo misto.

7.3 Análise de sensibilidade

Quando a presença inicial dos perigos nos rebanhos foi variada para o nível mínimo cerca de 85% dos riscos se mantiveram no mesmo nível, 2,5% reduziram em um nível, 1,6% reduziram dois níveis, 6,7% reduziram em três níveis e 0,13% reduziram em quatro níveis, sendo que não houve reduções maiores do que quatro níveis. Quando a presença dos perigos foi aumentada ao nível máximo 83,68% dos riscos se mantiveram no mesmo nível, 1,86% aumentaram em um nível, 10,35% aumentaram dois níveis, 13,7% aumentaram em três níveis, sendo que não houve aumentos maiores que três níveis.

As combinações de variação em presença e nas fontes resultaram tanto em aumento quanto em redução dos riscos. Sendo que em ambos os casos não houve variações maiores que quatro unidades no risco (Tabela 17).

Tabela 17 - Frequência relativa da variação nos níveis de riscos considerando os cenários iii e iv durante as análises de sensibilidade do modelo

Variação no risco	Variação percentual na contagem de níveis de risco	
	Cenário iii:	Cenário iv:
	Presença inicial baixa e fonte 3	Presença inicial alta e fonte 1
-4	0.00%	0.43%
-3	0.07%	14.05%
-2	1.05%	7.69%
-1	0.98%	30.77%
0	26.15%	24.05%
1	13.47%	2.93%
2	25.32%	10.33%
3	23.22%	9.75%
4	9.75%	0.00%

7.4 Validação do modelo

O modelo binomial negativo teve medida de dispersão de 0,44 com estimador $e^{\hat{\beta}_0} = 0,31$ e com estimador $e^{\hat{\beta}_1} = 1,22$ (valor - p < 0,001), ou seja, o aumento em uma unidade de risco aumenta, em média, 22% o número de laudos microbiológicos não conformes (figura 8).

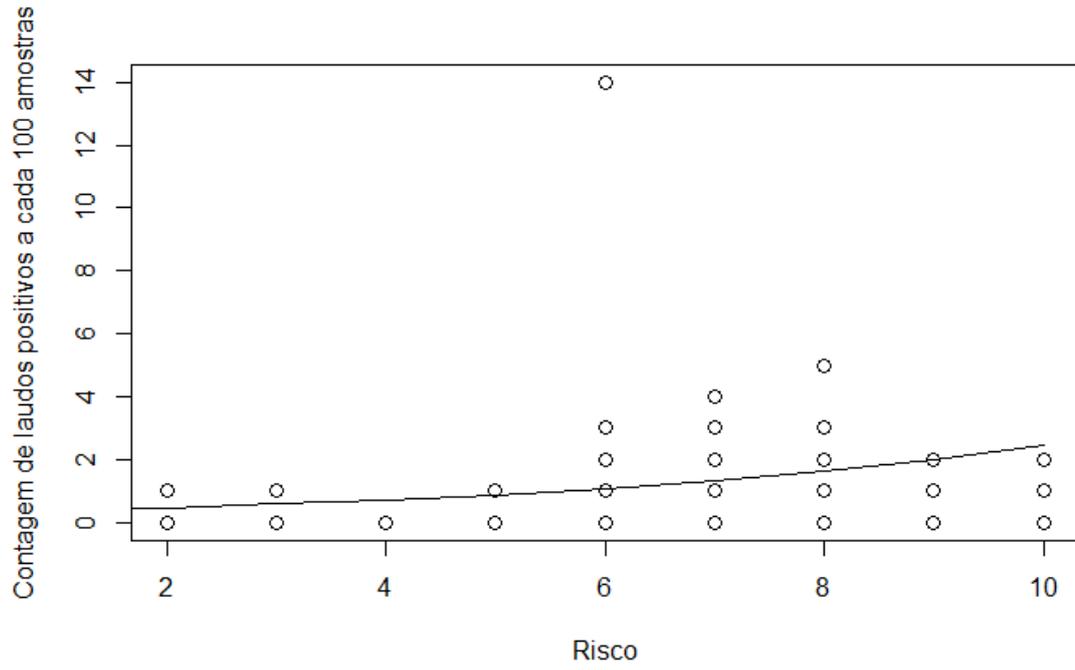


Figura 8 – Dispersão dos valores do número de laudos positivos em função do risco. Curva sólida representa os valores preditos do modelo binomial negativo ajustado.

8 DISCUSSÃO

A segurança dos alimentos é um tema que tem preocupado governantes, indústrias e consumidores. Neste contexto, cabe ao serviço veterinário oficial a promoção saúde pública, sendo o controle da qualidade dos produtos de origem animal fundamental para a garantia da segurança dos alimentos para o consumidor. Em contrapartida, os recursos humanos e financeiros disponíveis para o suporte do serviço veterinário oficial têm se tornado mais limitados. Neste sentido uma opção é garantir que os programas mais relevantes sejam mantidos e para determinar as prioridades de vigilância e aumentar a eficiência do processo recomenda-se que a abordagem deva ser baseada no risco (VAN KREIJL *et al*, 2006).

Os riscos mais altos merecem maior prioridade para os recursos de vigilância (STÄRK *et al*, 2006). A vigilância baseada em risco está cada vez mais frequente em documentos oficiais sendo aplicada em uma variedade de contextos, incluindo a amostragem para garantia da segurança alimentar em geral. A classificação de riscos tem sido aplicada aos programas de monitoramento diminuindo custos com a inspeção e aumentando a eficiência (VAN DER FELS-KLERX *et al*, 2018). O monitoramento de produtos de origem animal realizado até a presente data pelo DIPOA é aleatório e não leva em consideração o risco que este produto ou empresa representa. Considerando que a regra atual para coleta é a mesma para todas as empresas, o sistema pode não estar sendo efetivo na prevenção dos riscos à saúde pública. Neste contexto o trabalho apresentado pode ser considerado uma ferramenta para racionalizar a vigilância em segurança dos alimentos, uma vez que permite aos gestores a caracterização de riscos e direcionamento de ações.

A avaliação proposta gerou 2770 combinações para as quais foram estabelecidos níveis de risco. Os produtos frescos estiveram associados a níveis de risco mais baixos. Os cortes de carnes “in natura”, que são os maiores representantes desta categoria, são produtos que têm pouca manipulação quando comparados a embutidos e não há adição de insumos ou ingredientes, reduzindo a contaminação cruzada. Estes fatores podem explicar terem ficado com o nível de risco mais baixo. Os produtos salgados também ficaram classificados nos níveis de risco mais baixos. Neste tipo produto, onde o maior representante nas indústrias com registro na inspeção estadual é o charque, há remoção de certa quantidade da água do músculo pela adição de sal, que previne o crescimento microbiano, aumentando sua estabilidade microbiana devido ao abaixamento da atividade de água (JAY, 2005).

Quando avaliamos as espécies envolvidas nas matérias-primas, observou-se que os produtos à base de carne suína foram os que tiveram os níveis de risco mais altos. O suíno é

uma das principais matérias-primas de produtos embutidos, representando uma grande parte da produção estadual. Sendo assim, como o volume de produção é mais alto para esta categoria podemos concluir que a exposição será maior.

Os estabelecimentos que processam produtos com matéria-prima suína representaram 85,31% dos resultados obtidos para nível de fonte 3 e as empresas que processam produtos com a espécie bovina representaram 48,05% dos resultados para o nível de fonte 1. A carne bovina “in natura” na forma de cortes ou moída são os principais produtos de origem bovina, que são provenientes do abate da empresa, bem como de processos mais simples o que leva a menor contaminação cruzada quando comparado com o processo de produção de produtos de origem suína.

Em contrapartida, empresas que processam a espécie suína normalmente são abatedouros de suínos com fábrica de produtos suínos. Neste tipo de estrutura, os processos são mais complexos, além do abate há a fábrica, que envolve mais funcionários, mais equipamentos, maior manipulação, introdução de insumos e ingredientes que não existem em um abatedouro de bovinos. Há também de se considerar que os produtos de origem suína são em sua maioria produtos cozidos, defumados, dessecados, fermentados, curados, sendo estes implicados em riscos mais altos. Estes produtos (cozidos, defumados, dessecados, fermentados, curados) se caracterizam por ter especiarias e outros ingredientes, temperos e condimentos, que contêm altas contagens microbianas que colaboram com a contaminação final deste tipo de produto (MUNARI, 2016). Os envoltórios naturais utilizados em linguças também apresentam altas contagens de bactérias (JAY, 2005). Além disso, estes processos de cura, maturação, defumação e fermentação estão associados a incertezas metadoxásticas mais altas, pois são processos de difícil modelagem devido à alta variação nos procedimentos empregados. Embora existam os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade (RTIQ), não há indicação, tão pouco padronização, das variáveis e dos parâmetros (i.e. tempo de cura, maturação, defumação) envolvidas na fabricação de tais produtos. Estes processos dependem mais das “receitas” de cada empresa, baseadas na habilidade ou experiência dos fabricantes e não no conhecimento científico e tecnológico (DALLA SANTA *et al.*, 2012). Este fato confere alto nível de incerteza metadoxástica a estes processos, diferente de um processo de cozimento ou pasteurização, onde há embasamento técnico em literatura sobre os valores que devem ser atingidos para a destruição microbiana e garantia do produto.

Staphylococcus coagulase positiva esteve associado com os níveis de risco mais baixos, mesmo em empresas nível 3, o mais alto grau para fonte. Este resultado pode ser devido a este patógeno estar normalmente associado a práticas inadequadas de manipulação e

falha nas boas práticas de fabricação e as consequências para o consumidor costumam ser mais brandas em comparação com outros microrganismos (AZEVEDO *et al.*, 2005; PERLIN *et al.*, 2015; RODRIGUES, 2004). A presença deste microrganismo em produtos cárneos pode estar relacionada com uma higienização deficiente de máquinas misturadoras ou embutideiras (SCANNELL *et al.*, 2000). Em relação aos perigos avaliados, *E. coli* e *Listeria monocytogenes* foram os únicos patógenos associados com o nível de risco mais alto, 10. No modelo misto foram os microrganismos que apresentaram maior risco médio. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que ambos patógenos têm consequências bastante graves para grupos específicos de pessoas, embora para *Listeria monocytogenes* sejam necessárias mais de 10^3 células para causar infecção, bem mais que as 10 unidades suficientes para *E.coli* causar o dano (FORSYTHE, 2013).

Vários trabalhos têm sido realizados no sentido de desenvolver ferramentas que deem suporte para a tomada de decisão em saúde pública. Ross e Sumner, 2002, descreveram uma ferramenta de avaliação de risco destinada a auxiliar a determinação de riscos utilizando a combinação produto/patógeno/processamento. Mataragas e colaboradores, 2008, desenvolveram um *software – Risk Ranger* – para estimar os riscos de carne suína e de aves, considerando a combinação patógenos/alimentos. No entanto, estes trabalhos levam em consideração as duas dimensões que caracterizam o risco, ou seja, a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso e a magnitude das consequências associadas a este efeito adverso. Neste trabalho, além das duas dimensões que caracterizam o risco, foi introduzida uma terceira dimensão ao conceito de risco que é a fonte ou origem do risco conforme sugerido por Gardoni & Murphy (2014). Neste caso, a fonte são os estabelecimentos que industrializam os produtos de origem animal. De fato, observando o resultado da análise do modelo misto, o mesmo nos mostra que 49% da variação das escalas de risco foram devido aos estabelecimentos, reforçando a hipótese de que a dimensão fonte ou origem do risco incluída nesta avaliação é importante. Um programa de monitoramento realizado na Suíça visou descrever a prevalência de perigos microbiológicos em produtos lácteos, gerando combinações de perigo/produto/tipo de laticínio. O trabalho destes autores concluiu que a probabilidade final do consumidor ser exposto ao produto contaminado estava muito relacionado ao tipo de laticínio (GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

A dimensão de fonte de riscos captura a essência moral da criação ou permissividade acerca dos riscos (WOLFF, 2006). Em outras palavras, a inclusão de uma dimensão de fonte de riscos permite que seja ponderada a responsabilidade sobre a geração e manutenção dos riscos entre a indústria e o consumidor. Neste trabalho, além do volume de produção as

reincidências em infrações sanitárias foram consideradas como a culpabilidade do estabelecimento. Ou seja, a manutenção de infrações é entendida como intenção em expor os consumidores ao risco partindo da lógica dedutiva de que o mesmo produto produzido por empresa que cumpre as leis sanitárias e outra que não cumpre não represente o mesmo risco para o consumidor. Desta forma a vigilância em produtos de origem animal fundamentada somente na ocorrência e nos efeitos adversos, sem levar em consideração a fonte poderia resultar em uma avaliação de risco falha.

