

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA

**ANÁLISE DOS DADOS ORIUNDOS DO MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO  
DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL CÁRNEO PRODUZIDOS SOB INSPEÇÃO  
ESTADUAL**

**Victória Catharina Dedavid Ferreira**

**PORTO ALEGRE**

**2019/1**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA

**ANÁLISE DOS DADOS ORIUNDOS DO MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO  
DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL CÁRNEO PRODUZIDOS SOB INSPEÇÃO  
ESTADUAL**

**Autor: Victória Catharina Dedavid Ferreira**

**Trabalho apresentado à Faculdade de Veterinária  
como requisito parcial para a obtenção da  
graduação em Medicina Veterinária**

**Orientador: Luís Gustavo Corbellini**

**PORTO ALEGRE**

**2019/1**

## AGRADECIMENTOS

Ao se aproximar o fim desta etapa gostaria de agradecer a todas e todos que de alguma forma me acompanharam e auxiliaram. Primeiramente aos meus pais, Berenice e Carlos, professores por título e por vocação, obrigada pelo apoio, incentivo e por sempre servirem de exemplo como profissionais e como pessoas.

Também preciso agradecer à minha irmã Ana Carolina, por ser a primeira pessoa que eu almejei “ser igual quando crescer”.

Agradeço à minha companheira Gabriela, pelo apoio incondicional durante os nada fáceis anos da graduação, por me ensinar a lidar de maneira mais leve com os momentos difíceis e aproveitar intensamente os bons.

Agradeço a todos os animais, de estimação ou não, que cruzaram meu caminho nestes poucos anos de vida, despertando em mim um apreço pelo cuidar e um senso de empatia, que resultaram na escolha da medicina veterinária como profissão.

Obrigada a todas as amigas que cultivei na graduação, por tornarem os dias mais felizes e leves, por compartilharem estudos e desesperos e por estarem presentes em momentos que nem eu mesma estava.

Por fim, gostaria de agradecer às oportunidades que me foram ofertadas. Sou grata por poder ocupar um espaço tão prestigiado como a universidade pública, e entendo que sou privilegiada por chegar até aqui. Em tempos como estes produzir ciência é revolucionário. Obrigada a todas e todos que lutaram e continuam lutando por uma educação democrática e libertária.

## RESUMO

Tendo em vista o aumento do consumo de produtos cárneos e da crescente ocorrência de doenças transmitidas por alimentos, torna-se cada vez mais necessário monitorar de maneira eficiente a qualidade e segurança dos alimentos de origem animal. O presente trabalho analisou 5035 produtos testados pelo DIPOA nos anos de 2015, 2016 e 2017 para contaminação por diferentes agentes microbiológicos previstos na RDC nº 12/2001, sendo eles coliformes termotolerantes, estafilococos coagulase positiva, *Clostridium* sulfito redutor, *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*. Foram testadas hipóteses de diferenças nas concentrações médias e nas frequências de isolamento dos micro-organismos entre sete tipos de alimentos (frescal, frescal com processamento, cozido, curado/maturado, dessecado/defumado, fermentado e salgado), três espécies animais (ave, suíno e bovino) e entre os cinco perigos microbiológicos.

Baseado nos resultados, verificou-se uma maior contaminação pelos microrganismos nos produtos tipo frescal e frescal com processamento, principalmente quando comparados com produtos cozidos e fermentados. Também foi observada uma maior contaminação dos produtos por estafilococos do que por outros agentes, em especial nos produtos tipo curados/maturados, dessecados/defumados e fermentados. Em relação à espécie, produtos cárneos bovinos mostraram-se menos contaminados pelos agentes microbiológicos do que produtos provenientes de suínos e aves.

A análise de dados realizada neste trabalho ilustra a possibilidade de enriquecimento de um sistema de vigilância, baseada no entendimento das associações entre os microrganismos detectados, o tipo de processamento do alimento e a espécie animal do produto cárneo. Ao melhor entender o comportamento de microrganismos causadores de DTAs é possível utilizar os dados provenientes do monitoramento de produtos de origem animal para a criação ações estratégicas, desenvolvendo sistemas de vigilância eficientes que garantam a promoção da saúde pública.

Palavras-chave: Sistema de Vigilância, Doenças Transmitidas por Alimentos, Saúde Pública, Carne.

## ABSTRACT

Considering the growing in meat consumption and the continuous increase in the occurrence of foodborne diseases, it's becoming more necessary to effectively monitor the quality and food safety in products of animal origin. This paper analyzed 5035 products tested by DIPOA (Products of Animal Origin Inspection Division) in the years 2015, 2016 and 2017 for contamination by the microbiological hazards foreseen in RDC n° 12/2001, them being thermotolerant coliforms, coagulase-positive staphylococci (CoPS), sulfite-reducing *Clostridium*, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes*. Hypothesis were tested on the difference in the mean concentrations and in the isolation frequency of the microorganisms between seven types of food (fresh, fresh and processed, cooked, cured/matured, dried/smoked, fermented and salted), three animal species (poultry, swine and cattle) and among the five microbiological hazards.

Based on the results achieved, it was found a greater microbiological contamination in the products type fresh and fresh and processed, chiefly when compared with cook and fermented products. It was also observed a greater contamination of the products by *Staphylococcus* than by the other microbiological agents, especially in cured/matured, dried/smoked and fermented products. In relation to the different species, beef products were less contaminated by the hazards than pork and poultry products.

The data analysis performed in this work illustrates the possibility of enriching surveillance systems, based on the understanding of the associations between the microbiological contaminants, the food's type of processing and the animal species of the meat product. When we better understand the behavior of microbiological hazards causing foodborne diseases, it becomes possible to utilize data from the monitoring of animal products to create strategic actions, and as a result, develop efficient surveillance systems that ensure the promotion of public health.

Keywords: Surveillance System, Foodborne Diseases, Public Health, Meat.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Planilha referente aos dados extraídos dos laudos das análises microbiológicas realizadas pelo dipoa em produtos cárneos, após verificação quanto a inconsistências e organização para análises estatísticas.....	20
Figura 2	- Fluxograma do funcionamento do atual sistema de vigilância estadual baseado na monitoria microbiológica de alimentos e seu ponto de deficiência.....	21
Figura 3	- Boxplot das concentrações de <i>Clostridium</i> sulfito redutor, estafilococos coagulase positiva e coliformes termotolerantes log ufc/g para cada espécie animal.....	27
Figura 4	- Boxplot das concentrações de <i>Clostridium</i> sulfito redutor, estafilococos coagulase positiva e coliformes termotolerantes log ufc/g para cada tipo de alimento.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Frequência de amostras com resultado positivo para <i>L. Monocytogenes</i> e <i>Salmonella</i> spp. Por espécie animal e por tipo de alimento.....	24
Tabela 2	- Resultado do modelo de comparação da frequência de contaminação por <i>Salmonella</i> spp. e <i>Listeria monocytogenes</i> considerando o tipo de alimento e espécie animal.....	25
Tabela 3	- Média e desvio padrão da concentração (logUFC/g) de <i>Clostridium</i> sulfito redutor, estafilococos coagulase positiva e coliformes termotolerantes.....	26
Tabela 4	- Resultado do modelo de comparação de contaminação média (logUFC/g) por <i>Clostridium</i> , coliformes e estafilococos considerando o tipo de alimento e espécie animal.....	29

