



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Quantificação da taxa de transferência de *Salmonella* spp. a partir de carcaças  
e cortes de frango e superfícies de materiais utilizados em abatedouros  
frigoríficos de aves**

**GIULIA GIUGLIANI RETA**

**PORTO ALEGRE**

**2022**

GIULIA GIUGLIANI RETA

**QUANTIFICAÇÃO DA TAXA DE TRANSFERÊNCIA DE *SALMONELLA* SPP. A  
PARTIR DE CARÇAÇAS E CORTES DE FRANGO E SUPERFÍCIES DE  
MATERIAIS UTILIZADOS EM ABATEDOUROS FRIGORÍFICOS DE AVES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**Orientador:** Eduardo Cesar Tondo

PORTO ALEGRE

2022

### CIP - Catalogação na Publicação

Giugliani Reta, Giulia  
Quantificação da taxa de transferência de  
Salmonella spp. a partir de carcaças e cortes de  
frango e superfícies de materiais utilizados em  
abatedouros frigoríficos de aves / Giulia Giugliani  
Reta. -- 2022.  
61 f.  
Orientador: Eduardo Cesar Tondo.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia  
de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Salmonella. 2. Frango. 3. Contaminação cruzada.  
4. Quantificação. I. Tondo, Eduardo Cesar, orient.  
II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

Autora: Giulia Giugliani Reta (Médica Veterinária / Universidade Federal de Pelotas)

Título da dissertação: Quantificação da taxa de transferência de *Salmonella* spp. a partir de carcaças e cortes de frango e superfícies de materiais utilizados em abatedouros frigoríficos de aves

Submetida como parte dos requisitos para obtenção do grau de  
MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Aprovada em: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Comissão Examinadora**

\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Patrícia da Silva Malheiros  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Vladimir Pinheiro do Nascimento  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Marjo Cadó Bessa  
Pontifícia Católica Universidade do Rio Grande do Sul

*“Dizem que a vida é para quem sabe viver. Mas ninguém nasce pronto. A vida é para quem é corajoso o suficiente para arriscar e humilde o suficiente para aprender”*

***Clarice Lispector***

## RESUMO

O Brasil é atualmente o maior exportador e terceiro maior produtor de carne de frango do mundo. Apesar dos esforços do governo e das indústrias brasileiras, esse produto pode conter *Salmonella*, um dos principais patógenos alimentares em nível mundial. Os abatedouros frigoríficos são apontados como locais determinantes para a disseminação e contaminação cruzada deste agente. O presente estudo teve como objetivo quantificar a Taxa de Transferência (TT) de *Salmonella* a partir de carcaças e cortes de frango e superfícies de materiais comumente utilizados em abatedouros frigoríficos de aves. Para tanto, um *pool* de *Salmonella* spp. foi inoculado em carcaças e sobrecoxas de frango, atingindo concentrações de 2 a 5 log<sub>10</sub> UFC/g. Após a inoculação, carcaças e sobrecoxas foram utilizadas para reproduzir quatro possíveis cenários de contaminação cruzada em indústrias, sendo eles: 1. transferência de *Salmonella* de carcaças de frango para superfícies de aço inoxidável e polietileno; 2. transferência de *Salmonella* entre carcaças de frango penduradas; 3. transferência de *Salmonella* da superfície de aço inoxidável para carcaças de frango e 4. transferência de *Salmonella* de sobrecoxas para superfícies de aço inoxidável e polietileno. A taxa de transferência de *Salmonella* foi calculada em cada um desses cenários. Os resultados demonstraram que no cenário 1 as taxas foram de 2,21 ± 1,90 % para o aço inoxidável e 2,14 ± 1,18 % para o polietileno, enquanto no cenário 2 ela foi de 4,85 ± 1,56 % entre carcaças de frango. No cenário 3, a taxa de transferência correspondeu a 67,57 ± 0,70% do aço inoxidável para a carcaça de frango e, no cenário 4, elas foram 1% ± 0,36 e 5% ± 0,68 da sobrecoxa para o aço inoxidável e o polietileno, respectivamente. No cenário 3, ocorreu a maior TT dentre todos os cenários reproduzidos. Fatores ambientais como umidade adicional e teor de gordura, podem ter contribuído para isso. Além disso, a passagem de um único frango contaminado pela superfície de aço inoxidável possibilitou a contaminação dessa superfície e de todas as carcaças de frangos processadas subsequentemente, mantendo constante tanto a contaminação da superfície quanto das carcaças. Verificamos, no cenário 2, que carcaças que se tocam durante o percurso em nória, podem oferecer maior taxa de contaminação cruzada do que carcaças em contato com estruturas de aço inoxidável e polietileno, quando estas não envolvem umidade adicional como observado no cenário 1. Por fim, o cenário 4, demonstrou que mesmo em quantidades menores, *Salmonella* pode ser transferida para superfícies de aço inoxidável e polietileno, durante um evento de contaminação cruzada. Em nosso estudo, não foi constatada a relação direta entre concentração inicial de *Salmonella* e a taxa de transferência.