Foi possível observar pela análise de sensibilidade que o modelo está bem implementado, pois quando a presença inicial é reduzida para graduação “baixa”, a escala de risco também reduz, e quando a presença inicial é aumentada para graduação “alta” a escala de risco aumenta. Também foi possível observar que mesmo quando a presença é baixa, isto é, matéria-prima com baixa contaminação sendo processada em empresas classificadas no nível de risco para fonte 3, os níveis de risco permanecem altos. Isso corrobora com o fato que a empresa tem papel importante como fonte ou origem do risco, participando ativamente na introdução ou multiplicação do perigo no produto. Problemas relacionados com má higienização de equipamentos e estruturas, manipulação inadequada, falhas na cadeia do frio, procedimentos inadequados no abate tais como contaminação da carcaça por conteúdo ruminal, evisceração inadequada com extravasamento de conteúdo intestinal, substituição da toaleta por lavagem da carcaça contaminada, causando o espalhamento da contaminação são alguns exemplos. Quando a presença inicial dos perigos é máxima, isto é matéria-prima com alta contaminação sendo processada em empresas consideradas “boas” (nível de fonte 1), a escala de risco varia para mais alto. Importante salientar que a produção de alimentos com qualidade inicia-se com condições higiênico-sanitárias adequadas da matéria-prima (ANDRADE, 2014).

Os modelos devem ser entendidos como representações simplificadas da realidade e situações complexas, como as cadeias de produção de alimentos trazem incertezas relacionadas à dificuldade de representações dos fenômenos estudados, definidas como incertezas metadoxásticas (MURPHY *et al.*, 2011). Neste modelo, usamos dados sobre presença dos perigos nos rebanhos, a probabilidade de amplificação e redução, patogenicidade e efeitos adversos para representar o caminho da fazenda ao consumidor, avaliando a probabilidade da ocorrência de um efeito adverso, o que leva a uma simplificação da toda a cadeia. Dificilmente conseguiríamos aplicar este modelo a perigos os quais não haja informações.

Assim, espera-se que a utilização desta ferramenta contribua para um melhor direcionamento dos esforços do serviço veterinário oficial na promoção da saúde pública.

9 CONCLUSÕES

- O modelo de risco possibilitou determinar perfis de risco baseados nas várias combinações de patógeno/produto/estabelecimento.
- A técnica de Gardoni & Murphy pode ser aplicada no tema segurança dos alimentos.
- As escalas de risco estimadas pelo modelo predizem o número de laudos microbiológicos em não conformidade.
- A dimensão fonte é um importante componente na avaliação de risco microbiológica podendo auxiliar na vigilância direcionada ao risco.

10 REFERÊNCIAS

- ACHA P.N, SZYFRES B. **Zoonoses and communicable diseases common to man and animals: Volume I. Bacterioses and mycoses.** PAHO Scientific and Technical Publication No. 580. 2005.
- ANDRADE, N.J. **Higiene na Indústria de alimentos. Avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos.** São Paulo: Varela, 2014, 412p.
- ANVISA. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 12 – Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos.** Brasil, DF, 2001.
- ARAS, Z.; HADIMLI, H.H. Detection and molecular typing of *Clostridium perfringens* isolates from beef, chicken and turkey meats. **Anaerobe.** V.32, 15-17p, 2015.
- AZEVEDO, A.P.; VERRI, M.P.; AZEVEDO, R.V.P. Resistograma e fenotipagem de *Staphylococcus aureus* isolado de manipuladores de alimentos. **Revista Higiene Alimentar.**v.19(128), 133-143p, 2005
- BAEZA, R.; ROSSLER, C.; MIELNICKI, D.; ZAMORA, C.; CHIRIFE, J. Theoretical modelling of *Staphylococcus aureus* growth in a cooked meat product kept at ambient temperature using temperature profiles of selected Mexican cities. **Ciênc Tecnol Aliment.** 29: 81–84,2009.
- BANWART, G.J. **Basic Food Microbiology.** Estados Unidos da América: Van Nostrand Reinhold, 1989, 2ed, 773p.
- BERTHIER, F.M. Ferramentas de gestão da segurança de alimentos: APPCC e ISSO 22000 (uma revisão). **Monografia de especialização em Tecnologia de Alimentos.** Universidade de Brasília, 2007, 28p.
- BOS, J.; SMITHEE, L.; McCLANE, B.; DISTEFANO, R.F.; UZAL, F.; SONGER, J.G.; MALLONEE, S.; CRUTCHER, J.M. Fatal necrotizing colitis following a foodborne outbreak of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* Type A infection. **CID.** v.40,78-83p, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. **Lei nº 1.283 – Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal.** Brasil, DF, 1950.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil.** Brasil, DF. 2016. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta----o-Surtos-DTA-2016.pdf>>. Acesso em 17 de mai. de 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº. 7889.** Brasil, DF, 1989.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 326 de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento técnico “Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos”.** Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria n. 368 de 4 de setembro de 1997**. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA**. v.4, 30p, 2018.

CAC/GL. **Working Principles for Risk Analysis for Food Safety for Application by Governments**. 2007. Disponível em <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1550t/a1550t00.pdf>>. Acesso em 19 de jun. de 2017.

CARMO, L.S.; CUMMINGS, C.; LINARDI, V.R.; DIAS, R.S.; SOUZA, J.M.; SENA, J.; SANTOS, D.A.; SHUPP, J.W.; PEREIRA, R.K.P.; JETT, M. A case study of a massive staphylococcal food poisoning incident. **Foodborne Pathogens and Disease**. v.1(4), 241-250p, 2004.

CAST- COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. Using risk analysis to inform microbial food safety decisions. **Issue Paper**, 31, p.1-20, 2006. Disponível em: <<https://www.cast-science.org/download.cfm?PublicationID=2904&File=10309121dd7d5c75b760734364572ca38595TR>>.

CDC- Codex Alimentarius Commission. *Escherichia coli*(*E.coli*). 2016. Disponível em <https://www.cdc.gov/ecoli/pdfs/CDC-E.-coli-Factsheet.pdf>). Acesso em 31/01/2018.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment**. CAC/GL-30. Rome, 1999. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/Y1579e/Y1579e.pdf>>.

CODEX ALIMENTARIUS. **Animal Food Production**. 2. ed., Roma. World Health Organization. Food and Agriculture Organization of the United States. 2009.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Appendix IV. Working principles for risk analysis for application in the framework of the Codex Alimentarius**. In: Report of the Twenty-Sixty session of the Codex Alimentarius Commission; 2003, 30 June - 7 July; Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/006/y4800e/y4800e0o.htm>. Acesso em 11/05/2017.

COIA, J.E. Clinical, microbiological and epidemiological aspects of *Escherichia coli* O157 infection. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v.20, p.1-9, 1998.

COLEMAN, M.E; MARKS, H.M. Qualitative and quantitative risk assessment. **Food Control**. v.10, p.289-297, 1999.

CORBELLINI, L.G.; 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**, Embrapa, Brasília, 2015, Cap 5, p. 155-186.

COSSI, M.V.C.; BURIN, R.C.K.; CAMARGO, A.C.; DIAS, M.R.; LANNA, G.P.A.; PINTO, P.S.A.; NERO, L.A. Low occurrence of *Salmonella* in beef processing chain from Minas Gerais State, Brazil: from bovine hide to end cuts. **Food Control**. v. 40, 320-323p, 2014.

DALLA SANTA, O.R.; CHACÓN ALVAREZ, D.; DALLA SANTA, H.S.; ZANETTE, C.M.; FREITAS, R.J.S.; MACEDO, R.E.F.; TERRA, N.N. Microbiota of sausages obtained by spontaneous fermentation produced in the South of Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.32(4), 653-660p, 2012.

DUFOUR, B.; PLEE, L.; MOUTOU, F.; BOISSELEAU, D.; CHARTIER, C.; DURAND, B.; GANIERE, J.P.; GUILLOTIN, J.; LANCELOT, R.; SAEGERMAN, C.; THEBAULT, A.; HATTENBERGER, A.M.; TOMA, B. A quantitative risk assessment methodology for scientific expert panels. **Rev. Sci. Tech.** v.30(3). 673-681p; 2011.

EFSA- European Food Safety Authority. Scientific Report Of EFSA. Technical specifications on harmonised epidemiological indicators for biological hazards to be covered by meat inspection of poultry. **EFSA Journal**, v.10(6), 87p, 2012

EFSA.; ECDC. The European Union summary report in trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. **EFSA Journal**. 14(12), 231p., 2016.

FDA- Food and Drug Administration. **Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins**. 2ª ed. 292p, 2012.

FIB – Food Ingredients Brasil. **Microrganismos causadores de doenças de origem alimentar**. N.19 50-59p, 2011. Disponível em http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060538412001465235849.pdf. Acesso em 11/05/2017.

FIGUEIREDO, A.V.A.; MIRANDA, M.S. Análise de risco aplicada nos alimentos no Brasil: perspectivas e desafios. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 16, n.4, p. 2251-2262, 2011.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 181p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (FAO/WHO). **FAO/WHO guide for application of risk analysis principles and procedures during food safety emergencies**. Roma; 2011. 1-56p. Available from: www.fao.org/docrep/014/ba0092e00.pdf

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (FAO/WHO). **Risk characterization of microbiological hazards in food**. 2009, v. 17. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/MRA17.pdf>. Acessado em: 27 mar. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (FAO/WHO). **Understanding the Codex Alimentarius**. Rome, 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/008/y7867e/y7867e00.htm>. Acesso em 11 mai. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO). 2002. Risk assessments of Salmonella in eggs and broiler chickens. Microbiological risk assessment series, no. 2. Joint FAO/WHO activities on microbiological risk assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins**. Second Edition. 292p, 2012.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Artmed: Porto Alegre, 2002. 424p.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos**. Artmed: Porto Alegre, 2013. 607p.

GARDONI, P.; MURPHY, C. A scale of risk. **Risk Analysis**, v. 34, n. 7, 2014.

GEIMBA, M.P.; TONDO, E.C.; DE OLIVEIRA, F.A.; CANAL, C.W.; BRANDELLI, A. Serological characterization and prevalence of *spvR* genes in *Salmonella* isolated from foods involved in outbreaks in Brazil. **Journal of Food Protection**. v.67, n°6, p. 1229-1233. jun2004.

GONZÁLEZ, S.M.; HARTNACK, S.; BERGER, T.; DOHERR, M.; BREIDENBACH, E. A quantitative risk assessment approach for swiss dairy products: Opportunities and limitations. **Zoonoses and Public Health**. v. 58, p. 209-219, 2011.