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Sistemas de vigilância.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Epidemiologia das doenças transmitidas por alimentos.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Agentes microbiológicos.....</b>	<b>13</b>
2.3.1	<i>Salmonella</i> spp. ....	13
2.3.2	<i>Escherichia</i> spp. ....	14
2.3.3	<i>Staphylococcus</i> spp. ....	15
2.3.4	<i>Listeria monocytogenes</i> .....	16
2.3.5	<i>Clostridium perfringens</i> .....	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
	<b>REFÊRENCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A carne é considerada um “produto de excelência”, possui um alto valor simbólico devido a sua inacessibilidade a várias camadas da população, seja por limitação de produção e distribuição ou pelo poder aquisitivo dos grupos de baixa renda. O aumento do consumo de carne é uma tendência em países em desenvolvimento e, no Brasil, a demanda de carne no mercado interno triplicou nos últimos 30 anos (RIBEIRO & CORAÇÃO, 2013). Com o aumento no consumo de alimentos cárneos também cresce a preocupação com a garantia de segurança dos alimentos para a população. As doenças transmitidas por alimentos (DTAs) constituem um dos problemas de saúde pública mais frequentes do mundo contemporâneo (WELKER *et al.*, 2010). 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 (BRASIL, 2016). Os alimentos contaminados aparentemente são de boa qualidade, apresentam odor e sabor inalterados e, como o consumidor não está devidamente esclarecido ou consciente dos perigos envolvidos, não consegue identificar se um alimento está contaminado ou não (WELKER *et al.*, 2010). Desta forma, torna-se imprescindível a garantia da segurança dos alimentos para a população pelos órgãos públicos, sendo alcançável por meio de sistemas de vigilância eficientes baseados no monitoramento microbiológico dos alimentos.

O monitoramento microbiológico de produtos de origem animal produzidos sob inspeção estadual no Rio Grande do Sul é de caráter obrigatório, sendo que as coletas e interpretações dos resultados são de competência do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) (Rio Grande do Sul, 1996). São realizadas coletas mensais de um número variado de produtos, entre um e quatro, conforme a quantidade de produtos que a empresa tem registrado.

Apesar da ampla quantidade de dados, há um movimento discreto no sentido de transformação destes dados em informação. Tendo em vista o caráter tanto preventivo quanto fiscalizatório dos serviços de inspeção, percebe-se que o monitoramento microbiológico de produtos de origem animal, ao final, acaba por se dedicar mais às atividades fiscalizatórias do que à promoção da segurança dos alimentos por meio de ações estratégicas. Desta forma, se faz necessário um maior entendimento acerca dos laudos microbiológicos para que os esforços colocados neste procedimento possam retornar à sociedade na forma de prevenção e, conseqüente, promoção de saúde pública.

O objetivo geral deste trabalho foi explorar a criação de informação possibilitada pela existência de dados de qualidade microbiológica dos produtos de origem animal cárneos produzidos sob inspeção do DIPOA, por meio da exploração de associações entre os microrganismos detectados nos alimentos, o tipo de processamento do alimento e a espécie animal do produto cárneo. Através do entendimento do comportamento dos perigos causadores de DTAs é possível discutir o desenvolvimento de ações estratégicas em sistemas de vigilância, para que assim, garanta-se a promoção da saúde pública de maneira eficiente.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Neste capítulo serão abordados assuntos relevantes para o entendimento deste trabalho expostos por meio da revisão de literatura, sendo eles: i) os diferentes sistemas de vigilância e o que os caracteriza, ii) a epidemiologia e importância das doenças transmitidas por alimentos no mundo e iii) os agentes microbiológicos analisados neste trabalho.

### **2.1 Sistemas de vigilância**

O termo vigilância sanitária tem sua origem na denominação “polícia sanitária”, que a partir do século XVIII era responsável, entre outras atividades, pelo controle do exercício profissional e o saneamento, com o objetivo maior de evitar a propagação de doenças (GERMANO & GERMANO, 2001). Como consta no artigo 6º, § 1º da Lei nº 8.080 de 19/09/90: “Entende-se por vigilância sanitária um conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e da circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde, abrangendo:

I - o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionam com a saúde, compreendidas todas as etapas e processo, da produção ao consumo; e

II - o controle da prestação de serviços que se relacionam direta ou indiretamente com a saúde” (BRASIL, 1990).

Enquanto o monitoramento de doenças diz respeito aos esforços contínuos para avaliar a saúde e o estado de doença de uma determinada população, a vigilância representa um sistema mais ativo, englobando a realização de ações direcionadas a partir dos resultados de um monitoramento. Um sistema de vigilância é o principal componente para o aviso prévio de qualquer mudança no estado de saúde de uma população. Para construir um sistema de vigilância são necessários três componentes fundamentais: um sistema de monitoramento definido para a doença, um limite definido para o nível de doença (um limite crítico predefinido, a partir do qual ações serão realizadas) e ações diretas já predefinidas (intervenções) (SALMAN, 2003).

Sistemas de vigilância têm como objetivo detectar doenças e informar problemas de longo prazo no que diz respeito à identificação de prioridades e desenvolvimento de políticas para o controle e prevenção de DTAs, bem como monitorar suas tendências e avaliar o

controle e prevenção das doenças. Nesse contexto, o monitoramento microbiológico de alimentos permite aos gestores avaliarem as tendências de contaminação dos produtos por patógenos, bem como, podem auxiliar a tomada de decisão se as análises evidenciarem alguma mudança ou padrão de ocorrência (por exemplo, detectar algum aumento de ocorrência de um determinado patógeno em um produto específico) (BISHOP & TRITSCHER, 2012).

Diversos países possuem sistemas de vigilância baseados no monitoramento microbiológico de alimentos. No Canadá, a Agência Canadense de Inspeção de Alimentos (CFIA) desenvolveu o Programa Nacional de Monitoramento Microbiológico (NMMP), que tem como objetivos apurar a conformidade da indústria com os padrões microbianos, facilitar o acesso de produtos alimentícios canadenses aos mercados internacionais, fornecer informações sobre a eficácia das medidas e intervenções para o controle da segurança dos alimentos e manter a confiança do consumidor na segurança dos alimentos (CFIA, 2019).