**Palavras chaves:** Contaminação cruzada. Frango. Salmonelose. Abatedouro frigorífico.

## ABSTRACT

Brazil is currently the world's largest exporter and third largest producer of chicken meat. Despite the efforts of the government and Brazilian industries, this product may contain *Salmonella*, one of the main food pathogens worldwide. Slaughterhouses are pointed out as determinant sites for the dissemination and cross-contamination of this agent. The present study aimed to quantify the *Salmonella* Transfer Rate (TR) from chicken carcasses and cuts and surfaces of materials commonly used in poultry slaughterhouses. To this end, a pool of *Salmonella* spp. was inoculated into chicken carcasses and thighs, reaching concentrations of 2 to 5 log<sub>10</sub> CFU/g. After inoculation, carcasses and thighs were used to reproduce four possible scenarios of cross-contamination in industries, as follows: 1. transfer of *Salmonella* from chicken carcasses to stainless steel and polyethylene surfaces; 2. transfer of *Salmonella* between hanging chicken carcasses; 3. transfer of *Salmonella* from stainless steel surfaces to chicken carcasses, and 4. transfer of *Salmonella* from thighs to stainless steel and polyethylene surfaces. The *Salmonella* transfer rate was calculated in each of these scenarios. The results showed that in scenario 1 the rates were 2.21 ± 1.90 % for stainless steel and 2.14 ± 1.18 % for polyethylene, while in scenario 2 it was 4.85 ± 1.56 % between chicken carcasses. In scenario 3, the transfer rate was 67.57 ± 0.70% from stainless steel to chicken carcass and in scenario 4 they were 1% ± 0.36 and 5% ± 0.68 from the thighs to the stainless steel and polyethylene surfaces, respectively. In scenario 3, the highest TR of all the reproduced scenarios occurred. Environmental factors, such as additional moisture and fat content, may have contributed to this. In addition, the passage of a single contaminated chicken through the stainless-steel surface allowed the contamination of this surface and all chicken carcasses processed subsequently, keeping both surface and carcass contamination constant. We found in scenario 2 that carcasses touching each other during transit in the holding room could offer a higher rate of cross-contamination than carcasses in contact with stainless steel and polyethylene structures when these did not involve additional moisture as observed in scenario 1. Finally, scenario 4, demonstrated that even in smaller quantities, *Salmonella* can be transferred to stainless steel and polyethylene surfaces during a cross-contamination event. In our study, a direct relationship between initial *Salmonella* concentration and transfer rate was not found.

**Keywords:** cross-contamination, poultry, salmonellosis, slaughterhouse

## LISTA DE FIGURAS

**Figure 1.** Chicken carcasses hung on a structure that simulated the noria...33



## LISTA DE TABELAS

<b>Table 1.</b> Characteristics and source of isolation of the Salmonella strains comprising the pool used to assess the transfer rate between chicken carcasses and thighs, and surface materials used in chicken slaughterhouses. ....	31
<b>Table 2.</b> Cross-contamination scenarios reproduced in the laboratory and their respective experimental objectives.....	31
<b>Table 3.</b> Transfer rate of chicken carcasses artificially contaminated with Salmonella to polyethylene and stainless-steel surfaces. ....	36
<b>Table 4.</b> Salmonella transfer rate due to contact between hanging chicken carcasses. ....	39
<b>Table 5.</b> Salmonella contamination of stainless-steel ramp after the passage of contaminated and uncontaminated chicken carcasses. ....	41
<b>Table 6.</b> Salmonella contamination of chicken carcasses after sliding down a contaminated stainless-steel ramp. ....	42
<b>Table 7.</b> Transfer rate of Salmonella from artificially contaminated chicken thighs to polyethylene and stainless-steel surfaces. ....	44

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO

1.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2. Objetivos Específicos.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.3.O Brasil na Cadeia de Carne de Frango.....	15
3.4.Contaminação Cruzada.....	16
3.5. <i>Salmonella</i> e o frango.....	19
3.6. Legislação.....	21
CAPÍTULO 2 - QUANTIFICAÇÃO DA TAXA DE TRANSFERÊNCIA DE SALMONELLA SPP. A PARTIR DE CARÇAÇAS E CORTES DE FRANGO E SUPERFÍCIES DE MATERIAIS UTILIZADOS EM ABATEDOUROS FRIGORÍFICOS DE AVES.....	25
CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
4. DISCUSSÃO GERAL .....	51
5. CONCLUSÕES.....	54

## **CAPÍTULO 1**

## 1. INTRODUÇÃO

*Salmonella* spp. é considerado atualmente um dos principais patógenos alimentares em nível mundial. Nos Estados Unidos, estima-se que este microrganismo cause cerca de 1,35 milhões de infecções, 26.500 hospitalizações e 420 mortes a cada ano (CDC, 2022), enquanto que na União Europeia foi o segundo agente etiológico de surtos bacterianos de origem alimentar, em 2020 (EFSA, 2021). No Brasil, este microrganismo é apontado como o terceiro agente etiológico mais identificado nos surtos notificados de DTA, nos últimos 10 anos (BRASIL, 2022b). A carne de aves tem sido identificada como uma importante fonte de *Salmonella* em salmoneloses humanas, e isso pode ser explicado pelo fato de os frangos estarem entre os principais reservatórios deste agente (CASTILLO-OLIVARES; WOOD, 2004; FOLEY *et al.*, 2008; FAO/WHO, 2009; TABO *et al.*, 2013).