GORMAN, R.; BLOOMFIELD, S.; ADLEY, C.C. A study of cross-contamination of foodborne pathogens in the domestic kitchen in the Republic of Ireland. **International Journal of Food Microbiology**. v.76, p.143-150, 2002.

GURAN, H.S.; OKSUZTEPE. Detection and typing of *Clostridium perfringens* from retail chicken meat parts. **Letters in Applied Microbiology**, v. 57, 77-82p, 2013.

HATHEWAY, C.L. Toxigenic clostridia. **Clin Microbiol Rev**;3: 66–98, 1990. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC358141/>

HAVELAAR, A.H.; BRÄUNIG, J.; CHRISTIANSEN, K.; CORNU, M.; HALD, T.; MANGEN, M.J.J.; MØLBACH, K.; PIELAAT, A.; SNARY, E.; VAN PELT, W.; VELTHUIS, A.; WAHLSTRÖM, H. Towards an integrated approach in supporting microbiological food safety decisions. **Zoonoses and Public Health**. v. 54, p. 103-117, 2007.

HOBBS, B.C.; ROBERTS, D. **Toxinfecções e Controle Higiênico Sanitário de alimentos**. São Paulo: Varela.1999.376p.

HOELZER, K.; CHEN, Y.; DENNIS, S.; EVANS, P.; POUILLOT, R.; SILK, B.J.; WALLS, I. New data, strategies, and insights for *Listeria monocytogenes* dose-response models: Summary of na Interagency workshop, 2011. **Risk Analysis**. 33(9); 1568-1581p. 2013.

JAY, J.M. **Microbiologia de Alimentos**. 6ª ed.Porto Alegre: Artmed. 2005.711p.

JOSEPH, B.; OTTA, S.K.; KARUNASAGAR, I. Biofilm formation by *Salmonella* spp. on food contact surfaces and thir sensitivity to sanitizer. **International Journal of Food Microbiology**, v. 64, p. 367-372, 2001.

KÉROUANTOUN, A.; HENNEKINNE, J.A.; LETERTRE, C. PETIT, L.; CHESNEAU, O.; BRISABOIS, A.; DE BUYSER, M.L. Characterization of *Staphylococcus aureus* strains associated with food poisoning outbreaks in France. **International Journal of Food Microbiology**. v.115(3); 369-375p, 2007.

LAW, J.W.F.; AB MUTALIB, N.S.; CHAN, K.G.; LEE, L.H. An insight into the isolation, enumeration, and molecular detection of *Listeria monocytogenes* in food. **Front Microbiol.**;6: 1–15, 2015.

LECUIT, M. Human listeriosis and animal models. **Microbes and Infection**. 9; 1216-1225p, 2007.

LINDSTRÖM, M.; HEIKINHEIMO, A. LAHTI, P. KORKEALA, H. Novel insights into the epidemiology of *Clostridium perfringens* type A food poisoning. **Food Microbiology**. v. 28, 192-198p, 2011.

LOPES, R.L.T. Dossiê Técnico: Fontes de contaminação de alimentos. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas CETEC**. Minas Gerais, 26p, 2007.

MARABELLI, R. The role of official veterinary services in dealing with new social challenges: animal health and protection, food safety and the environment. **Rev. Sci. Technol**, 22(2): 363-371, 2003.

MARCHI, D.M.; BAGGIO, N.; TEO, C.R.P.A.; BUSATO, M.A. Occurrence of foodborne disease outbreaks in the municipality of Chapecó, state of Santa Catarina, Brazil, in the period from 1995 to 2007. **Epidemiologia em Serviços de Saúde**, v.20, n.3. p.401-407, 2011.

MARKEY, B.; LEONARD, F.; ARCHAMBAULT, M.; CULLINANE, A.; MAGUIRE D. **Clinical Veterinary Microbiology**. 2nd ed. Elsevier; 2013.

MATARAGAS, M; SKANDAMIS, P.N.; DROSINOS, E.H. Risk profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations. **International Journal of Food Microbiology**. v.126, 1-12p, 2008.

MORA, A.; BLANCO, J.E.; BLANCO, M.; ALONSO, M.P.; DHABI, G.; ECHEITA, A.; GONZÁLEZ, E.A.; BERNÁRDEZ, M.I.; BLANCO, J. Antimicrobial resistance of shiga toxin (verotoxin)-producing *Escherichia coli* O157:H7 and non O157 strains isolated from humans, cattle, sheep and food in Spain. **Research in Microbiology**, v.156, 793-806p, 2005.

MUNARI, T.M. Condições higiênicas-sanitárias na produção de embutidos cárneos em um frigorífico localizado na região de Criciúma –SC. **Revista Higiene Alimentar.**, v.30(254), 70-73p, 2016.

MURPHY, C.; GARDONI, P.; HARRIS, C.E.Jr. Classification and moral evaluation of uncertainties in engineering modeling. **Sci Eng Ethics**, 17(3).p.533-570, 2011.

NAGY, B.; FEKETE, P.Z. Enterotoxigenic *Escherichia coli* in veterinary medicine. **Int J Med Microbiol**. 295: 443–454, 2005.

NALÉRIO, E.S.; ARAÚJO, M.R.; MENDONÇA, K.S.; BASSANI, M. T.; SILVA, W.P. *Listeria monocytogenes*: monitoramento desse perigo microbiológico na cadeia produtiva de

frangos do sul do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 626-630, 2009.

NAUTA, M.; FELS-KLERX, I.; HAVELAAR, A. A Poultry-processing model for quantitative microbiological risk assessment. **Risk Analysis**, v. 25, p. 85-98, 2005.

NAUTA, M. J. Modelling bacterial growth in quantitative microbiological risk assessment: is it possible? **Int J Food Microbiol.** 2002;73: 297–304.

NOVAK, J.S. JUNEJA, V.K. *Clostridium perfringens*: hazards in new generation foods. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. v.3, 127-132p, 2002.

OIE. Análisis de Riesgo: guía práctica. **World Animal Health Organization**, Paris. 60p, 2006

OIE – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL PARA A SAÚDE ANIMAL. **Terrestrial Animal Health Code. World Organisation for Animal Health**. Paris, France, 2008

OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Perspectiva sobre a análise de risco na segurança dos alimentos**. Curso de sensibilização. Rio de Janeiro: Área de Vigilância Sanitária, Prevenção e Controle de Doenças, OPAS/OMS, 2008. Disponível em: <http://bvs.panalimentos.org/local/File/Apostila_Final_12_08_2008.pdf>. Acesso em 17 de mai. de 2017.

OPS – Organização Pan-americana da Saúde. **HACCP – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle**. Buenos Aires, Argentina, 2005 176p.

OPS - Organização Pan-americana da Saúde. **GMP – Boas Práticas de Fabricação**. Buenos Aires, Argentina, 2005 96p.

PEPE, O.; BLAIOTTA, G.; BUCCI, F.; ANASTASIO, M.; APONTE, M.; VILLANI, F. Staphylococcus aureus and Staphylococcal Enterotoxin A in Breaded Chicken Products: Detection and Behavior during the Cooking Process. **Appl Environ Microbiol. American Society for Microbiology**; 72: 7057–7062, 2006.

PERLIN, G.O.; PEREIRA, L.F.; FERREIRA, B.P.M.; MARTINS, L.A. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp. em embutidos cárneos registrados em serviço de inspeção municipal – SIM em 2012 de três municípios do Estado do Paraná. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.9(1), 43-49p; 2015.

QUINN, P.J.; MARKEY, B.K.; CARTER, M.E.; DONNELLY, W.J.; LEONARD, F.C. **Veterinary Microbiology and Microbial Disease**. Oxford (England): Wiley Blackwell. 2011. 536p.

RIBEIRO-FURTINI, L.L.; ABREU, L.R. Utilização de APPCC na Indústria de Alimentos. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.30, n.2, p.358-363, 2006.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Lei nº 10.691 – Inspeção e Fiscalização dos Produtos de Origem Animal no Estado do Rio Grande do Sul**. RS, Porto Alegre, 1996.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação. **Resolução nº 001/2016**. RS, Porto Alegre, 2016.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação. **Decreto Estadual nº 53.403 – Aprova o regimento interno da secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação**. RS, Porto Alegre, 2017

ROBERTS, A.J.; WIEDMANN, M. Pathogen, host and environmental factors contributing to the pathogenesis of listeriosis. **Cellular and Molecular Life Sciences**. v.60, p.904-918. 2003.

RODRIGUES, K.L. Intoxicação estafilocócica em restaurante institucional. **Ciência Rural**. v.34(1), 297-299; 2004.

ROSS, T.; SUMNER, J. A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool. **International Journal of Food Microbiology**. v. 77, 39-53p, 2002.

RUSSO, T.A.; JOHNSON, J.R. Proposal for a new inclusive designation for extraintestinal pathogenic isolates of *Escherichia coli*: ExPEC. **JID**. v.181. 1753-1754p, 2000.

SANDRINI, C.N.M.; PEREIRA, M.A.; BROD, C.S.; CARVALHAL, J.B.; ALEIXO, J.A.G. *Escherichia coli* verotoxigênci: isolamento e prevalência em 60 propriedades de bovinos de leite da região de Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**. v.37(1); 175-182p, 2007.

SANT'ANA, A.S.; FRANCO, B.D.G.M. Avaliação quantitativa de risco microbiológico em alimentos: conceitos, sistemática e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.12, n.4,p.266-276. 2009.

SANTOS, D.V.; TODESCHINI, B.; ROCHA, C.M.B.M.; CORBELLINI, L.G. 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.

SCALLAN, E.; GRIFFIN, P.M.; ÂNGULO.F.J.; TAUXE, R.V.; HOEKSTRA, R.M. Foodborne illness acquired in the United states – Unspecified agentes. **Emerging Infectious Diseases**. v.17(1); 16-22p, 2011.

SCANNELL, A.G.M.; ROSS, R.P.; HILL, C.; ARENDT, E.K. Na effective lacticin biopreservative in fresh pork sausage. **Journal of Food Protection**. v.63(3); 370-375p, 2000.

SEELIGER, H.P.R.; JONES, D. *Listeria*. In: **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**. Butler J. Ed, Williams and Wilkins. Baltimore. p.1235-1245. 1986.

SHINOHARA, N.K.S.; BARROS, V.B.; JIMENEZ, S.M.C.; MACHADO, E.C.L.; FILHO, J.L.L. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.13, n. 5, p.1675-1683, 2008.

SILVA JUNIOR, E.A.; MARTINS, E.A. Análise microbiológica em cozinhas industriais. **Higiene Alimentar**.São Paulo. v.5; n.17, p 20-24. 1991.

SILVA, M.C.D.; RAMALHO, L.S.; FIGUEIREDO, E.T. *Salmonella* sp. em ovos e carcaças de frango “in natura” comercializadas em Maceió, AL. **Higiene Alimentar**. São Paulo, v.18, n.121, p.80-84, jun. 2004.

STÄRK, K.D.C; REGULA, G.; HERNANDEZ, J.; KNOFF, L.; FUCHS, K.; MORRIS, R.S.; DAVIES, P. Concepts for risk-based surveillance in the field of veterinary medicine and veterinary public health: Review of current approaches. **BMC Health Services Research**. v6(20), 1-8p, 2006.

SYNGE, B.A. Verocytotoxin-producing *Escherichia coli*: a veterinary view. **Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement**. V.88, 31-37Sp, 2000.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 10^o ed. Porto Alegre: Artmed, 934p, 2012

UHITIL, S. Prevalence of *Listeria monocytogenes* and the other *Listeria* spp. In cakes in Croatia. **Food Control**, v.90, n.3, p. 349-356, 2004.