Na Europa existem diversos programas e departamentos com objetivos semelhantes, representados pela Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA). Um exemplo é a Divisão de Segurança Alimentar Microbiológica, Higiene e Controle de Zoonoses, um órgão responsável por atividades relacionadas com programas de controle em diferentes níveis, como o Programa Nacional de Controle para *Salmonella* na Dinamarca (EUROPEAN COMMISSION, 2013). O Ministério de Indústrias Primárias (MPI) na Nova Zelândia também tem desenvolvido programas de vigilância para a saúde animal e para produtos de origem animal, como o Banco de Dados Microbiológicos Nacional (NMD), que realiza testes em carnes para a presença de organismos específicos, e o Programa Nacional de Resíduos Químicos (NCRP), que testa diversos produtos de origem animal para a presença de uma ampla gama de compostos agrícolas e contaminantes (MPI, 2019). Nos Estados Unidos, há o Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) que promove diversos programas de monitoramento e vigilância, como o *FoodNet*, uma rede ativa de vigilância de DTAs (CDC, 2010).

Por sua vez, a Organização Mundial da Saúde vem desenvolvendo uma iniciativa para estimar o encargo global das doenças transmitidas por alimentos. Trata-se de um conjunto de estudos conduzidos em reconhecimento à crescente ameaça representada pelas doenças transmitidas por alimentos em todo o mundo. O objetivo da iniciativa é fornecer informações precisas e abrangentes sobre a magnitude das DTAs, bem como orientar a política de segurança alimentar por meio do desenvolvimento e implementação de padrões de segurança

dos alimentos e monitoramento e avaliação do impacto das medidas tomadas para a segurança alimentar (BISHOP & TRITSCHER, 2012).

A adoção de sistemas de vigilância nos auxilia a assegurar que estamos usando nossos recursos, muitas vezes limitados, da maneira mais eficaz para tratar de preocupações com a saúde pública e garante que o impacto financeiro das doenças transmitidas por alimentos seja limitado a incidentes e emergências (BISHOP & TRITSCHER, 2012).

## **2.2 Epidemiologia das doenças transmitidas por alimentos**

As doenças transmitidas por alimentos são consideradas um problema de saúde pública que atingem vários países em diferentes situações socioeconômicas (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* spp., *Escherichia coli* e *Staphylococcus* spp. (BRASIL, 2016). Estes agentes envolvidos em surtos de DTAs estão previstos na legislação vigente de padrões microbiológicos para alimentos no Brasil, a RDC nº 12/2001, utilizada pela DIPOA para seus monitoramentos oficiais (ANVISA, 2001).

No Brasil, ao contrário de muitos países com melhor situação socioeconômica, tem como obstáculo uma menor gama de informação sobre a epidemiologia das DTAs e poucos dados concretos sobre seu impacto e custos para a saúde pública, tornando difícil mensurar sua importância no país. Um relatório divulgado pelo Serviço de Pesquisa Econômica do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos estima que o custo de doenças transmitidas por alimentos naquele país chegue a US\$ 15,6 bilhões. Para desenvolver o relatório, foram examinados 15 patógenos principais que são responsáveis por mais de 95% das doenças relacionadas a alimentos. Os dados recolhidos enfocam nos custos da assistência médica de pacientes internados, despesas ambulatoriais, estimativas dos custos de saúde dos indivíduos para melhorar sua condição, salários perdidos e avaliação contínua de infecções transmitidas por alimentos. *Salmonella* spp., com custos de tratamento estimados em US\$ 3,6 bilhões, é o patógeno mais caro relacionado a casos de doenças transmitidas por alimentos. Outros que estão no topo da lista incluem *Listeria monocytogenes* (US \$ 2,8 bilhões) e *Escherichia coli* (US \$ 271 milhões) (FOOD SAFETY MAGAZINE, 2014).

A Organização Mundial da Saúde comumente utiliza o sistema de *Disability Adjusted Life Year* (DALY), ou ano de vida ajustado por incapacitação, para medir o impacto de doenças. A soma desses DALYs em toda a população, ou para o ônus de uma doença, pode ser pensada como uma medida da lacuna entre o estado atual de saúde e uma situação de saúde ideal, onde toda a população vive até uma idade avançada livre de doenças e incapacidades. DALYs para uma doença ou condição de saúde são calculados com a soma dos anos de vida perdidos (YLL) devido à mortalidade prematura na população, e os anos perdidos devido à incapacidade (YLD) para pessoas que vivem com a condição de saúde ou suas consequências (WHO, 2015).

O fardo global de DTAs (incluindo sequelas) causada pelos 31 perigos analisados pela Organização Mundial da Saúde, em 2010, foi de 33 milhões de DALYs; 40% do impacto das doenças transmitidas por alimentos estava entre as crianças com menos de 5 anos de idade. Em todo o mundo, 18 milhões de DALYs foram atribuídos a agentes de doenças diarreicas transmitidas por alimentos, particularmente *S. enterica* não-tifóide e *Escherichia coli* enteropatogênica (EPEC). Outros perigos causadores de DTAs que tiveram uma contribuição substancial para o ônus global incluem *Salmonella* Typhi e *Taenia solium* (WHO, 2015).

## **2.3 Agentes microbiológicos**

Os microrganismos previstos na RDC nº 12/2001 que são pesquisados para os produtos de origem animal registrados na DIPOA são: *Salmonella* spp., *Staphylococcus* coagulase positiva, coliformes termotolerantes, *Clostridium perfringens* e *Listeria monocytogenes*.

### **2.3.1 *Salmonella* spp.**

São pequenos bastonetes Gram-negativos, não-esporulados, amplamente distribuídas na natureza, sendo seus principais reservatórios o homem e os animais (JAY, 2005). Está presente no solo, no ar, nas águas residuais, 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). A temperatura ótima de desenvolvimento é 37°C, mas pode se multiplicar entre 7°C e 49,5°C (FORSYTHE, 2013). Além disso, têm importância 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).

### 2.3.2 *Escherichia* spp.

São bacilos Gram-negativos pertencentes à família *Enterobacteriaceae* compreendendo cerca de seis espécies, sendo a de maior interesse a *Escherichia coli* (NAGY & FEKETE, 2005). 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). As cepas patogênicas de *E. coli* são divididas conforme os mecanismos de patogenicidade e sintomas clínicos e variam em sua virulência (FORSYTHE, 2013).

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 toxina shiga ou verotoxigênica (STEC ou VTEC) onde está incluído o subtipo entero-hemorrágico (EHEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) e *E. coli* difusamente aderente (DAEC) (RUSSO *et al.*, 2000).

Dentre os tipos de *E. coli* patogênicas, as cepas verotoxigênicas (VTEC) 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 VTECs (SANDRINI *et al*, 2007). Porém, vários outros sorogrupos são sabidamente produtores potenciais de verotoxinas, 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).