Frangos, quando colonizados por *Salmonella*, eliminam esse microrganismo nas fezes e o excremento pode se tornar fonte de contaminação, durante o processo nos abatedouros frigoríficos. As carcaças podem ser contaminadas pelo conteúdo intestinal de aves de um mesmo lote ou de lotes distintos e a contaminação cruzada pode ocorrer entre as carcaças, pelo contato com superfícies dos equipamentos, utensílios, caixas de transporte e água (ROUGER *et al.*, 2017). Etapas como escaldagem, depenagem e evisceração podem aumentar a chance de contaminação cruzada (FAO/WHO, 2009), enquanto lavagem de carcaças e passagem por tanques de resfriamento podem diminuí-la. Além disso, a carga bacteriana poderá aumentar ao longo do processo e com o passar do tempo, dependendo do nível das condições higiênicas da planta industrial (HINTON; CASON; INGRAM, 2004). Na literatura, há poucos estudos que investigaram a contaminação cruzada de *Salmonella* no interior dos abatedouros frigoríficos de aves no Brasil, sendo que a taxa de transferência nem sempre é identificada. Tais dados, se utilizados em conjunto com a prevalência e concentração de *Salmonella* nas carcaças de aves podem contribuir para a identificação do risco de contaminação e de ocorrência de salmonelose no Brasil. Perante o exposto, este trabalho teve como objetivo calcular a taxa de transferência de *Salmonella*

a partir de carcaças e cortes de frango e superfícies de materiais comumente utilizados em abatedouros frigoríficos de aves.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Quantificar a taxa de transferência de *Salmonella* a partir de carcaças e cortes de frango e superfícies de aço inoxidável e polietileno.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar possíveis cenários de contaminação cruzada ocorridos em abatedouros frigoríficos de aves;
- Avaliar a taxa de transferência de *Salmonella* a partir de carcaças e cortes de frango e superfícies de aço inoxidável e polietileno;
- Avaliar a taxa de transferência de *Salmonella* entre carcaças de frango;
- Comparar as taxas de transferência de *Salmonella* entre os cenários estudados.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 O Brasil na Cadeia de Carne de Frango

A avicultura brasileira é reconhecida como uma das mais desenvolvidas do mundo, com expressivos índices de produtividade. No que se refere ao consumo, nas últimas décadas, a carne de frango apresentou grande evolução no Brasil (EMBRAPA, 2020). A partir dos anos 1970 ocorreram mudanças tecnológicas e na estrutura produtiva que colaboraram para este sólido crescimento. Fatores como a redução do tempo de engorda das aves de corte, o significativo avanço na seleção de linhagens, a intensificação do uso de rações balanceadas, o uso de equipamentos industriais modernos e novas técnicas de manejo das aves, resultaram em expressivos ganhos de produtividade (ESPÍNDOLA, 2012). Este ganho pode ser observado ao comparar o crescimento do frango na década de 1960, quando se iniciou a produção industrial e o desenvolvimento do ciclo do frango na atualidade. As aves alcançavam um peso de aproximadamente 2 kg em 80 dias e consumiam 5,8 kg de alimento. Atualmente, as aves alcançam um peso médio de 2,6 kg em apenas 42 dias de vida e consomem 4,6 kg de alimento (ABPA, 2022).

Além destes avanços, o *status* sanitário dos plantéis de aves do Brasil, também contribui para o país ocupar a posição privilegiada de maior exportador de carnes de aves do mundo (ABPA, 2022). No âmbito da produção, o país tem apresentado expressivos avanços e hoje é o terceiro maior produtor desta proteína, sendo as regiões sul e sudeste do país responsáveis por mais de 80% da produção brasileira (ABPA, 2022). O Estado do Paraná é responsável por produzir 40,38% de carne de frango, seguido por Santa Catarina e Rio Grande do Sul, responsáveis por 22,95% e 15,79% da produção, respectivamente. Das 14.329 milhões de toneladas produzidas em 2021, 32,17% foi destinado ao mercado externo, abastecendo mais de 150 países, sendo a China o maior importador, enquanto 67,83% foram consumidos em território brasileiro. Dos produtos de carne de frango exportados, 70,79% foram comercializados em cortes, 23,31% em carcaças inteiras, 3,59% como

produtos salgados e 2,32% como industrializados. Essa expressiva produção correspondeu ao valor bruto de 108,9 bilhões de reais (ABPA, 2022).

A avicultura de corte possui vantagens competitivas. Além do rápido ciclo produtivo, tem a possibilidade de uma estrutura organizacional verticalizada e ser uma proteína animal de baixo custo quando comparada a outros setores do agronegócio, o que atrai consumidores de diferentes classes sociais (RECK; SCHULTZ, 2016). Atualmente, a carne de frango é um dos alimentos mais presentes na alimentação do brasileiro, devido a sua qualidade nutricional, facilidade de preparo, disponibilidade e custo (EMBRAPA, 2020). Em média, cada brasileiro consome 45 kg de carne de frango por ano *in natura* e nas mais variadas formas de processamento (ABPA, 2022).

O crescimento da produção de carne de frango no Brasil necessitou de modernização e automação do abate e processo, possibilitando maior velocidade e produtividade. Entretanto, estes fatores não evitaram e, possivelmente aumentaram, o contato das carcaças e dessas com superfícies de equipamentos e utensílios, contribuindo com a contaminação cruzada.