VAN DER FELDS-KLERX, H.J.; VAN ASSELT, E.D.; RALEY, M.; POULSEN, M.; KORSGAARD, H.; BREDSORFF, L.; NAUTA, M.; D'AGOSTINO, M.; COLES, D.; MARVIN, H.J.P.; FREWER, L.J. Critical review of methods for risk ranking of food-related hazards, based on risks for human health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. V.58(2), 178-193p, 2018.

VAN KREIJL, C.F.; KNAAP, A.G.A.; VAN REIJL, J.M.A. Our food, our health – Health diet and safe foods in the Netherlands (in Dutch). **Institute of Public Health and the Environment (RIVM)**. p.364; 2006.

VIEIRA, A.C.P. A percepção do consumidor diante dos riscos alimentares: A importância da segurança de alimentos. **Âmbito Jurídico.com.br**. Disponível em http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=6587. Acesso em 21/03/2019.

VOETSCH, A.C.; ANGULO, F.J.; JONES, T.F.; MOORE, M.R.; NADON, C.; MCCARTHY, P.; SHIFERAW, B.; MEGGINSON, M.B.; HURD, S.; ANDERSON, B.J.; CRONQUIST, A.; VUGIA, D.J.; MEDUS, C.; SEGLER, S.; GRAVES, L.M.; HOEKSTRA, R.M.; GRIFFIN, P.M. Reduction in the incidence of invasive listeriosis in foodborne diseases active surveillance network sites, 1996-2003. **Listeriosis Trends in FoodNet Sites-CID**. 44, 513-520p, 2007

WHITING, R.C.; BUCHANAN, R.L. Using risk assessment principles in an emerging paradigm for controlling the microbial safety of foods. In SCHAFFNER, D.W. **Microbial Risk Analysis of Foods**. Washington, DC, 2008, Chap. 1, p. 1-28.

WHO. Zoonotic non shiga toxin producing *Escherichia coli* (STEC). **Report of a WHO Scientific Working Group Meeting**. 38p, 1998.

WOLFF J. **Risk, fear, blame, shame and the regulation of public safety**. Econ Philos. 2006; 22(3), 409-27

YAMAGUCHI, M.U.; ZANQUETA, E.B.; MOARAI, J.F.; FRAUSTO, H.S.E.G.; SILVÉRIO, K.I. Qualidade microbiológica de alimentos e de ambientes de trabalho: Pesquisa de *salmonella* e *Listeria*. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.6, n.3, p. 417-434, 2013.

Anexo I – Descrição narrativa da caracterização dos perigos avaliados na avaliação dos riscos.

Listeria monocytogenes

Estima-se que a *Listeria monocytogenes* seja a terceira principal causa de morte por Doenças Transmitidas por Alimento (DTA) nos Estados Unidos (CDC, 2016). A incidência de listeriose é baixa na população em geral apesar do microrganismo estar amplamente distribuído no ambiente e da relativa alta frequência de isolamento nos alimentos. No entanto, considerando a população suscetível, como idosos, mulheres grávidas e indivíduos com o sistema imune comprometido, a incidência de listeriose sistêmica é alta (BUCHANAN, R.L *et al.*, 2017). Pissetti *et al.*, 2012, constatou a presença de *L. monocytogenes* em 19,8% das carcaças suínas na etapa final da linha de abate em matadouros-frigoríficos no Brasil. Em outro estudo, encontrou-se *L.monocytogenes* em 29,4% das amostras de matéria-prima utilizada para a fabricação das linguiças (carne bovina e suína), estando em consonância com valores encontrados na literatura para este tipo de amostra (SILVA *et al.*, 2004).

O quadro clínico da doença inicia com sintomas parecidos com os da gripe, acompanhado de febre e dores musculares. Quando a infecção atinge o sistema nervoso podem ocorrer sintomas como dor de cabeça, torcicolo, confusão mental, perda de equilíbrio e convulsões (LOPES, 2007). A maioria das infecções invasivas (95%) é caracterizada por sepse ou meningoencefalite (VOETSCH, A.C. *et al.*, 2007), mas também incluem meningite, encefalite e infecção intrauterina ou cervical em mulheres grávidas que podem resultar em aborto espontâneo, parto prematuro ou nascimento de natimortos, infecções no recém-nascido como bacteremia e meningite (UHITIL *et al.*, 2004; LOPES, 2007; CRUZ *et al.*, 2008). Em pessoas saudáveis, o microrganismo geralmente causa apenas uma doença gastrointestinal não invasiva, com sintomas como febre, vômitos e ou diarreia (CDC, 2003).

A dose-resposta para *Listeria monocytogenes* não está bem compreendida, sendo derivados de resultados com experimentos laboratoriais com roedores e modificados para humanos (CDC, 2003). São difíceis ou impossíveis de se obter (HOELZER, K. *et al.*, 2013). Embora seja desconhecida até o presente momento, a dose infectiva de *L. monocytogenes*, sabe-se que pode variar conforme a cepa, a natureza da matriz do alimento contaminado e a suscetibilidade da vítima (UHITIL *et al.*, 2004; HOELZER *et al.*, 2013). Em pessoas suscetíveis, pouco mais de 10^3 ufc/g ou mL podem causar a doença (UHITIL *et al.*, 2004). A listeriose humana é uma infecção rara, mas potencialmente muito grave, associada a uma mortalidade de até 30%, mesmo quando o tratamento com um antimicrobiano adequado é administrado (LECUIT, 2007). Quando ocorre a meningite listérica, a mortalidade pode

chegar a 70%, nos casos de septicemia essa taxa é de até 50% enquanto que em infecções perinatais e neonatais é maior que 80%. Em infecções durante a gravidez a mãe normalmente sobrevive (FIB, 2011).

De acordo com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças do governo norte americano um em cada cinco casos de listeriose resulta em morte. A origem pode ser os animais, que podem conter a bactéria sem apresentar nenhum sintoma e contaminar os alimentos de origem animal como leite e carne (FRANCO, 2007). Casos registrados em países desenvolvidos mostraram que a listeriose pode estar associada à ingestão de leite contaminado, pasteurizado oriundo de fontes não seguras ou cru, queijos, sorvetes, água, vegetais não cozidos, patês de carnes, molhos de carne, carnes de aves cruas ou cozidas, peixes inclusive defumados e frutos do mar (LOPES, 2007).

Clostridium perfringens

Clostridium perfringens é considerado um importante patógeno sob vários aspectos. É amplamente distribuído na natureza, sendo seus esporos altamente prevalentes no solo e trato intestinal de humanos e animais. Possui um rápido crescimento com tempo de geração de menos de 10 minutos em condições favoráveis e pode produzir mais de quinze tipos de toxinas (LINDSTRÖM, 2011). Uma amostra de solo pode conter entre 10^3 e 10^4 células viáveis/g de *C. perfringens* do que se pode presumir que 50% de toda carne crua ou congelada contenha a presença do microrganismo (NOVAK, 2002). Os isolados de *C. perfringens* são comumente classificadas em cinco grupos, tipos A, B, C, D e E, com base em sua capacidade de produzir as principais toxinas letais conhecidas como alfa (CPA), beta (CPB), toxinas Epsilon (ETX) e iota (ITX) (DOOSTI *et al*, 2017; GURAN *et al*, 2013). Todos os tipos de *C. perfringens* causam enterotoxemia (ARAS *et al*, 2015). Embora todas as cepas de *C. perfringens* sejam patogênicas para os animais, apenas as cepas A e C são nocivas para os seres humanos (GURAN *et al*, 2013). Um grande número de células vegetativas, mais que 10^6 /g de alimento ingerido, são necessárias para iniciar os sintomas da doença, muitas dessas células são mortas quando expostas ao pH estomacal. No entanto, acredita-se que as condições ácidas encontradas após a passagem pelo trato intestinal desencadeiam a esporulação das células vegetativas (NOVAK, *et al*, 2002). A intoxicação alimentar por *C. perfringens* está entre as DTAs mais comuns em todo mundo (LINDSTRÖM, 2011). Os alimentos com toxina do *C. perfringens* pré-formada geralmente não estão envolvidos em doenças transmitidas por alimento, pois o aquecimento por 5 minutos a 60°C inativa a toxina. Os sintomas são mais graves, podendo resultar em morte em pessoas imunodeprimidas, nos

mais jovens e nos idosos (NOVAK et al, 2002). Condições extremas podem limitar o crescimento vegetativo, mas não garantem a letalidade do patógeno devido ao aumento da resistência dos esporos dormentes (NOVAK et al, 2002). A intoxicação alimentar causada por *C. perfringens* tipo A envolve alimentos ricos em proteína de origem animal como carne e pratos a base de carne (TODD et al, 1997), sendo a carne de frango frequentemente relatadas como veículos mais comuns (MIWA, 1997, NARS, 2007 e MIKI, 2008). Uma característica peculiar é que surtos normalmente envolvem um grande número de vítimas e são associados com abuso de temperatura de pratos a base de carne e aves. O crescimento de esporos sobreviventes de *Clostridium perfringens* durante a refrigeração lenta ou a manutenção inadequada de carnes cozidas é um problema em ambientes domésticos e em serviços de alimentação (ICMSF, 2011). Apesar da alta incidência de intoxicação por *C. perfringens* tipo A, o conhecimento sobre os reservatórios e rotas de transmissão deste patógeno é limitado (LINDSTRÖM, 2011). O quadro clínico se caracteriza por desordem intestinal de início súbito, cólicas abdominais e diarreia aquosa, que costumam aparecer entre 8 e 16 horas após a ingestão, seguido de recuperação em 24 horas, mas podem ser piores ou durar uma ou duas semanas em pessoas muito jovens ou muito idosas, com sistema imunológico deprimido. Vômito e febre geralmente estão ausentes (LOPES, 2007, FDA, 2012). Casos fatais são raros, sendo possíveis somente em idosos e pessoas debilitadas (BOS *et al*, 2005). Um quadro mais sério, porém, raro pode ser causado pela ingestão de cepas tipo C que provocam dor abdominal aguda, diarreia sanguinolenta, vômitos, choque e peritonite com 40% de mortalidade. Essa enfermidade é conhecida como enterite (jejunité) necrótica (doença *pig-bel*) e é causada pela exotoxina β . Essas enterites necróticas são quase sempre fatais (LOPES, 2007).

Salmonella sp.

A *Salmonella* spp. é uma bactéria entérica responsável por graves intoxicações alimentares, sendo um dos principais agentes envolvidos em surtos registrados em vários países. A maioria dos sorotipos desse gênero é patogênica ao homem, apresentando diferenças de sintomatologia em decorrência da variação no mecanismo de patogenicidade, além da idade e da resposta imune do hospedeiro (GERMANO e GERMANO, 2003). Tem ampla distribuição na natureza sendo o trato intestinal do homem e dos animais seu principal reservatório (BAÚ, 2001). Entre os animais, as aves são o reservatório mais importante, mas suínos e bovinos também apresentam salmonelas (CARDOSO et al, 2007). A salmonelose é uma doença infecciosa que se caracteriza por sintomas que incluem diarreia mucosa ocasionalmente com

sangue, febre, dores abdominais e vômitos, com período de incubação de 8 a 22 horas (FRANCO & LANDGRAF, 2005). A doença dura de 4 a 7 dias a maioria das pessoas infectadas se recupera sem qualquer tratamento (LOPES, 2007). Em crianças e recém-nascidos a salmonelose pode ser bastante grave, visto que o microrganismo pode atingir a corrente sanguínea e provocar lesões em outros órgãos. Em adultos, patologias como a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida e a esquistossomose podem agravar a doença. Há relatos de meningites, osteomielites e problemas renais decorrentes de infecções por *salmonella* spp. (AZEVEDO, 2009). É uma infecção com baixa mortalidade, porém com alta morbidade, resultando em perdas econômicas elevadas devido à necessidade de cuidados médicos e hospitalizações (AZEVEDO, 2009). A dose infecciosa varia com a idade e a saúde da pessoa, alimento e linhagem da *salmonella* spp, podendo variar de 20 a 10⁶ células (FIB, 2011). Os sorotipos Typhimurium e Enteritidis são os mais frequentemente envolvidos nos casos em humanos (LOPES, 2007). As salmonelas não toleram concentrações de sal superiores a 9%, sendo que a presença de nitrito é inibitória e o pH ácido acentua seu efeito (FRANCO E LANDGRAF, 1996).