### 2.3.3 *Staphylococcus* spp.

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 1000mg, 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 200mg 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 aproximadamente 240 mil 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.

#### 2.3.4 *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). 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 e 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). Sua habilidade em tolerar pH ácido leva a especular que a *Listeria* spp. 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 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 e infecções no recém-nascido, como bacteremia e meningite (UHITIL *et al.*, 2004; LOPES, 2007).

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 superior a 80%. Em infecções durante a gravidez a mãe normalmente sobrevive (FIB, 2011).

### 2.3.5 *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, desenvolve-se 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 a carne crua ou congelada contenha a presença do microrganismo (NOVAK, 2002).

Os isolados de *C. perfringens* são comumente classificados 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). Embora todas as cepas de *C. perfringens* sejam patogênicas para os animais e causem enterotoxemia, apenas as cepas A e C são nocivas para os seres humanos (ARAS *et al.*, 2015; GURAN *et al.*, 2013). Um grande número de células vegetativas, mais que 10<sup>6</sup>/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 e não transmitido por alimentos, pode ser causado pelas 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 e é causada pela exotoxina beta. Essas enterites necróticas são quase sempre fatais (LOPES, 2007).

### **3 METODOLOGIA**

Os dados para este trabalho foram obtidos a partir dos laudos das análises microbiológicas realizadas em produtos produzidos em estabelecimentos registrados no DIPOA, proveniente do sistema de registro e monitoramento da Secretaria Estadual de Pecuária e Desenvolvimento Rural. Para tanto, foi utilizado um formulário de entrada no Software Epi Info 7 que foi preenchido com as informações das análises microbiológica dos anos de 2015, 2016 e 2017. Os dados foram analisados em planilha eletrônica no programa Excel, em que cada linha correspondia a uma amostra para exame microbiológico realizada em um produto de um estabelecimento.

A base de dados foi verificada quanto a possíveis inconsistências e erros de digitação e foram excluídas análises que apresentaram resultado abaixo ou acima dos limites de quantificação/detecção. Para tanto, filtros e aplicação de planilha dinâmica permitiram a reorganização dos dados em uma estrutura que permita que cada linha seja indexada pela combinação dos sete produtos, cinco perigos, e três espécies (Figura 1).

Figura 1 – Planilha referente aos dados extraídos dos laudos das análises microbiológicas realizadas pelo DIPOA em produtos cárneos, após verificação quanto a inconsistências e organização para análises estatísticas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Nº	Espécie	Tipo de Produto	Coliformesa45Cg	EstafCoagPositivamL	CSulfitoredutora46C	Salmonella25g	Lmonocytogenes25g	ResultadoFinal
3994	3993	S	1				0	2	Conforme
3995	3994	B	1				0	2	Conforme
3996	3995	S	1				0	2	Conforme
3997	3996	B	2				0	2	Conforme
3998	3997	B	1				0	2	Conforme
3999	3998	S	5		6100		0	2	Conforme
4000	3999	S	5	70			0	2	Conforme
4001	4000	S	5				0	2	Conforme
4002	4001	S	5	230			0	2	Conforme
4003	4002	S	2	740	420		0	2	Conforme
4004	4003	S	2	60			0	2	Conforme
4005	4004	S	2				0	2	Conforme
4006	4005	S	5				0	2	Conforme
4007	4006	S	2				0	2	Conforme
4008	4007	S	2	11000			0	2	Não conforme
4009	4008	S	2				0	2	Conforme
4010	4009	S	2				0	2	Conforme
4011	4010	S	2				0	2	Conforme
4012	4011	S	5				0	2	Conforme
4013	4012	S	2				0	2	Conforme

Fonte: Próprio autor (2019).

#### Classificação dos produtos analisados:

1. Frescal: carne "in natura" com e sem osso, resfriada e congelada, miúdos resfriados e congelados, frango, galeto, cortes de frango, galinha, galo, papada e pele.
2. Frescal com processamento: hambúrguer, almôndegas, carne moída, toucinho, carnes preparadas (recheadas, bifês à rolê, empanadas) e linguiça frescal.
3. Cozido: presunto cozido, mortadela, lanche, chester, pão de carne, patê, pasta (de fígado e presunto), salsicha, codeguim, queijo de porco, linguiça tipo calabresa, linguiça cozida, lombo tipo canadense e torresmo.
4. Curado /maturado: copa, presunto cru e presunto parma.
5. Dessecado/defumado: bacon, presunto parma, linguiça defumada, paleta defumada, costela defumada e produtos cárneos defumados.
6. Fermentado: salames.
7. Salgado: charque, miúdos salgados, carnes salgadas e envoltórios salgados.

#### Perigos e indicadores:

1. Coliformes Termotolerantes
2. Estafilococos Coagulase Positiva
3. *Clostridium* Sulfito Redutor
4. *Salmonella* spp.

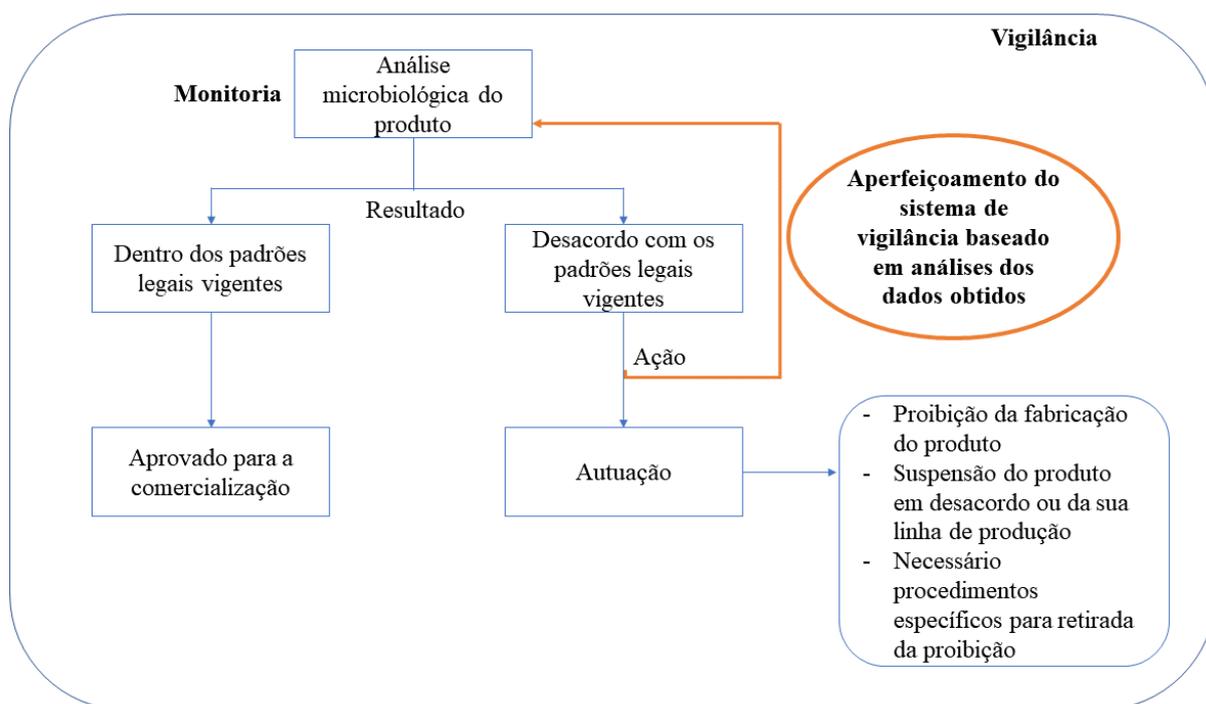
## 5. *Listeria monocytogenes*

Espécies:

1. Ave
2. Suíno
3. Bovino

As hipóteses testadas nas análises deste trabalho servem de ilustração de como os dados gerados pelas análises microbiológicas apresentam um potencial para incrementar o sistema de vigilância, pois podem ser úteis para a tomada de decisão. Embora os laudos das análises microbiológicas em não conformidade resultam em ações que visam a promoção da saúde pública por meio da autuação do estabelecimento, é importante utilizar os dados gerados para o aperfeiçoamento do sistema de vigilância dos alimentos pela transformação dos dados em informação. Tendo em vista o caráter tanto preventivo quanto fiscalizatório dos serviços de inspeção, percebe-se que o atual monitoramento microbiológico de produtos de origem animal, ao final, acaba por se dedicar mais às atividades fiscalizatórias do que à promoção da segurança dos alimentos por meio de ações estratégicas (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma do funcionamento do atual sistema de vigilância estadual baseado na monitoria microbiológica de alimentos e seu ponto de deficiência.



Linhas em azul: funcionamento atual. Linhas em laranja: ação estratégica necessária, mas não realizada.  
Fonte: Próprio autor (2019).

Foram realizadas análises estatísticas descritivas dos dados, calculando-se média e desvio padrão para contagem de coliformes, *Clostridium* e estafilococos por tipo de alimento e espécie. Também foi calculada frequência de isolamentos positivos para as amostras de *L. monocytogenes* e *Salmonella* spp nas diferentes categorias.

Para testar as hipóteses de diferenças nas concentrações médias de micro-organismos entre os sete diferentes tipos de produtos, três espécies animais e três agentes (*Clostridium*, estafilococos e coliformes), os dados de concentração bacteriana por grama de alimento foram transformados para logaritmo de base 10 (logUFC/g) e, então, foi feito um modelo linear com a variável logUFC/g como resposta e produto, espécie e perigo como covariáveis. Ainda, a interação entre perigo e tipo de produto foi testada. Para testar as hipóteses de diferenças nas frequências de isolamento de micro-organismos entre os sete diferentes tipos de produtos, três espécies animais e dois perigos (*Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*) foi feita uma regressão de Poisson com a variável isolamento como resposta e produto, espécie e perigo como covariáveis. Ainda, a interação entre agente e tipo de produto foi testada. Todas as análises foram feitas no programa R (R Core Team (2018)) utilizando um alfa de 5% como ponto de corte para testar a significância.

## 4 RESULTADOS

Durante os anos de 2015, 2016 e 2017 foram analisados ao todo 5035 produtos. Devido à logística do atual sistema de vigilância e às adequações realizadas no banco, nem todos os produtos possuíam laudos para todos os cinco perigos. Dessa forma, o banco de dados continha 811 análises para contagem de Coliformes Termotolerantes, 111 para Estafilococos Coagulase Positiva, 64 para *Clostridium* Sulfito Redutor, 4073 análises para ausência ou presença de *Salmonella* spp. e 25 para *Listeria monocytogenes*.

A distribuição de frequência de amostras positivas entre os sete grupos de produtos para *Salmonella* spp. e *L. monocytogenes* mostrou que as frequências de contaminação mais altas foram de 3,06% e 50%, respectivamente, ambas para produtos frescos com processamento. Em relação à frequência de amostras positivas por espécie animal para *Salmonella* spp. a frequência mais alta foi para espécie suína e em *L. monocytogenes* para aves (Tabela 1). Devido à baixa quantidade de amostras para *L. monocytogenes*, torna-se questionável a relevância das frequências percentuais de isolamentos por categoria de alimento e espécie animal.

Tabela 1 – Frequência de amostras com resultado positivo para *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* spp. por espécie animal e por tipo de alimento.

Variável		Percentual absoluto de isolamento	
		<i>L. monocytogenes</i>	<i>Salmonella</i> spp.
Espécie	Ave	50% (1/2)	1,08% (2/186)
	Bovino	0% (0/4)	0,26% (3/1157)
	Suíno	21,05% (4/19)	1,79% (60/3360)
Tipo de Alimento	Frescal	14,29% (1/7)	1,01% (16/1591)
	Frescal com processamento	50% (1/2)	3,06% (32/1047)
	Cozido	40% (2/5)	0,28% (2/723)
	Curado/Maturado	0% (0/2)	0% (0/85)
	Dessecado/Defumado	20% (1/5)	1,3% (11/849)
	Fermentado	0% (0/3)	0,59% (2/340)
	Salgado	0% (0/1)	2,94% (2/68)

Fonte: Próprio autor (2019).

O modelo de Poisson compara a prevalência de diferentes categorias, estipulando um estimador entre elas (neste caso os estimadores são: ave, para espécie e frescal, para tipo de alimento), este estimador representa o numerador da razão de prevalência, os outros elementos das categorias representam os denominadores. Conforme o modelo aqui construído, a prevalência média de positivos para *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* spp. foi menor para bovinos do que para aves. Considerando o tipo de alimento, a média de positivos apresentou-se menor para alimentos cozidos e fermentados quando comparada com alimentos do tipo frescal. Por fim, a prevalência média de positivos para *Salmonella* spp. mostrou-se menor que a prevalência média para *Listeria monocytogenes* (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultado do modelo de comparação da frequência de contaminação por *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* considerando o tipo de alimento e espécie animal.

Variável	Razão de			
	Prevalência	Erro	Valor p	
Intercepto	0,23	2,03	0,04	
Espécie	Ave	1		
	Bovino	0,17	2,26	0,03
	Suíno	1,79	1,83	0,33
Tipo de Alimento	Frescal	1		
	Frescal com processamento	1,57	1,36	0,14
	Cozido	0,21	1,76	0,006
	Dessecado/Defumado	0,55	1,48	0,13
	Fermentado	0,21	2,13	0,04
	Salgado	1,6	2,15	0,5
Agente	<i>Listeria</i>	1		
	<i>Salmonella</i>	0,05	1,61	<0,001

Fonte: Próprio autor (2019).