### **3.2 Contaminação Cruzada**

De forma geral, a contaminação cruzada é a transferência, direta ou indireta, de microrganismos de um produto ou superfície contaminado para um produto ou superfície não contaminado ou menos contaminado. Contaminações desta natureza podem ocorrer ao longo das etapas de elaboração de produtos alimentícios, o que pode resultar no desenvolvimento de DTA (MELO *et al.*, 2018). Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1992) 25% dos surtos de origem alimentar estão associados a eventos de contaminação cruzada, envolvendo práticas de higiene deficientes, equipamentos contaminados, contaminação por manipuladores de alimentos, processamento ou armazenamento inadequado (CARRASCO; MORALES-RUEDA; GARCÍA-GIMENO, 2012).

No que se refere a produtos cárneos, durante suas várias etapas da elaboração, a contaminação cruzada pode ocorrer. Além disso, a carne de frango apresenta fatores intrínsecos que permitem a proliferação de microrganismos, como por exemplo, a variedade de nutrientes, alta umidade e baixa acidez (KLEIN *et al.*, 2017). No caso de abatedouros frigoríficos, o



próprio ambiente de processamento pode levar a contaminações cruzadas de patógenos como *Salmonella*. Múltiplas etapas mecânicas estão envolvidas entre a chegada de uma ave viva na planta de processamento, sua conversão em carne e finalmente, produtos de carne de aves (HANDLEY *et al.*, 2015; BLEVINS *et al.*, 2018). Dentre esses processos estão, a escaldagem, a depenagem, a evisceração e a imersão em tanques de resfriamento de várias carcaças simultaneamente (BLEVINS *et al.*, 2018). A exemplo deste fato, um estudo realizado por Marin *et al.* (2022) coletou 504 amostras em oito pontos de um abatedouro de aves, localizado na Espanha, no ano de 2015. As amostras foram coletadas de fezes (n = 36), superfícies ambientais (n = 252), pele do pescoço (n = 108) e superfícies da cavidade interna (n = 108). De todas as amostras coletadas no abatedouro, 45,0% (227/504) foram positivas para *Salmonella*. Das superfícies ambientais, 40,4% (102/252) das amostras foram positivas para *Salmonella*, sendo a etapa da depenagem responsável por 69,0%, correspondendo ao estágio mais contaminado. As amostras da etapa de evisceração e das caixas de transporte corresponderam a 47,0% cada, enquanto o resfriamento a ar e escaldagem corresponderam a 14,0% e 6,0% de contaminação por *Salmonella* respectivamente.

No âmbito nacional, Dias *et al.* (2016) realizaram um estudo em abatedouro frigorífico de aves no Brasil, no qual revelou a ocorrência de contaminação por *Salmonella* spp. Foram coletadas amostras na recepção e durante o abate. Superfície de caixas de transporte, placas de corte, facas, carcaças e cortes finais foram amostrados. Os isolados foram identificados como *Salmonella* spp. por Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) e após foram submetidos à identificação gênica por Eletroforese em Campo Pulsado (PFGE). Os resultados demonstraram a relevância de contaminação nos estágios iniciais do processamento. Além disso, foi possível observar isolados com perfis genéticos idênticos a partir de caixas de transportes, carcaças após a depenagem e evisceração e cortes finais, indicando a ocorrências de contaminação cruzada, persistência ou reintrodução destes isolados durante o processamento.

Alguns estudos sobre contaminação cruzada envolvendo *Salmonella* já foram realizados. Por exemplo, Gkana *et al.* (2016) verificaram que os níveis de contaminação cruzada entre filés bovinos contaminados com *Salmonella* e

placas em polietileno e aço inoxidável, correspondeu a  $2,63 \pm 0,18$  UFC/cm<sup>2</sup> e  $2,98 \pm 0,09$  log UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Costa *et al.* (2022) estimaram as taxas de transferência de *S. Typhimurium* entre carcaça suína contaminada e a lâmina de faca durante o corte. Seus resultados mostraram que há maior probabilidade média da transferência do material de aço inoxidável para a carne suína e não ao contrário.

Em relação a estudos envolvendo a contaminação cruzada entre carne de frango e *Salmonella*, Ravishankar *et al.* (2010) testaram a transferência de *Salmonella* entre pedaços de frango artificialmente contaminados e superfície de polietileno. Os pedaços de peito de frango contaminados com *S. Newport* ( $10^6$  UFC/g), quando colocadas em contato com a superfície, resultaram na quantificação de  $2,21 \pm 0,21$  log CFU/cm<sup>2</sup> e a taxa de transferência foi de  $1,25 \pm 0,09$  %. Oscar (2013) realizou experimentos sobre contaminação cruzada de *Salmonella* proveniente de frango cru para cozido, durante o preparo de refeições. Os resultados deste trabalho apontaram que a prevalência de contaminação foi de 3 % (4 de 132), enquanto a incidência de contaminação cruzada foi de 1,8 % (1 de 57) a baixa prevalência indicou que em estabelecimentos com baixa prevalência de *Salmonella*, há menos chances de contaminação cruzada. Oscar (2013) também identificou os sorotipos e números de *Salmonella* em partes de frango naturalmente contaminadas. Seus resultados mostraram que as partes positivas do frango foram uma coxa, que continha 3 UFC do sorotipo de *Salmonella entérica* Kentucky, e ambas as asas. No entanto, este estudo não utilizou cepas isoladas no Brasil e não retratou a realidade industrial.