Escherichia coli

Baseado nos fatores de virulência, características sorológicas e sintomas da doença, os subgrupos de *E. coli* associados a infecções intestinais são classificados em seis patótipos: *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* produtora de shiga toxina (STEC) onde está incluído o subtipo entero-hemorrágico (EHEC), *E. coli* enteroagrativa (EAEC) e *E. coli* difusamente aderente (DAEC) (RUSSO *et al*, 2000; FDA, 2012). Dentre os tipos de *E. coli* patogênicas, as cepas produtoras de shiga toxinas (STEC) possuem grande importância epidemiológica, já que grande quantidade dos sorogrupos são comensais em bovinos e causam severa enfermidade em seres humanos, particularmente creditada ao sorogrupo O157, associado ou não ao sorogrupo H7 (SYNGE, 2000). O bovino é considerado o reservatório mais importante das STEC (SANDRINI *et al*, 2007). Porém, vários outros sorogrupos são sabidamente produtores potenciais de shiga toxinas, e estão associados a infecções esporádicas e surtos em humanos (COIA, 1998). Dentre as diversas categorias de *E. coli*, as STEC merecem destaque como bactérias emergentes relacionadas com doenças transmitidas por alimentos (DTA) tornando-se um grande desafio à saúde pública e possuem alto grau de infectividade, pois mesmo quando presente em baixo número no alimento ingerido, em torno de 10 UFC, são capazes de provocar infecção (WHO, 1998). Estima-se que a dose infecciosa da EHEC O157:H7 seja muito baixa, algo em torno de 10 a

100 células, no entanto para outros sorotipos EHEC a suspeita é que seja ligeiramente maior (FDA, 2012). Essas doenças podem variar de uma diarreia leve até diarreias sanguinolentas severas ou colites hemorrágicas (CH), podendo evoluir para complicações extra intestinais graves como a síndrome hemolítica urêmica (SHU) com possível seqüela de falência renal e a púrpura trombocitopênica trombótica (PTT) que acomete principalmente os idosos (MORA *et al*, 2005; FDA, 2012). A SHU se caracteriza por insuficiência renal e anemia hemolítica que pode ocorrer em até 15% das vítimas e levar à perda permanente da função renal. Em idosos, a combinação de SHU com febre e disfunção neurológica é característica da púrpura trombocitopênica trombótica (PTT) que tem mortalidade de cerca de 95% quando não tratada (USDA, 2002). Grande parte dos surtos de infecções em humanos causadas por estas bactérias deve-se ao consumo de carne de bovino mal cozida, leite não pasteurizado além de água contaminada pelo conteúdo intestinal de animais (SANDRINI *et al*, 2007). Pessoas de qualquer idade podem se contaminar com *E. coli* STEC, no entanto as crianças menores de cinco anos, os idosos com mais de 65 anos e pessoas com sistema imune deprimido tais como aquelas com síndrome da imunodeficiência adquirida (HIV), diabetes ou em tratamento para o câncer, são consideradas os grupos de alto risco. Nos Estados Unidos são estimados que ocorram 265.000 casos de infecção por STEC por ano sendo 36% deles atribuídos à STEC O157. Ainda, estima-se que a STEC leve 3.600 pessoas a serem hospitalizadas com aproximadamente 30 mortes por ano (CDC, 2016).

Staphylococcus aureus

É um dos patógenos mais prevalentes e economicamente importantes que causam infecção intramamária em bovinos de leite. Sendo assim, pode contaminar o leite diretamente por excreção direta do úbere com mastite estafilocócica ou durante o manuseio e processamento do leite cru. *S. aureus* produz uma ampla variedade de toxinas, incluindo a clássica enterotoxina estafilocócica com atividade emética. A dose de intoxicação por esta toxina é inferior a 1000ng, nível que é alcançado quando a população de *S. aureus* excede 100.000 organismos/g de alimento, o que indica condições insatisfatórias de higiene. Em pessoas muito sensíveis a ingestão de 100 a 200ng de enterotoxina pode causar sintomas de intoxicação alimentar estafilocócica (CARMO, 2004; FDA, 2012). Os sintomas incluem náuseas, vômitos, cólicas abdominais e diarreia. Embora possa causar desidratação grave, a doença é auto limitante e a recuperação ocorre dentro de 24 a 48 horas com suporte adequado (KÉROVANTON *et al*, 2007; FDA, 2012). Estima-se que 241.188 casos de doença por *S.*

aureus ocorram nos Estados Unidos todos os anos com 1064 hospitalizações e 6 mortes (SCALON, 2011). No Brasil, de 2000 a 2014 foram notificados 10.666 surtos de DTAs ao Ministério da Saúde. Cerca de 42% dos surtos tiveram o agente envolvido identificado, onde o *S. aureus* foi o responsável por 18,5 dos casos. Os alimentos envolvidos foram leite e produtos lácteos em 7% dos surtos com alimento identificado (MS, 2015). Toleram meios com 10 a 20% de NaCl. A contaminação dos alimentos pode ocorrer direta ou indiretamente através de fragmentos de pele, carcaças de animais, secreções do trato respiratório de pessoas portadoras, estimadas em 25%. Também ocorre por ferimentos nas mãos ou lesões purulentas durante a manipulação do alimento. Também pode ser introduzido nos alimentos a partir de equipamentos e utensílios utilizados no processo produtivo como moedores de carne, facas, superfícies de corte e serras (LOPES, 2007). Alimentos de alto risco são aqueles que requerem considerável manipulação para seu preparo e que permaneçam em temperatura ambiente elevada e por muito tempo após seu preparo (LOPES, 2007). Carnes e produtos cárneos, aves, ovos, atum, patês, produtos lácteos são os alimentos mais envolvidos (LOPES, 2007).

Referências Bibliográficas:

ARAS, Z.; HADIMLI, H.H. Detection and molecular typing of *Clostridium perfringens* isolates from beef, chicken and turkey meats. **Anaerobe**. V.32, 15-17p, 2015

AZEVEDO, A.P. Prevalência e características de *Salmonella* spp em carne bovina brasileira para exportação: contribuição para uma avaliação de risco. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas. 99p, 2009.

BAU, A.C.; CARVALHAL, J.B.; ALEIXO, J.A.G. de *Salmonella* em produtos de frangos e ovos de galinha comercializados em Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**. v.31(2); 303-307p, 2001.

BOS, J.; SMITHEE, L.; McCLANE, B.; DISTEFANO, R.F.; UZAL, F.; SONGER, J.G.; MALLONEE, S.; CRUTCHER, J.M. Fatal necrotizing colitis following a foodborne outbreak of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* Type A infection. **CID**. v.40,78-83p, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Doenças transmitidas por alimentos. Brasília: MS, 2015. Available from: <<http://u.saude.gov.br/images/pdf/2015/novembro/09/ Apresenta----o-dados-gerais-DTA-2015.pdf>>. Acesso em 10 de julho de 2019.

BUCHANAN, R.L.; GORRIS, L.G.M.; HAYMAN, M.M.; JACKSON, T.C.; WHITING, R.C. A review of *Listeria monocytogenes*: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. **Food Control**, 75, 1-13p, 2017.

CARDOSO, M.O.; RIBEIRO, A.R.; SANTOS, L.R.; PILOTTO, F.; MORAES, H.L.S.; SALLE, C.T.P.; ROCHA, S.L.S.; NASCIMENTO, V.P. Antibiotic resistance in *Salmonella* Enteritidis isolated from broiler carcasses. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 37(3), 368-371p, 2007.

CARMO, L.S.; CUMMINGS, C.; LINARDI, V.R.; DIAS, R.S.; SOUZA, J.M.; SENA, J.; SANTOS, D.A.; SHUPP, J.W.; PEREIRA, R.K.P.; JETT, M. A case study of a massive staphylococcal food poisoning incident. **Foodborne Pathogens and Disease**. v.1(4), 241-250p, 2004.

CDC -Codex Alimentarius Commission. **Appendix IV. Working principles for risk analysis for application in the framework of the Codex Alimentarius**. In: Report of the Twenty-Sixty session of the Codex Alimentarius Commission; 2003, 30 June - 7 July; Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/006/y4800e/y4800e0o.htm>. Acesso em 11/05/2017.

CDC- Codex Alimentarius Commission. *Escherichia coli*(*E.coli*). 2016. Disponível em <https://www.cdc.gov/ecoli/pdfs/CDC-E.-coli-Factsheet.pdf>. Acesso em 31/01/2018.

CDC – Codex Alimentarius Commission. National Enteric Disease Surveillance: The *Listeria* initiative. 2016. Disponível em <https://www.cdc.gov/listeria/surveillance.html>. Acesso em 19/07/2019.

COIA, J.E. Clinical, microbiological and epidemiological aspects of *Escherichia coli* O157 infection. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v.20, p.1-9, 1998.

CRUZ, C.D. et al. *Listeria monocytogenes*: um agente infeccioso ainda pouco conhecido no Brasil. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p.195-206, 2008.

DOOSTI, A. M.; PASAND, A.; MOKHTARI-FARSANI, R.; AHMADI &M. CHEHELGERDI. Prevalence of *Clostridium perfringens* type A isolates in diferentes tissues of broiler chickens. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**. v. 20(1), 80-86p, 2017.

FIB – Food Ingredients Brasil. **Microrganismos causadores de doenças de origem alimentar**. N.19 50-59p, 2011. Disponível em http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060538412001465235849.pdf. Acesso em 11/05/2017.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins**. Second Edition. 292p, 2012.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 181p.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

GERMANO PML, GERMANO MIS. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. São Paulo: Varela; 2003

GURAN, H.S.; OKSUZTEPE. Detection and typing of *Clostridium perfringens* from retail chicken meat parts. **Letters in Applied Microbiology**, v. 57, 77-82p, 2013.

HOELZER, K.; CHEN, Y.; DENNIS, S.; EVANS, P.; POUILLOT, R.; SILK, B.J.; WALLS, I. New data, strategies, and insights for *Listeria monocytogenes* dose-response models: Summary of na Interagency workshop, 2011. **Risk Analysis**. 33(9); 1568-1581p. 2013.

ICMSF – INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods 8 – use of data for assessing process control and product acceptance**. Springer Science. 422p, 2011.

KÉROUANTOUN, A.; HENNEKINNE, J.A.; LETERTRE, C. PETIT, L.; CHESNEAU, O.; BRISABOIS, A.; DE BUYSER, M.L. Characterization of *Staphylococcus aureus* strains associated with food poisoning outbreaks in France. **International Journal of Food Microbiology**. v.115(3); 369-375p, 2007.

LECUIT, M. Human listeriosis and animal models. **Microbes and Infection**. 9; 1216-1225p, 2007.

LINDSTRÖM, M.; HEIKINHEIMO, A. LAHTI, P. KORKEALA, H. Novel insights into the epidemiology of *Clostridium perfringens* type A food poisoning. **Food Microbiology**. v. 28, 192-198p, 2011.