Os valores analisados para as concentrações dos demais microrganismos demonstraram médias similares para todas as espécies e tipos de alimento para *Clostridium* Sulfito Redutor e Coliformes Termotolerantes, enquanto para Estafilococos Coagulase Positiva a espécie suína e os alimentos curados/maturados apresentaram as maiores médias (Tabela 3).

Tabela 3 – Média e desvio padrão da concentração (logUFC/g) de *Clostridium* Sulfito Redutor, Estafilococos Coagulase Positiva e Coliformes termotolerantes.

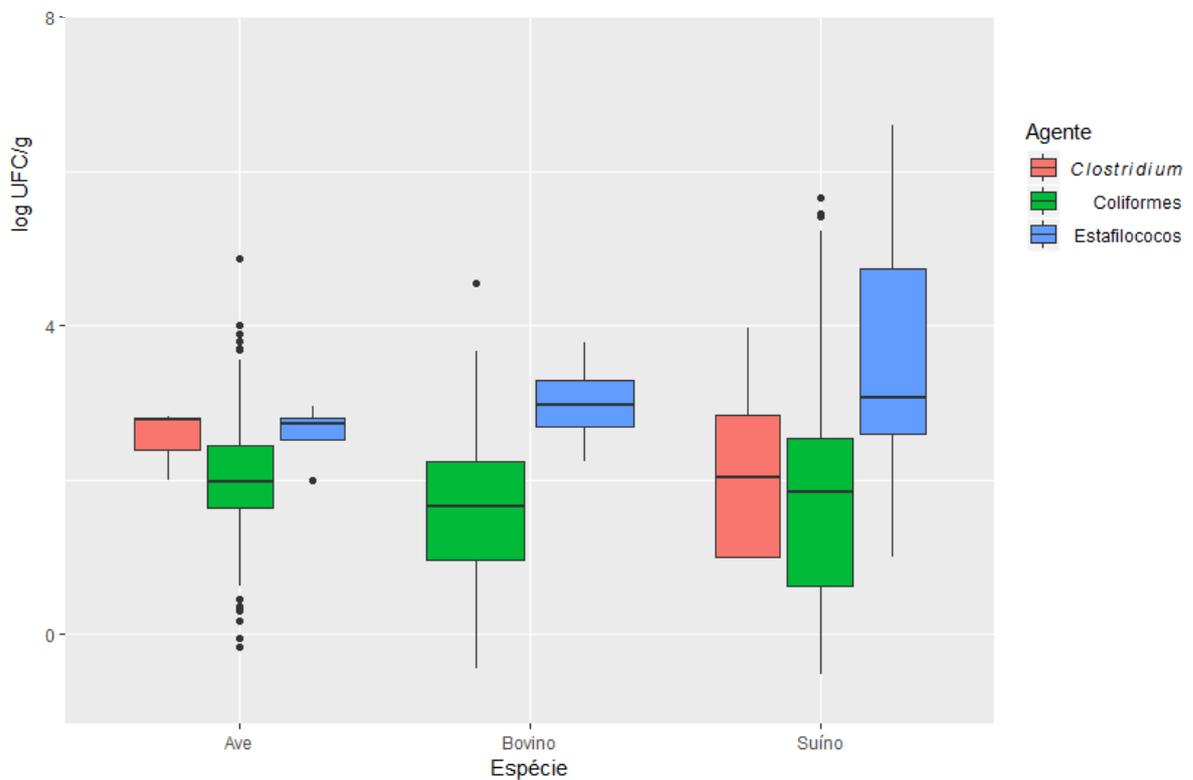
Variável		<i>Clostridium</i>		Estafilococos		Coliformes	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Espécie	Ave	2,53	0,38	2,6	0,36	1,98	0,82
	Bovino	NA	NA	2,99	0,47	1,65	1,04
	Suíno	2,5	2,18	3,56	1,44	1,73	1,29
Tipo de Alimento	Frescal	2,53	0,38	2,93	0,77	1,9	0,89
	Frescal com processamento	2,51	2,66	2,61	0,6	1,92	1,13
	Cozido	2,49	0,83	2,13	0,8	1,19	1,14
	Curado/Maturado	NA	NA	5,54	0,44	1,15	1,48
	Dessecado/Defumado	NA	NA	4,31	1,39	1,79	1,45
	Fermentado	NA	NA	4,1	1,05	1,25	1,5

NA: Amostra não realizada. DP: Desvio padrão.

Fonte: Próprio autor (2019).

A distribuição da concentração dos agentes microbiológicos para cada espécie animal mostrou-se muito semelhante para *Clostridium* e coliformes, já a mediana de concentração para estafilococos foi evidentemente mais elevada para todas as espécies animais quando comparada aos outros agentes (Figura 3).

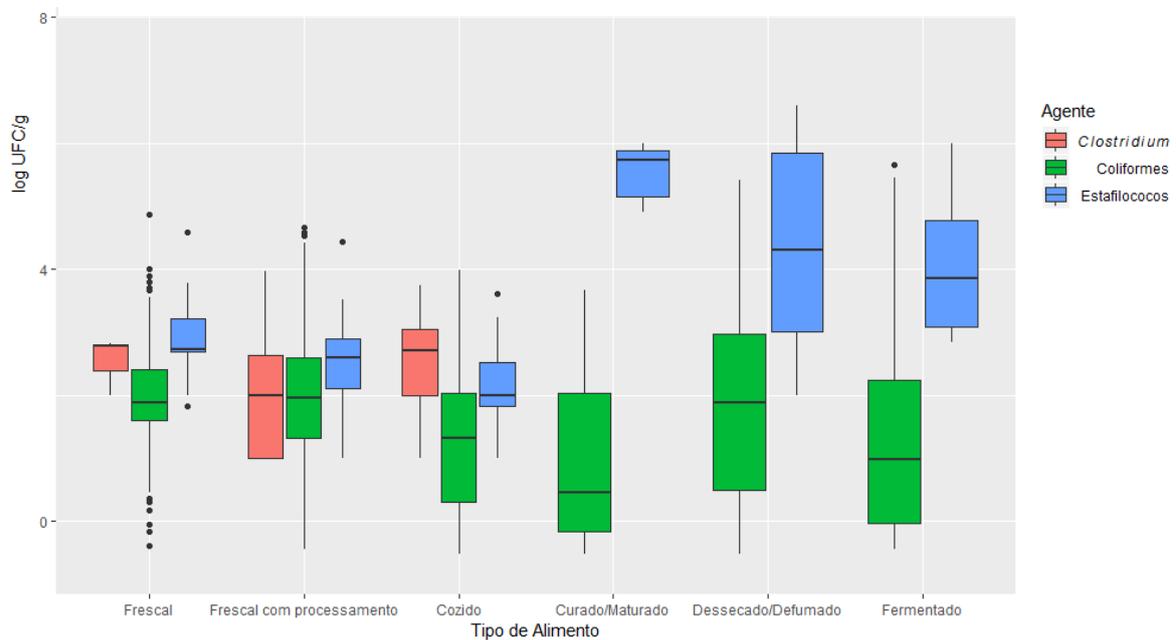
Figura 3 – Boxplot das concentrações (logUFC/g) de *Clostridium* Sulfito Redutor, Estafilococos Coagulase Positiva e Coliformes termotolerantes para cada espécie animal.