Para prevenir situações de contaminação cruzada, os abatedouros frigoríficos devem implementar as Boas Práticas de Fabricação (BPF), as quais descrevem as medidas básicas de higiene que devem ser adotadas para a produção de alimentos seguros. As BPF também são conhecidas como os pré-requisitos do sistema Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), o qual tem a finalidade de identificar, avaliar e controlar perigos relacionados à segurança dos alimentos (FORSYTHE, 2013).

No Brasil, outra medida que reforça os cuidados frente a eventos de contaminação cruzada, é a obrigatoriedade da implementação dos programas de autocontrole por parte das empresas. Estes programas são exigidos através

do Regulamento Industrial de Inspeção de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), e devem ser desenvolvidos, implantados, mantidos, monitorados e verificados pelas indústrias, contendo registros sistematizados e auditáveis que comprovem o atendimento aos requisitos higiênico-sanitários (BRASIL, 2017b).

Além da implementação de BPF e APPCC, é necessário realizar pesquisas que investiguem a contaminação cruzada de forma aprofundada. Dados como a taxa de transferência de *Salmonella* nos abatedouros frigoríficos brasileiros ainda são escassos, o que pode impedir a correta implementação de muitos procedimentos de BPF ou o cálculo preciso do risco de contaminação.

Apesar destas medidas, durante o processamento, carcaças com *Salmonella* podem contaminar carcaças sem esse patógeno (ANTUNES *et al.*, 2016; AKIL; AHMAD, 2019) e *Salmonella* pode persistir no ambiente de produção, possibilitando a contaminação cruzada. Assim, o abatedouro de aves é um local de preocupação no que diz respeito à possível disseminação, persistência e multiplicação de *Salmonella* (MCCARTHY *et al.*, 2019).

### 3.3. *Salmonella* e o frango

*Salmonella* spp. é uma bactéria Gram-negativa, anaeróbia facultativa, não formadora de esporos e com morfologia de bastonete. Possui temperatura mínima de multiplicação de 5°C e temperatura ótima que varia de 35°C a 43°C. São microrganismos mesófilos, podendo ser inativada a partir de 60°C e não resistem aos 70°C. Este gênero é pertencente à família *Enterobacteriaceae* e é composto por duas espécies, *enterica* e *bongori*. A espécie *enterica* é dividida em seis subespécies, sendo um de seus representantes, *Salmonella enterica* subespécie *enterica* (TONDO, 2022).

Os integrantes da subespécie *Salmonella enterica enterica* são os principais responsáveis pelas infecções em humanos, os sorovares Enteritidis e Typhimurium são os dois principais sorovares relacionados com essas infecções, dentre os mais de 2600 existentes (ISSENHUTH-JEANJEAN *et al.*, 2014). A doença causada por esta bactéria é denominada salmonelose, infecção comumente associada à ingestão de alimentos e água contaminados com o microrganismo (CDC, 2014). *Salmonella* foi frequentemente detectada em uma variedade de produtos de origem animal, como carne bovina, carne

suína, carne de frango e ovos. O consumo desses alimentos crus ou mal cozidos quando contaminados com *Salmonella* pode levar ao desenvolvimento de salmonelose (WANG *et al.*, 2016), a qual é uma importante doença de origem alimentar tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento (EFSA, 2010). Os sintomas relacionados a esta doença surgem entre 12 e 72 horas após a ingestão dos alimentos contaminados, como consequência, muitas pessoas podem desenvolver diarreia, vômitos, dores abdominais, dor de cabeça e, às vezes, febre (TONDO, 2022). Entretanto, em imunodeprimidos pode ocorrer infecções mais severas, resultando em complicações e até mesmo a morte (JAY, 2005). A dose infectante típica para humanos é em torno de  $10^6$  a  $10^8$  Unidades Formadoras de Colônia (UFC), contudo, há relatos de surtos com doses entre 1 e 100 UFC (HUMPHREY, 2004). A presença de *Salmonella* spp. em frangos de corte comerciais, além da preocupação com a saúde pública, provoca graves prejuízos econômicos, uma vez que produtos quando contaminados por *Salmonella*, podem não ser aceitos por países importadores (ABPA, 2021). O ambiente da planta de processamento pode ser adverso para a sobrevivência de *Salmonella*, entretanto, este patógeno demonstra ser capaz de sobreviver, possibilitando a ocorrência de contaminação cruzada e de sua detecção ao longo da linha de abate (REITER *et al.*, 2007).

Outro fator importante é *Salmonella* spp. ser capaz de formar biofilmes em várias superfícies, incluindo diferentes tipos de aço inoxidável e polietileno, materiais de uso difundido nas indústrias de alimentos (BORGES *et al.*, 2018). Biofilmes podem proteger os microrganismos de estresses ambientais, antibióticos e desinfetantes (HØIBY *et al.*, 2010) e, como consequência, dificultam a remoção dos mesmos das indústrias de alimentos.

Ren *et al.* (2016) realizaram a análise microbiológica de frango e encontraram prevalências de *Salmonella* de 7%, 62,9% e 54,7% em granja, frigorífico e varejo, respectivamente. Esses dados destacam que a prevalência bacteriana pode aumentar ao longo da cadeia de produção e distribuição de carne de frango, assim como, demonstram a importância do controle desde a matéria-prima até o consumo da carne de frango.