LOPES, R.L.T. Dossiê Técnico: Fontes de contaminação de alimentos. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas CETEC**. Minas Gerais, 26p, 2007.

MIKI, Y.; MIYAMOTO, K.; KANECO-HIRANO, I.; FUJIUCHI, K.; AKIMOTO, S. Prevalence and characterization of enterotoxin gene-carrying *Clostridium perfringens* isolates from retail meat products in Japan. **Applied and Environmental Microbiology**. V. 74(17), 5366-5372p, 2008.

MIWA, N.; NISHINA, T.; KUBO, S.; HONDA, H. Most probable numbers of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* in intestinal contents of domestic livestock detected by nested PCR. **Journal Vet. Med. Sci**. v.49(7), 557-560p, 1997.

MORA, A.; BLANCO, J.E.; BLANCO, M.; ALONSO, M.P.; DHABI, G.; ECHEITA, A.; GONZÁLEZ, E.A.; BERNÁRDEZ, M.I.; BLANCO, J. Antimicrobial resistance of shiga toxin (verotoxin)-producing *Escherichia coli* O157:H7 and non O157 strains isolated from humans, cattle, sheep and food in Spain. **Research in Microbiology**, v.156, 793-806p, 2005.

NARS, E.; SHEHTA, A.A.; AMER, H.A. Enterotoxigenicity and typing of *Clostridium perfringens* isolates from some poultry products in Egypt. **Journal of Applied Sciences Research**. v.3(12), 1804-1808p; 2007.

NOVAK, J.S. JUNEJA, V.K. *Clostridium perfringens*: hazards in new generation foods. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. v.3, 127-132p, 2002.

PISSETTI, C.; WERLANG, G.O; BIESUS, L.L.; KICH, J.D.; CARDOSO, M.R.I. Detecção de *Salmonella enterica* e *Listeria monocytogenes* em carcaças suínas na etapa de pré-resfriamento. **Acta Scientiae Veterinariae**. 40(4); 1-9p, 2012.

RUSSO, T.A.; JOHNSON, J.R. Proposal for a new inclusive designation for extraintestinal pathogenic isolates of *Escherichia coli*: ExPEC. **JID**. v.181. 1753-1754p, 2000.

SANDRINI, C.N.M.; PEREIRA, M.A.; BROD, C.S.; CARVALHAL, J.B.; ALEIXO, J.A.G. *Escherichia coli* verotoxigênica: isolamento e prevalência em 60 propriedades de bovinos de leite da região de Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**. v.37(1); 175-182p, 2007.

SCALLAN, E.; GRIFFIN, P.M.; ÂNGULO.F.J.; TAUXE, R.V.; HOEKSTRA, R.M. Foodborne illness acquired in the United states – Unspecified agentes. **Emerging Infectious Diseases**. v.17(1); 16-22p, 2011.

SILVA, W.P.; LIMA, A.S.; GANDRA, E.A.; ARAÚJO, M.R.; MACEDO, M.R.P.; DUVAL, E.H. *Listeria* spp. no processamento de linguiça frescal em frigoríficos de Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**. 34(3); 911-916p, 2004.

SYNGE, B.A. Verocytotoxin-producing *Escherichia coli*: a veterinary view. **Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement**. V.88, 31-37Sp, 2000.

TODD, E. Epidemiology of foodborne diseases: a worldwide review. **Wld. Hlth. Statist. Quart**. V. 50, 30-50p, 1997.

UHITIL, S. Prevalence of *Listeria monocytogenes* and the other *Listeria* spp. In cakes in Croatia. **Food Control**, v.90, n.3, p. 349-356, 2004.

VOETSCH, A.C.; ANGULO, F.J.; JONES, T.F.; MOORE, M.R.; NADON, C.; McCARTHY, P.; SHIFERAW, B.; MEGGINSON, M.B.; HURD, S.; ANDERSON, B.J.; CRONQUIST, A.; VUGIA, D.J.; MEDUS, C.; SEGLER, S.; GRAVES, L.M.; HOEKSTRA, R.M.; GRIFFIN, P.M. Reduction in the incidence of invasive listeriosis in foodborne diseases active surveillance network sites, 1996-2003. **Listeriosis Trends in FoodNet Sites-CID**. 44, 513-520p, 2007.

WHO. Zoonotic non shiga toxin producing *Escherichia coli* (STEC). **Report of a WHO Scientific Working Group Meeting**. 38p, 1998.

Anexo II – Descrição qualitativa das presenças iniciais de cada produto para cada espécie utilizadas no modelo de avaliação de riscos.

Tabela 18 - Presenças iniciais dos patógenos para cada espécie animal considerada como matéria-prima dos produtos industrializados de origem animal

	<i>Salmonella</i>			<i>E. coli</i>			<i>Clostridium</i>			<i>Staphylococcus</i>			<i>Listeria</i>		
	Bov	Sui	Av	Bov	Sui	Av	Bov	Sui	Av	Bov	Sui	Av	Bov	Sui	Av
Frescal (1)	B	A	A	B	B	A	A	M	M	M	M	M	B	B	A
Frescal proc (2)	B	A	A	B	B	A	A	M	M	M	M	M	B	B	A
Cozidos (3)	B	A	A	B	B	A	A	M	M	M	M	M	B	B	A
Curados/mat (4)	B	A	A	B	B	A	A	M	M	M	M	M	B	B	A
Dessecado/def (5)	*	A	A	*	B	A	*	M	M	*	M	M	*	B	A
Fermentados (6)	*	A	A	*	B	A	*	M	M	*	M	M	*	B	A
Salgados (7)	B	A	A	B	B	A	A	M	M	M	M	M	B	B	A

Legenda: Bov-bovino; Sui-suíno, Av-ave. B-baixa, M-média, A- alta. * Produto não previsto para esta matéria-prima.

Anexo III – Descrição técnica dos processos para obtenção dos produtos de origem animal considerados nesta avaliação de riscos.

Esterilização: Processo térmico onde quase todas as bactérias são eliminadas, porém com um grau de alteração considerável da carne (LAWRIE, 2005). Alguns microrganismos formam esporos que podem ser excessivamente resistentes ao calor e para destruir esses esporos de determinados microrganismos termófilos seria necessário um grau de aquecimento que diminuiria significativamente os atributos sensoriais do produto. Na prática, a esterilização comercial é um tratamento suficiente para eliminar todas as bactérias não esporuladas e todos os esporos que poderiam germinar e crescer durante a estocagem sem refrigeração.

Cozimento: Tratamento térmico utilizado para reduzir os níveis de contaminação microbiana. Todos os microrganismos têm uma faixa de temperatura que favorece seu desenvolvimento e a maioria das bactérias patogênicas são mesófilas, elas são destruídas em temperaturas de cozimento. Além disso, bactérias causadoras de deterioração são destruídas em temperatura de cozimento, prolongando a vida de prateleira do produto. O tempo e a temperatura do processo devem ser projetados para fornecer pelo menos a redução de 6 log de células vegetativas (FORSYTHE, 2013)

Cura: A observação de que a salga poderia preservar a carne sem refrigeração foi feita milhares de anos atrás. A eficácia dos processos de salga e defumação e das muitas variantes desenvolvidas tem origem na prevenção do crescimento bacteriano causado pelo aumento da pressão osmótica nos produtos. No entanto, quando se reduz a concentração de ingredientes de cura, esses produtos levemente curados ou semipreservados se tornam mais sujeitos à contaminação, fazendo-se necessário a utilização de um certo grau de refrigeração. A salga pode ser seca, com pulverização de sal nas superfícies das carnes ou por imersão em tanques com salmoura. A composição da carne curada difere significativamente da carne fresca. O conteúdo em cinzas é alto (5%), existe menos água (em torno de 45 a 55% se realizada em salmoura e em torno de 25% se for realizada a salga a seco, comparada com os 75% da carne crua), menos proteína (em torno de 14% comparada com os 20%) e mais gordura. Durante a estocagem as carnes curadas se deterioram devido à descoloração, rancidez oxidativa da gordura e devido a alterações microbiológicas.

Defumação: A defumação com queima de madeira foi utilizada originalmente para melhorar a ação preservante da cura. Nos dias atuais é empregada principalmente para

conferir odor e sabor do produto defumado. A fumaça produzida pela combustão lenta da serragem inibe o crescimento microbiano, retarda a oxidação lipídica e confere odor e sabor à carne curada. Parte da ação bactericida da fumaça se deve ao formaldeído. A fumaça consiste em duas fases, a fase líquida que contém partículas de fumaça e uma fase gasosa, dispersante. A fumaça tem um efeito conservante e associado ao calor, resulta na redução da umidade, essencial no controle do desenvolvimento de microrganismos. O contato com o calor e a fumaça provoca a perda da água, a superfície fica ressecada e a coloração estabilizada. Muitos componentes da fumaça têm efeito bactericida e desinfetante. O efeito dos fenóis, antioxidativo, inibe a oxidação das gorduras e evita o sabor de ranço. A defumação associada ao uso de sais como o cloreto de sódio e o nitrito de sódio, além da secagem, auxilia na redução e controle de micro-organismos, com consequente aumento da vida de prateleira dos produtos (BENEVIDES, 2018).

Fermentação: O produto fermentado utiliza o crescimento controlado de microrganismos selecionados, resultando na modificação da textura, do sabor e do aroma. Dentre os tipos de fermentação utilizados para produtos cárneos, a láctica é a mais empregada, onde o ácido láctico é produzido pela ação das bactérias sobre os açúcares, abaixando o pH e fornecendo sabor característico ao produto. Dentre os produtos cárneos produzidos por este processo, o salame é um dos mais consumidos. Para favorecer as condições de produção de alimentos fermentados seguros, o FoodSafety Inspection Service (FSIS-USDA) recomenda que a fermentação deve ocorrer de forma que o pH 5,3 (ou menos) seja alcançado em certo intervalo de tempo para inibir o crescimento de determinadas bactérias patógenas (como a *Escherichia coli* e o *Staphylococcus aureus*). No caso da presença da *E. coli* O157:H7, a redução do pH para valores abaixo de 5,3 tem sido considerada insuficiente para inativá-la, sendo aconselhada etapa de cozimento para sua destruição e garantir a segurança alimentar do produto (AMIF, 1997).

Salga: a salga e a secagem são técnicas de conservação de produtos alimentícios bastante antigas (ALBARRACÍN *et al.*, 2011, LOUKA & ALLAF, 2002). O sal intensifica o sabor, reduz os valores de atividade de água inibindo o crescimento microbiano e retardando o processo de deterioração (ALBARRACÍN *et al.*, 2011). Produtos cárneos como o charque e o *jerked beef* são submetidos a processos intensos de salga e secagem com a finalidade de reduzir a atividade de água e, assim, aumentar sua vida útil (BARAT *et al.*, 2011, BROS *et al.*, 2012). Essas características possibilitam que esses produtos possam ser transportados e armazenados em temperatura ambiente (BAMPI, 2015). A produção de produtos cárneos salgados e desidratados como o charque e o *jerked beef* é baseada no conceito de obstáculos

de Leistner, barreira do crescimento microbiano, onde a sequência dos processos (salga, adição de sais de cura, secagem e embalagens) é utilizada para inibir o crescimento de microrganismos e a deterioração do produto (SCHIMOKOMAKI *et al.*, 1998). A presença de sal na carne influencia na capacidade de retenção de água, na cor, textura e sabor e atua como conservante devido sua capacidade de reduzir os valores de atividade de água (ALIÑO *et al.*, 2009; BARAT *et al.*, 2011; ALBARRACÍN *et al.*, 2011). Além disso, o sal reduz a quantidade de água disponível no alimento, que pode retardar ou até mesmo interromper o crescimento e os processos microbianos vitais, aumentando a estabilidade e a vida útil do produto (BAMPI, 2015; ALIÑO *et al.*, 2009; ALBARRACÍN *et al.*, 2011). A concentração de 5% de NaCl inibe o desenvolvimento de bactérias anaeróbias, mas não tem efeito sobre os microrganismos aeróbios (micrococos) e anaeróbios facultativos (estafilococos). A concentração de 10% de NaCl inibe o crescimento da maioria das bactérias, no entanto algumas halotolerantes podem crescer em meios de até 15% de NaCl (BAMPI, 2015).