Fonte: Próprio autor (2019)

Quando analisadas por tipo de alimento, as concentrações dos três agentes se mostraram semelhantes para os alimentos tipo fresco, fresco com processamento e cozido. Nos demais alimentos (tipo curado/maturado, dessecado/defumado e fermentado) não houve análises para *Clostridium* e a concentração de estafilococos foi notoriamente maior que a concentração de coliformes (Figura 4).

Figura 4 – Boxplot das concentrações (logUFC/g) de *Clostridium* Sulfito Redutor, Estafilococos Coagulase Positiva e Coliformes termotolerantes para cada tipo de alimento.



Fonte: Próprio autor (2019).

De acordo com a análise do modelo linear, a concentração média de microrganismos (logUFC/g) agrupados foi significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) em bovinos quando comparada com aves. Nos alimentos cozidos a concentração média de microrganismos foi menor que em produtos frescais sem processamento. Já quando analisamos os agentes microbiológicos, a concentração média de coliformes mostrou-se menor e a de estafilococos maior quando comparadas com *Clostridium* (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultado do modelo de comparação de contaminação média (logUFC/g) por *Clostridium*, Coliformes, Estafilococos considerando o tipo de alimento e espécie animal.

Variável		Estimador	Erro	Valor p
Intercepto		2,83	0,25	<0,001
Espécie	Ave	-	-	-
	Bovino	-0,34	0,17	0,04
	Suíno	-0,18	0,18	0,33
Tipo de Alimento	Frescal	-	-	-
	Frescal com processamento	0,05	0,17	0,74
	Cozido	-0,62	0,21	0,004
	Curado/Maturado	0,45	0,36	0,21
	Dessecado/Defumado	0,19	0,2	0,33
	Fermentado	-0,28	0,24	0,24
	Salgado	-0,31	1,23	0,79
Agente	<i>Clostridium</i>	-	-	-
	Coliformes	-0,88	0,23	<0,001
	Estafilococos	0,82	0,26	0,002

Fonte: Próprio autor (2019).

## 5 DISCUSSÃO

Inicialmente podemos observar uma tendência a maior contaminação pelos microrganismos nos produtos tipo frescal e frescal com processamento. Os produtos frescais não sofrem processamento pelo calor, que proporcionaria a eliminação de microrganismos patogênicos. Dessa forma a sua qualidade microbiológica depende da ausência dos mesmos na matéria prima (CASTAGNA *et al.*, 2019), o que explicaria a prevalência média de positivos e a concentração média dos microrganismos analisados serem menores para produtos cozidos quando comparados com os alimentos tipo frescal. Os produtos fermentados também apresentaram uma prevalência significativamente menor para *Salmonella* spp. e *L. monocytogenes* quando comparados com os produtos frescais, coerente com a combinação de obstáculos presentes nestes produtos que impedem o desenvolvimento de bactérias deteriorantes e da maioria dos patógenos (TYÖPPÖNEN PETÄJÄ e MATTILA-SANDHOLM, 2003).

Conjuntamente, também podemos notar maiores contaminações nos produtos por *Staphylococcus* do que por *Clostridium* e coliformes, principalmente nos produtos tipo curados/maturados, dessecados/defumados e fermentados. Os estafilococos são agentes tolerantes ao sal, ao contrário de outros organismos competidores, suportando relativamente bem os nitritos, por isso crescem bem em carnes curadas e maturadas. Também são pouco afetados pelos ingredientes de cura e pelo pH de muitos produtos processados, além de sua forma de contaminação estar muito associada a manipulação de porções menores, com maior superfície de contato (BERGDOLL, 1990; PARDI *et al.*, 2005). Por esses motivos, contagens elevadas da bactéria também indicam falta de higiene na manipulação (BANWART, 1989; FRANCO & LANDGRAF, 1996). Por outro lado, estafilococos tem dificuldade em crescer na presença de outros organismos, razão pela qual é pouco comum sua contaminação em carnes cruas, e o que poderia estar relacionado a uma menor média de concentração de estafilococos nos produtos cozidos comparado aos outros produtos processados (BERGDOLL, 1990; PARDI *et al.*, 2005).

Os resultados das análises também apontaram maior contaminação de microrganismos nos produtos cárneos provenientes de aves do que nas carnes bovinas. Fontes potenciais de contaminação em matadouros são as peles e pelos dos animais impregnados de sujidades e fezes, que podem carrear diversas bactérias anaeróbicas e aeróbicas; essa contaminação depende de diversos fatores associados a criação de animais, como tipo de solo das

instalações ou pastagens e higiene dos animais. Assim, podemos esperar que animais criados extensivamente, como é o caso da maioria dos bovinos de corte no Brasil, se contaminem menos com seus excrementos durante sua criação do que os animais criados intensivamente, como é o caso de suínos e aves. As contaminações de carcaça também estão associadas a condições de higiene do matadouro e a manipulação dos produtos, como já discutido anteriormente. Considerando o banco de dados analisado neste trabalho, há um maior número de produtos analisados da espécie suína, sendo grande parte destes alimentos do tipo frescal com processamento, assim, é plausível que encontremos médias altas de contaminação para os produtos suínos (PARDI *et al.*, 2005).

Durante o processo de análises de dados realizado neste trabalho, encontramos como limitação a amostragem realizada pelo sistema de monitoria atual. Devido a forma aleatória de seleção dos produtos a serem testados para os perigos microbiológicos, nos deparamos com um baixo número de amostras para produtos salgados, que foram excluídos de algumas análises. A quantidade de produtos analisadas para cada agente microbiológico variava bastante, dificultando uma comparação representativa da realidade. Inclusive, existiam poucas análises para *L. monocytogenes*, fato que deve ser explicado pela não realização, segundo a legislação, de análises para este microrganismo em produtos cárneos. A alta prevalência de isolamentos de *L. monocytogenes* nos poucos produtos analisados pode indicar uma busca direcionada por este perigo em estabelecimentos suspeitos.