No que se refere à quantificação de *Salmonella* em abatedouros frigoríficos de aves, Kotula *et al.* (1995) relataram 6,28 log UFC/g de

*Salmonella* spp. em frangos de corte em plantas de processamento localizadas na Península de Delmarva, nos Estados Unidos. Rivera-Pérez *et al.* (2014), em Heredia, Costa Rica, analisaram a contaminação por *Salmonella* em frangos de corte na sangria e em diferentes pontos do processo de abate e relataram contagens de 6,1 log UFC/carça. Considerando um peso médio de carça de frango de 2,60 kg (ABPA, 2022), a contaminação por *Salmonella* foi de 0,0023 log UFC/g. Já Borges *et al.* (2019) utilizaram qPCR para quantificar *Salmonella* em abatedouros de aves brasileiros sob Inspeção Federal em diferentes etapas do processo. Os resultados indicaram que os níveis de contaminação permaneceram semelhantes durante todo o processo de abate. A média da quantificação de todas as etapas avaliadas foi de 2,14 log UFC/ml. Borges *et al.* (2019) também observaram a detecção de *Salmonella* spp. em carças congeladas, mesmo após longos períodos de armazenamento, o que indicou que as carças podem ser uma potencial fonte de infecção para consumidores.

Borges *et al.* (2019), também detectou e quantificou a presença de *Salmonella* spp. em quatro plantas de processamento de frango sob Inspeção Federal do Brasil através de qPCR. Seus resultados apontaram que de 139 amostras coletadas, 68 foram positivas para *Salmonella* o que representou uma prevalência de 49% de frangos positivos nos estabelecimentos. O estudo incluiu coleta de suabes cloacais, que apontaram que 52,6% das amostras foram positivas para este patógeno, indicando que os frangos chegaram positivos nos abatedouros. Maiores prevalências de *Salmonella* nos frangos recebidos para abates em frigoríficos, possibilita a ocorrência de contaminação cruzada, envolvendo carças não infectados por *Samonella* (OLSEN *et al.*, 2003).

### **3.4 Legislação**

A legislação brasileira no que diz respeito à elaboração de produtos de origem animal, é regida pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) publicado pela primeira vez em 1965, a qual foi revisada e atualmente é identificada como Decreto nº 9013, de 2017, (BRASIL, 2017b). Em fevereiro de 1998 através da portaria nº 46 do MAPA, o

APPCC, importante ferramenta utilizada na gestão de segurança de alimentos, passou a ser implementado gradativamente nos estabelecimentos sob fiscalização do Serviço de Inspeção Federal (SIF) (BRASIL, 1998a). No mesmo ano, publicou-se a Portaria nº 210, que regulamenta a inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves (BRASIL, 1998b). O Regulamento Técnico para aves proíbe a entrada de carcaças com qualquer tipo de contaminação visível no sistema de pré-resfriamento ou pré-chiller (BRASIL, 1998b). Com o objetivo de reforçar controles higiênicos-sanitários por parte das indústrias, no ano de 2005, foi publicada a Circular nº 175, que fundamentava os Programas de Autocontrole, os quais deveriam ser sistematicamente submetidos à verificação contínua de todos os fatores que, de alguma forma, pudessem interferir na qualidade higiênico-sanitária dos produtos (BRASIL, 2005). Na busca pelo aprimoramento de medidas já implementadas, em 2006, através da Circular nº 668 foram estabelecidas as diretrizes para a elaboração do APPCC, agora, apresentando um plano genérico para o processamento de aves, no qual prevê o controle das contaminações visíveis (BRASIL, 2006).

Em março de 2017 a Circular nº 175 foi revogada pela Norma Interna 01, publicada pelo MAPA, que trouxe uma atualização nos elementos de inspeção estabelecidos nos Programas de Autocontrole, com a necessidade de uma verificação oficial aplicada a cada elemento de inspeção (BRASIL, 2017a). Atualmente os autocontroles são exigidos pelo RIISPOA que após sua revisão em março de 2017, teve pela primeira vez a definição de autocontrole incluída, tendo como características “serem procedimentos descritos, desenvolvidos, implantados, monitorados e verificados pelo estabelecimento, com vistas a assegurar a inocuidade, a identidade, a qualidade e a integridade dos seus produtos, que incluam, mas que não se limitem aos programas de pré-requisitos, BPF, PPHO e APPCC ou a programas equivalentes reconhecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento” (BRASIL, 2017b).