Moagem/corte: Segundo Gonçalves, 2002, a moagem consiste na subdivisão da matéria-prima em partículas, proporcionando melhor homogeneização do produto final e maior exposição das proteínas. A moagem é realizada em aparelhos como moedores manuais ou elétricos e *cutter*. Já a desossa é realizada com faca ou serras elétricas.

Referências bibliográficas:

ALBARRACÍN, W.; SÁNCHEZ, I.C.; GRAU, R.; BARAT, J.M. Salt in food processing; usage and reduction: a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, p. 1329–1336, 2011.

ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BLESÁ, E.; PAGÁN, M.J.; BARAT, J.M. Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. **Meat Science**, v. 83, p. 423–430, 2009.

AMIF – American Meat Institute Foundation. Good Manufacturing Practices for Fermented Dry & Semi-Dry Sausage Products. 26p, 1997.

BAMPI, M. Desenvolvimento de alternativas tecnológicas para a elaboração de um produto cárneo salgado com teor de sódio reduzido. Tese de Doutorado. Programa de pós graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina.

BARAT, J.M.; BAIGTS, D.; ALINO, M.; FERNANDEZ, F.J.; PEREZGARCIA, V.M. Kinetics studies during NaCl and KCl pork meat brining. **Journal of Food Engineering**, v.106, p. 102–110, 2011.

BENEVIDES, S.D.; NASSU, R.T. Produtos cárneos. Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/ovinos_de_corte/arvore/CONT000g3izohks02wx5ok0tf2hbweqanedo.html#. Acesso em 04/01/18.

BROS, M.; ARNAUD, E.; LOISEAU, G.; TALON, R.; COLLIGNAN, A. Feasibility of coupling dehydration-impregnation by soaking treatment of meat with fermentation by lactobacillus sakei. **Journal of Food Science**, v. 77, p. M434-M442, 2012

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos**. Artmed: Porto Alegre, 2013. 607p.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. 6ªEd. Porto Alegre. Artmed, 384p, 2005.

SHIMOKOMAKI, M., FRANCO, B.D.G.M.; BISCONTINI, T.M.; PINTO, M.F.; TERRA, N.N.; ZORN, T.M.T. Charqui meats are hurdle technology meat products. **Food Reviews International**, v.14, n. 4, p. 339-349, 1998.

LOUKA, N.; ALLAF, K. New process for texturizing partially dehydrated biological products using controlled sudden decompression to the vacuum: application on potatoes. **Journal of Food Science**, v. 67 (8), p. 3033-3038, 2002.

Anexo IV – Infrações cometidas pelas empresas registradas na DIPOA consideradas neste estudo

Foram utilizadas informações das infrações cometidas pelas empresas retiradas do banco de dados da DIPOA. Foram consideradas apenas as infrações que podem afetar a produção higiênica dos alimentos:

- 1-Produzir acima da capacidade;
- 2-Acondicionamento/armazenamento inadequado de matéria-prima, insumos, embalagens, produtos, ingredientes;
- 3-Infrações por problemas de higiene de equipamentos, utensílios, seções, uniformes, manipuladores;
- 4-Problemas relacionados a contra-fluxos dentro da empresa ou seções;
- 5-Problemas relacionados com temperaturas de produtos, matéria-prima, salas de manipulação, câmaras-frias;
- 6-Problemas relacionados com a água de abastecimento;
- 7-Falha nas boas práticas de fabricação;
- 8-Estruturas inadequadas
- 9-Utilização de seções para fins diferentes;
- 10-Presença de pragas;

Anexo V- Resultados do Modelo Misto

Sintaxe do modelo misto utilizando o procedimento PROC MIXED do software SAS Studio:

```
ods graphics on;
proc mixed data=risco plots=residualpanel plots(maxpoints=none);
class Cispoa Perigo Especie Produto;
model Cen1 = Perigo Especie Produto/ outp=predito OUTPREDM = preditoNOEBLUP
solution;
random intercept/ type= vc subject=Cispoa solution;
lsmeans Perigo Especie Produto/cl;
run;
ods graphics off;
```

Saídas do modelo misto utilizando o procedimento PROC MIXED do software SAS Studio:

Model Information	
Data Set	WORK.RISCO
Dependent Variable	Cen1
Covariance Structure	Variance Components
Subject Effect	Cispoa
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Containment

Class Level Information		
Class	Levels	Values
Cispoa	152	105 106 113 116 117 118 125 126 127 128 130 137 139 141 142 143 146 148 162 168 172 173 175 179 183 194 215 219 228 236 239 241 243 250 259 263 265 274 297 309 313 315 322 325 347 348 353 357 373 379 393 407 412 415 417 419 421 431 436 437 443 444 454 466 468 469 490 491 501 506 509 512 515 518 520 533 540 541 551 554 562 565 570 577 585 587 593 599 606 608 616 620 658 672 676 677 682 683 685 687 695 703 704 710 714 725 726 728 742 745 746 747 749 755 758 766 769 770 774 778 785 787 788 791 792 794 796 802 805 814 815 816 821 834 837 845 847 855 858 859 861 863 869 872 875 878 885 887 888 890 891 896
Perigo	5	Sal clos coli listeria staph
Especie	3	A B S
Producto	7	1 2 3 4 5 6 7

Dimensions	
Covariance Parameters	2
Columns in X	16
Columns in Z per Subject	1
Subjects	152
Max Obs per Subject	70

Number of Observations	
Number of Observations Read	2770
Number of Observations Used	2770
Number of Observations Not Used	0

Iteration History			
Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	8462.89568517	
1	2	6685.91234361	0.00000001
2	1	6685.91233168	0.00000000

Convergence criteria met.

Covariance Parameter Estimates		
Cov Parm	Subject	Estimate
Intercept	Cispoa	0.7568
Residual		0.5474

Fit Statistics	
-2 Res Log Likelihood	6685.9
AIC (Smaller is Better)	6689.9
AICC (Smaller is Better)	6689.9
BIC (Smaller is Better)	6696.0

Solution for Fixed Effects								
Effect	Perigo	Especie	Producto	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept				3.7578	0.1208	151	31.11	<.0001
Perigo	Sal			1.7178	0.04446	2606	38.64	<.0001
Perigo	clos			0.03791	0.04446	2606	0.85	0.3939
Perigo	coli			3.2473	0.04446	2606	73.05	<.0001
Perigo	listeria			2.9188	0.04446	2606	65.66	<.0001
Perigo	staph			0	.	.	.	.
Especie		A		0.08750	0.07711	2606	1.13	0.2566
Especie		B		-0.2832	0.04641	2606	-6.10	<.0001
Especie		S		0	.	.	.	.
Producto			1	-0.5797	0.09548	2606	-6.07	<.0001

Solution for Fixed Effects								
Effect	Perigo	Especie	Produto	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Produto			2	1.3438	0.09372	2606	14.34	<.0001
Produto			3	0.6762	0.09757	2606	6.93	<.0001
Produto			4	2.6008	0.09600	2606	27.09	<.0001
Produto			5	2.5182	0.1030	2606	24.44	<.0001
Produto			6	2.5402	0.1026	2606	24.77	<.0001
Produto			7	0	.	.	.	.

Solution for Random Effects						
Effect	Cispoa	Estimate	Std Err Pred	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept	105	-0.4998	0.1241	2606	-4.03	<.0001
Intercept	106	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	113	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	116	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	117	-0.5034	0.1182	2606	-4.26	<.0001
Intercept	118	-0.5214	0.1300	2606	-4.01	<.0001
Intercept	125	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	126	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	127	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	128	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	130	-0.4857	0.2369	2606	-2.05	0.0404
Intercept	137	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	139	-0.4857	0.2369	2606	-2.05	0.0404
Intercept	141	0.9842	0.1533	2606	6.42	<.0001
Intercept	142	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	143	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	146	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	148	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	162	0.6146	0.2374	2606	2.59	0.0097

Solution for Random Effects						
Effect	Cispoa	Estimate	Std Err Pred	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept	168	-0.5263	0.1371	2606	-3.84	0.0001
Intercept	172	-0.4966	0.1207	2606	-4.11	<.0001
Intercept	173	-0.5228	0.1539	2606	-3.40	0.0007
Intercept	175	1.6455	0.1641	2606	10.03	<.0001
Intercept	179	-0.4857	0.2369	2606	-2.05	0.0404
Intercept	183	1.0515	0.1646	2606	6.39	<.0001
Intercept	194	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	215	-0.5030	0.2389	2606	-2.11	0.0353
Intercept	219	-0.3839	0.2443	2606	-1.57	0.1162
Intercept	228	0.9842	0.1533	2606	6.42	<.0001
Intercept	236	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	239	-0.5731	0.1544	2606	-3.71	0.0002
Intercept	241	0.2803	0.3170	2606	0.88	0.3767
Intercept	243	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	250	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	259	-0.4857	0.2369	2606	-2.05	0.0404
Intercept	263	0.2803	0.3170	2606	0.88	0.3767
Intercept	265	0.7543	0.1788	2606	4.22	<.0001
Intercept	274	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	297	-0.4863	0.2095	2606	-2.32	0.0204
Intercept	309	-0.3931	0.3216	2606	-1.22	0.2218
Intercept	313	-0.5240	0.1795	2606	-2.92	0.0035
Intercept	315	-0.5171	0.1455	2606	-3.55	0.0004
Intercept	322	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	325	0.8292	0.1641	2606	5.05	<.0001
Intercept	347	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	348	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	353	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	357	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	373	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613

Solution for Random Effects						
Effect	Cispoa	Estimate	Std Err Pred	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept	379	-0.5190	0.1642	2606	-3.16	0.0016
Intercept	393	-0.5155	0.1272	2606	-4.05	<.0001
Intercept	407	-0.5131	0.1533	2606	-3.35	0.0008
Intercept	412	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	415	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	417	-0.4156	0.1526	2606	-2.72	0.0065
Intercept	419	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	421	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	431	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	436	-0.3839	0.2443	2606	-1.57	0.1162
Intercept	437	-0.5263	0.1371	2606	-3.84	0.0001
Intercept	443	1.0728	0.1471	2606	7.29	<.0001
Intercept	444	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	454	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	466	-0.3839	0.2443	2606	-1.57	0.1162
Intercept	468	0.2803	0.3170	2606	0.88	0.3767
Intercept	469	-0.4998	0.1241	2606	-4.03	<.0001
Intercept	490	-0.5131	0.1533	2606	-3.35	0.0008
Intercept	491	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	501	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	506	-0.5131	0.1533	2606	-3.35	0.0008
Intercept	509	-0.5131	0.1533	2606	-3.35	0.0008
Intercept	512	-0.5730	0.2380	2606	-2.41	0.0161
Intercept	515	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	518	2.4137	0.2443	2606	9.88	<.0001
Intercept	520	1.5325	0.1791	2606	8.56	<.0001
Intercept	533	2.5517	0.3170	2606	8.05	<.0001
Intercept	540	-0.4868	0.2007	2606	-2.42	0.0154
Intercept	541	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	551	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613