A análise dos dados das pesquisas microbiológicas do DIPOA demonstra a utilidade de um sistema de vigilância para o maior entendimento das associações entre os microrganismos detectados, o tipo de processamento do alimento e a espécie animal do produto cárneo. Melhorar a disponibilidade de dados de segurança dos alimentos para melhor orientar a política e a avaliação de risco é um tema fundamental na construção de um sistema de vigilância, sendo necessário coletar, analisar e interpretar dados sobre contaminantes alimentares e consumo de alimentos e estabelecer vínculos efetivos com o sistema público de saúde para melhorar a disponibilidade de dados atribuíveis as doenças. Assim, a construção de um sistema de vigilância eficiente será alcançada através da partilha de conhecimentos, recursos e informações relevantes a nível global, regional e sub-regional para a tomada estratégica de ações, promovendo benefícios para a saúde pública (BISHOP & TRITSCHER, 2012).

## 6 CONCLUSÃO

Através das análises de dados realizadas neste trabalho, foi possível concluir que os produtos cárneos cozidos e fermentados obtiveram menor prevalência de contaminação microbiológica quando comparados com produtos tipo frescal;

Os produtos cárneos provenientes de aves e suínos apresentaram maior contaminação microbiológica que os produtos de carne bovina;

As médias mais altas de contaminação foram encontradas para o agente microbiológico *Staphylococcus* Coagulase Positiva.

Durante a realização deste trabalho foi possível observar resultados coerentes com a literatura e realizar uma discussão acerca da influência da categoria e espécie do produto cárneo no comportamento de perigos microbiológicos. Os resultados encontrados ilustram a possibilidade de enriquecimento do atual sistema de vigilância estadual, demonstrando a possibilidade de utilizar os dados provenientes do monitoramento de produtos de origem animal para a criação ações estratégicas, para que assim seja possível desenvolver sistemas de vigilância eficientes que garantam a promoção da saúde pública de maneira mais inteligente.

## REFERÊNCIAS

ANVISA. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 12 – Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Brasil, DF, 2001.

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.

BERGDOLL, M. Staphylococcal food poisoning. *In*: CLIVER, D. **Foodborne diseases**. San Diego: Academic Press, 1990. p 85 – 106.

BISHOP, JENNYTRITSCHER, ANGELIKA. **Food safety surveillance and response**. Western Pacific Surveillance and Response Journal, v. 3, n. 2, p. 1-3, 2012.

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. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. **Lei Orgânica da Saúde**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília, set. 1990.

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 03 de jun. de 2019.

CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY. **National Microbiological Monitoring Program and Food Safety Oversight Program Annual Report 2016-2017**. Inspection.gc.ca. Canadá, 2019. Disponível em: <<http://www.inspection.gc.ca/food/chemical-residues-microbiology/food-safety-testing-bulletins/2019-02-13/nmmp-fsop-annual-report-2016-2017/eng/1549472111343/1549472111593>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

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.

CASTAGNA, S. M. *et al.* **Prevalência de suínos portadores de Salmonella spp. ao abate e contaminação de embutidos tipo frescal**. Acta Scientiae Veterinariae, TCC, v. 32, n. 2, p. 141, 2019.

CDC- Codex Alimentarius Commission. *Escherichia coli*(*E.coli*). 2016. Disponível em <<https://www.cdc.gov/ecoli/pdfs/CDC-E.-coli-Factsheet.pdf>>. Acesso em 03 jun. 2019.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Food Safety: Laboratory and Surveillance**. EUA, 2010. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/foodsafety/labs.html>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

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.

CODEX ALIMENTARIUS. **Animal Food Production**. 2. ed., Roma. World Health Organization. Food and Agriculture Organization of the United States. 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/006/y4800e/y4800e0o.htm>>. Acesso em 03 jun. 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **Polices, information and services: Food Safety**. European Commission. Dinamarca, 2013. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/food/animals\\_en](https://ec.europa.eu/food/animals_en)>. Acesso em: 11 jun. 2019.

FDA- Food and Drug Administration. **Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natual 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](http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060538412001465235849.pdf)>. Acesso em 03 jun. 2019.

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.

FOOD SAFETY MAGAZINE (Eua) (Ed.). **Estimated Annual Cost of Foodborne Illness in the U.S. Tops \$15 Billion**. 2014. Disponível em: <<https://www.foodsafetymagazine.com/news/estimated-annual-cost-of-foodborne-illness-in-the-us-tops-15-billion/>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

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

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

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, nº.6, p. 1229-1233. jun2004.

GERMANO, P.; GERMANO, M. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 641 p.

GORMAN, R.; BLOOMFIELD, S.; ADLEY, C.C. A study of cross-contamination of food-borne 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/>> Acesso em 03 jun. 2019.

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 an 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 their sensitivity to sanitizer. **International Journal of Food Microbiology**, v. 64, p. 367-372, 2001.

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..

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.

MINISTRY FOR PRIMARY INDUSTRIES. **Monitoring, surveillance, and testing of meat and animal products**. Nova Zelândia, 2019. Disponível em: <<https://www.mpi.govt.nz/processing/meat-and-game/monitoring-surveillance-and-testing-of-meat-and-animal-products/>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

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.

- 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.
- NOVAK, J.S. JUNEJA, V.K. *Clostridium perfringens*: hazards in new generation foods. **Innovative Food Science & Emerging Technologies.** v.3, 127-132p, 2002.
- PARDI, M.; SANTOS, I.; SOUZA, E.; PARDI, H. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** 2. ed. Goiânia: Ed. Da UFG, 2005. 1 v. 623 p.
- 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.
- RIBEIRO, Cilene da Silva Gomes; CORAÇÃO, Mariana. **O CONSUMO DA CARNE NO BRASIL: ENTRE VALORES SÓCIOS CULTURAIS E NUTRICIONAIS.** Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde, Curitiba, Pr, v. 8, n. 3, p.425-438, 3 nov. 2013. Universidade de Estado do Rio de Janeiro.
- 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.
- 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.
- 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* verotoxigênciã: isolamento e prevalência em 60 propriedades de bovinos de leite da região de Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural.** v.37(1); 175-182p, 2007.
- 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, M.C.D.; RAMALHO, L.S.; FIGUEIREDO, E.T. *Salmonella* spp. 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.

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**. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed, 934p, 2012.

TYÖPÖNEN, S.; PETÄJÄ, E.; MATTILA-SANDHOLM, T. **Bioprotectives and probiotics for dry sausages**. *International Journal of Food Microbiology*, v. 83, p. 233-244, 2003.

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

WELKER, Cassiano Aimberê Dorneles *et al.* **Análise microbiológica dos alimentos envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, RS, v. 1, n. 8, p.44-48, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1322/911>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

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

WORDL HEALTH ORGAIZATION. **WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015**. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Suíça, 2015. Disponível em: <[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165\\_eng.pdf;jsessionid=4B1EB40B4F56CA54D731765327039AE9?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf;jsessionid=4B1EB40B4F56CA54D731765327039AE9?sequence=1)>. Acesso em: 12 jun. 2019.

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.