Todas estas medidas auxiliam no controle de contaminações cruzadas durante as operações de abate, no entanto, especificamente para o controle e o monitoramento microbiológico de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas e abatedouros frigoríficos de aves registrados no SIF, as medidas foram atualizadas em outubro de 2016, por meio da Instrução Normativa nº 20, publicada pelo MAPA. A IN nº 20 regulamenta o controle e monitoramento de

*Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos abatedouros frigoríficos de frangos e perus de corte e reprodução, registrados no SIF. Tem como objetivo reduzir a prevalência de *Salmonella* e estabelecer um nível efetivo de proteção ao consumidor. Medidas como a verificação do *status* sanitário dos lotes de galinhas de reprodução encaminhados para abate, monitoramento e controle de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos de abate de aves registrados no SIF, adoção de medidas de controle específicas para *Salmonella* Typhimurium e *Salmonella* Enteritidis, por se tratar de patógenos de grande relevância em saúde pública, são abordados e exigidos por esta legislação (BRASIL, 2016). Nos estabelecimentos de abate, as coletas previstas pela IN nº 20 são realizadas em ciclos de amostragem, cujo número de amostras de carcaças de frango a serem coletadas após o pré-resfriamento e o número de amostras positivas aceitáveis, são relativos ao volume de abate do estabelecimento. Assim, uma importante medida que pode ajudar a melhorar a realidade sobre *Salmonella* em estabelecimentos produtores de carne de frango no Brasil, é a atualização da RDC nº 12/2001. Esta RDC foi publicada com o intuito de estabelecer os padrões microbiológicos dos alimentos, no entanto, não constava a análise de *Salmonella* em carne de frango. Em 23 de dezembro de 2019 a Instrução Normativa nº 60 foi aprovada pela ANVISA e substituiu a RDC nº 12/2001. O documento passou a incluir a exigência de análise de *Salmonella* em carne de frango para os dois principais sorovares relacionados à salmonelose, *S. Enteritidis* e *S. Typhimurium* e a IN nº 60 passou a obrigar a ausência destes sorovares em 25g de amostra de carne de aves ou miúdos crus e seus derivados, bem como a ausência desse gênero bacteriano em outros alimentos (BRASIL, 2019), reforçando a IN nº 20/2016. Em 1º de julho de 2022, a IN nº 60 foi substituída pela IN nº 161 (BRASIL, 2022a), no entanto, não houve alterações referentes às análises de *Salmonella* em carne de aves. Todas essas legislações embasam a atuação da indústria quanto ao atendimento dos requisitos higiênico-sanitários, direcionando-as na implementação dos seus próprios procedimentos e para adoção de medidas de controle sempre que necessário, na busca pela garantia da qualidade e segurança dos produtos derivados de carne de frango.

O controle de *Salmonella* spp. na produção animal e dentro da indústria de alimentos é um grande desafio. Isso se deve à existência de inúmeras possibilidades de contaminação e disseminação da *Salmonella* spp. nas aves e carne desde a granja até a casa do consumidor. Ao longo de toda cadeia produtiva, deve-se analisar criticamente cada etapa do processo para então estabelecer medidas específicas baseadas em evidências, com ênfase maior na prevenção e controle da contaminação. Apesar das dificuldades, o seu controle é necessário para garantir a inocuidade do alimento produzido e reduzir o risco de agravos à saúde dos consumidores.

Os materiais e métodos, resultados e discussão dessa dissertação serão apresentados na forma de artigo científico, o qual é apresentado a seguir.



**CAPÍTULO 2 - QUANTIFICAÇÃO DA TAXA DE  
TRANSFERÊNCIA DE *SALMONELLA* SPP. A PARTIR DE  
CARÇAÇAS E CORTES DE FRANGO E SUPERFÍCIES DE  
MATERIAIS UTILIZADOS EM ABATEDOUROS FRIGORÍFICOS  
DE AVES**

**Quantification of *Salmonella* transfer in cross-contamination scenarios  
found in chicken slaughterhouses**

Giulia Giugliani Reta<sup>a</sup>, Stefani Machado<sup>a</sup>, Nathanyelle Aquino<sup>a</sup>, Eduardo Cesar Tondo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ciência de Alimentos, Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos - ICTA, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS - Avenida Bento Gonçalves, 9500 – Campus do Vale – Prédio 43212 – CEP 91501-970 - Porto Alegre/RS/Brasil.

\*Corresponding Author: Giulia Giugliani Reta E-mail: [vet.giugliani@gmail.com](mailto:vet.giugliani@gmail.com)  
Postal Address: Avenida Bento Gonçalves, 9500 – Campus do Vale – Prédio 43212, Laboratório 205 – CEP 91501-970 - Porto Alegre/RS/Brazil  
Phone/fax: 55-51-3308667

## 1 **Abstract**

2 Chickens are among the main reservoirs of *Salmonella*, and slaughterhouses  
3 have been identified as key sites for cross-contamination of this pathogen. This  
4 study aimed to quantify the transfer rate of *Salmonella* in different cross-  
5 contamination scenarios found in chicken slaughterhouses. To this end, a pool  
6 of *Salmonella* spp. was inoculated into chicken carcasses and thighs, reaching  
7 out concentrations of 2 to 5 log<sub>10</sub> CFU/g. After inoculation, carcasses and thighs  
8 were used to reproduce four cross-contamination scenarios based on industrial  
9 reality, as follows: 1. transfer of *Salmonella* from chicken carcasses to stainless  
10 steel and polyethylene surfaces; 2. transfer of *Salmonella* between hanging  
11 chicken carcasses; 3. transfer of *Salmonella* from stainless steel surfaces to  
12 chicken carcasses, and 4. transfer of *Salmonella* from thighs to stainless steel  
13 and polyethylene surfaces. The results showed that the transfer rates (TR) of  
14 *Salmonella* on the chicken carcass to stainless steel and polyethylene were  
15 2.21 ± 1.90 % and 2.14 ± 1.18 %, respectively, while the TR between hanged  
16 chicken carcasses was 4.85 ± 1.56 %. When carcasses were slid through a  
17 stainless-steel ramp, 67.57 ± 0.70% of the *Salmonella* present on the ramp  
18 adhered to the chicken carcasses, and the greater transfer seems to be linked  
19 to the wet surfaces. The transfer rates from the thighs to the stainless steel and  
20 polyethylene were 1.0 ± 0.36% and 5.0 ± 0.68%, respectively. Cross-  
21 contamination occurred regardless of the sample weight, time of contact, and  
22 amount of inoculum.