Solution for Random Effects						
Effect	Cispoa	Estimate	Std Err Pred	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept	554	-0.6128	0.1385	2606	-4.43	<.0001
Intercept	562	0.8292	0.1641	2606	5.05	<.0001
Intercept	565	1.3638	0.2014	2606	6.77	<.0001
Intercept	570	1.3638	0.2014	2606	6.77	<.0001
Intercept	577	2.5517	0.3170	2606	8.05	<.0001
Intercept	585	0.7596	0.1789	2606	4.25	<.0001
Intercept	587	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	593	-0.5132	0.1790	2606	-2.87	0.0042
Intercept	599	-0.5332	0.1790	2606	-2.98	0.0029
Intercept	606	-0.4865	0.1522	2606	-3.20	0.0014
Intercept	608	-0.5423	0.1646	2606	-3.29	0.0010
Intercept	616	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	620	-0.3166	0.3170	2606	-1.00	0.3180
Intercept	658	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	672	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	676	0.7543	0.1788	2606	4.22	<.0001
Intercept	677	1.0026	0.1272	2606	7.88	<.0001
Intercept	682	-0.5131	0.1533	2606	-3.35	0.0008
Intercept	683	0.9876	0.1317	2606	7.50	<.0001
Intercept	685	-0.4156	0.1526	2606	-2.72	0.0065
Intercept	687	1.6455	0.1641	2606	10.03	<.0001
Intercept	695	-0.4857	0.2369	2606	-2.05	0.0404
Intercept	703	0.9842	0.1533	2606	6.42	<.0001
Intercept	704	0.9824	0.1534	2606	6.40	<.0001
Intercept	710	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	714	-0.5423	0.1646	2606	-3.29	0.0010
Intercept	725	-0.4857	0.2369	2606	-2.05	0.0404
Intercept	726	0.9234	0.3182	2606	2.90	0.0037
Intercept	728	-0.4857	0.2369	2606	-2.05	0.0404
Intercept	742	1.5068	0.2382	2606	6.33	<.0001

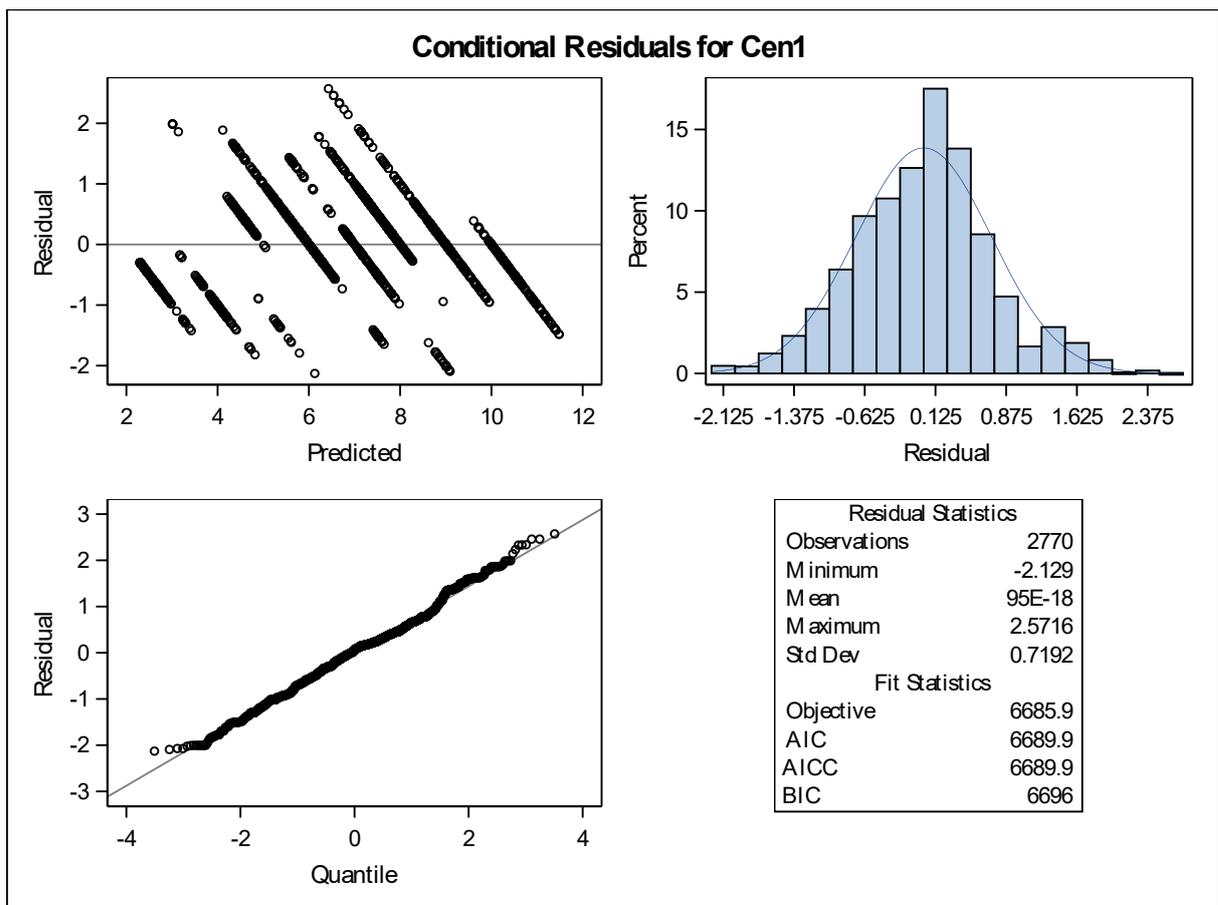
Solution for Random Effects						
Effect	Cispoa	Estimate	Std Err Pred	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept	745	-0.5131	0.1533	2606	-3.35	0.0008
Intercept	746	-0.4798	0.2008	2606	-2.39	0.0170
Intercept	747	0.7914	0.2014	2606	3.93	<.0001
Intercept	749	0.9842	0.1533	2606	6.42	<.0001
Intercept	755	-0.4268	0.1370	2606	-3.12	0.0019
Intercept	758	0.6000	0.1558	2606	3.85	0.0001
Intercept	766	-0.5875	0.2014	2606	-2.92	0.0036
Intercept	769	1.7746	0.1642	2606	10.81	<.0001
Intercept	770	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	774	-0.5131	0.1533	2606	-3.35	0.0008
Intercept	778	-0.3839	0.2443	2606	-1.57	0.1162
Intercept	785	-0.5670	0.1521	2606	-3.73	0.0002
Intercept	787	-0.3839	0.2443	2606	-1.57	0.1162
Intercept	788	1.4786	0.2380	2606	6.21	<.0001
Intercept	791	0.8754	0.1795	2606	4.88	<.0001
Intercept	792	1.7676	0.1788	2606	9.88	<.0001
Intercept	794	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	796	-0.3632	0.1800	2606	-2.02	0.0437
Intercept	802	-0.5185	0.1789	2606	-2.90	0.0038
Intercept	805	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	814	0.9842	0.1533	2606	6.42	<.0001
Intercept	815	0.7914	0.2014	2606	3.93	<.0001
Intercept	816	-0.3931	0.3216	2606	-1.22	0.2218
Intercept	821	-0.5155	0.1272	2606	-4.05	<.0001
Intercept	834	1.0515	0.1646	2606	6.39	<.0001
Intercept	837	-0.5227	0.2017	2606	-2.59	0.0096
Intercept	845	1.3901	0.2015	2606	6.90	<.0001
Intercept	847	2.5772	0.3216	2606	8.01	<.0001
Intercept	855	0.9362	0.1207	2606	7.75	<.0001
Intercept	858	-0.3839	0.2443	2606	-1.57	0.1162

Solution for Random Effects						
Effect	Cispoa	Estimate	Std Err Pred	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept	859	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613
Intercept	861	-0.4857	0.2369	2606	-2.05	0.0404
Intercept	863	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	869	-0.3180	0.2374	2606	-1.34	0.1806
Intercept	872	1.8730	0.1153	2606	16.24	<.0001
Intercept	875	-0.1754	0.2394	2606	-0.73	0.4638
Intercept	878	1.7703	0.1641	2606	10.79	<.0001
Intercept	885	1.3708	0.2014	2606	6.80	<.0001
Intercept	887	0.7543	0.1788	2606	4.22	<.0001
Intercept	888	0.9842	0.1533	2606	6.42	<.0001
Intercept	890	-0.3731	0.1551	2606	-2.40	0.0162
Intercept	891	-0.5575	0.1373	2606	-4.06	<.0001
Intercept	896	-0.5934	0.3170	2606	-1.87	0.0613

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Perigo	4	2606	2394.74	<.0001
Especie	2	2606	22.25	<.0001
Produto	6	2606	890.60	<.0001

Least Squares Means											
Effect	Perigo	Especie	Produto	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
Perigo	Sal			6.7103	0.08253	2606	81.31	<.0001	0.05	6.5485	6.8721
Perigo	clos			5.0304	0.08252	2606	60.96	<.0001	0.05	4.8686	5.1922
Perigo	coli			8.2398	0.08252	2606	99.86	<.0001	0.05	8.0780	8.4016
Perigo	listeria			7.9113	0.08252	2606	95.87	<.0001	0.05	7.7495	8.0731
Perigo	staph			4.9925	0.08252	2606	60.50	<.0001	0.05	4.8307	5.1543
Especie		A		6.7296	0.1021	2606	65.93	<.0001	0.05	6.5295	6.9297

Least Squares Means											
Effect	Perigo	Especie	Producto	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
Especie		B		6.3589	0.07985	2606	79.63	<.0001	0.05	6.2023	6.5154
Especie		S		6.6421	0.07801	2606	85.15	<.0001	0.05	6.4891	6.7951
Producto			1	4.6972	0.07767	2606	60.48	<.0001	0.05	4.5449	4.8495
Producto			2	6.6207	0.08055	2606	82.19	<.0001	0.05	6.4627	6.7786
Producto			3	5.9531	0.08649	2606	68.83	<.0001	0.05	5.7835	6.1227
Producto			4	7.8778	0.08556	2606	92.07	<.0001	0.05	7.7100	8.0455
Producto			5	7.7952	0.09082	2606	85.83	<.0001	0.05	7.6171	7.9733
Producto			6	7.8171	0.09059	2606	86.30	<.0001	0.05	7.6395	7.9948
Producto			7	5.2769	0.1182	2606	44.63	<.0001	0.05	5.0451	5.5088



Anexo VI- Padronização dos processos conforme categorias de produtos utilizadas pelo MAPA

Processo	Produtos	Categoria utilizada pelo MAPA
Frescais	Carnes "in natura", cortes cárneos, miúdos	Produtos em natureza
Frescais com processamento	Almôndegas, hambúrgueres, bolo de carne, carne moída, linguiças frescais	Produtos em natureza; produtos não submetidos a tratamento térmico
Cozidos	Apresentado, blanquet de peru, chester, fiambre, pão de carne, galantina, lanche, lombo cozido, morcela, mortadelas, paleta cozida, pastas, patês, peito de ave cozido, presunto cozido, salsicha, linguiças cozidas	Produtos submetidos a tratamento térmico-cocção
Salgados	Produtos cárneos salgados (orelha, pés, rabo suíno), charque	Produtos com adição de inibidores
Curados/maturados	Copa, bressaola, presunto cru	Produtos com adição de inibidores
Dessecados/defumados	Bacon, produtos defumados	Produtos submetidos a tratamento térmico
Fermentados	Salames	Produto com adição de inibidores