23

24 **Keywords:** cross-contamination, poultry, salmonellosis, slaughterhouse,  
25 quantification, pathogen.

## **CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

#### 4. DISCUSSÃO GERAL

Considerando a expressiva produção e exportação da carne de frango brasileira, seu alto consumo e envolvimento em surtos de origem alimentar relacionados à *Salmonella*, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de quantificar a taxa de transferência de *Salmonella* em quatro possíveis cenários de contaminação cruzada a partir de carcaças e cortes de frango e superfícies de materiais comumente utilizados em abatedouros frigoríficos de aves.

Diferentes concentrações de *Salmonella* foram utilizadas a fim de se aproximar das realidades ocorridas nos abatedouros frigoríficos de aves. O cenário 1 teve o objetivo de avaliar a contaminação cruzada que pode ocorrer durante o fluxo de abate entre frangos contaminados e superfícies de contato de equipamentos e utensílios de aço inoxidável e polietileno. Os resultados demonstraram que a carcaça artificialmente contaminada, apresentou em média de  $5,45 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> e transferiu em média  $4,67 \pm 0,08 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> e  $4,88 \pm 0,24 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> para as superfícies de aço inoxidável e polietileno respectivamente. Entretanto, estatisticamente não houve diferença. ( $p \geq 0,05$ ). A taxa de transferência de *Salmonella* foi de  $2,21 \pm 1,90\%$  para o aço inoxidável e  $2,14 \pm 1,18\%$  para o polietileno.

O cenário 2 teve o objetivo de avaliar a contaminação cruzada que pode ocorrer durante o percurso das carcaças penduradas em nória na linha de processamento. Três carcaças de frango foram suspensas na estrutura que simulou a nória. Uma carcaça recebeu previamente o inóculo e foi posicionada entre outras duas carcaças livres de *Salmonella*. A primeira carcaça, livre de contaminação, foi pendulada em direção à carcaça contaminada, que por sua vez, pendulou em direção à segunda carcaça livre de contaminação. Carcaças contendo uma contaminação inicial média de  $4,70 \pm 0,43 \log_{10}$  UFC/g, após o contato, transferiram em média  $3,39 \pm 0,13$  UFC/g para as carcaças livres de contaminação. A taxa média de transferência de *Salmonella* da carcaça artificialmente contaminada para as não contaminadas foi de  $4,85 \pm 1,56\%$ . Comparando os resultados obtidos dos cenários 1 e 2 em que os frangos utilizados foram inoculados adotando um mesmo padrão de volume e concentração, foi possível verificar que ocorreu uma maior taxa de

transferência entre carcaças de frango do que carcaças de frango e superfícies, independente do material que as constitui. As texturas e tipo de contato envolvidos em cada cenário, pode ter influenciado nas diferentes taxas obtidas.

O cenário 3 teve o objetivo de avaliar a contaminação cruzada que pode ocorrer entre carcaças e superfícies de mesas, escorregadores e outras estruturas de aço inoxidável, após as carcaças passarem por chuveiros de lavagem ou Chiller. A carcaça artificialmente contaminada com uma contagem inicial média de  $4,00 \pm 0,20 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> em sua superfície, após o deslizamento pela rampa de aço inoxidável transferiu em média  $2,39 \pm 0,13 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, representando uma taxa de transferência de  $13,62 \pm 1,84\%$  para a superfície. Após a carcaça de frango contaminada deslizar pela rampa, os frangos subsequentes e até então livres de contaminação passaram a apresentar uma contagem média de  $3,25 \log$  UFC/cm<sup>2</sup> de *Salmonella* em sua pele. não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) na contagem de *Salmonella* entre o primeiro e último frango deslizado sobre a superfície, portanto, a contaminação demonstrou ser constante.

A taxa de transferência da superfície do aço inoxidável para as carcaças correspondeu a uma média de  $67,57 \pm 0,70\%$ . Esta foi a taxa de transferência mais expressiva entre todos os cenários reproduzidos. Sendo um possível motivo o envolvimento de carcaças mais molhadas, uma vez que a umidade, juntamente com a pressão desempenhada pelo peso das carcaças, é considerada um fator ambiental de relevância. Os resultados também apontaram a maior transferência de *Salmonella* da rampa de aço inoxidável para o frango e não o inverso, provavelmente por influência de fatores ambientais como umidade e teor de gordura.

O cenário 4 teve o objetivo de avaliar a contaminação cruzada que pode ocorrer entre cortes de frango e superfícies de contato de aço inoxidável e polietileno, simulando realidades semelhantes à da sala de desossa. Sobrecoxas contendo uma contaminação inicial média de  $2,19 \pm 0,11 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, após o contato com o aço inoxidável e o polietileno, transferiram em média  $0,43 \pm 0,06$  UFC/cm<sup>2</sup> e  $1,16 \pm 0,06$  UFC/cm<sup>2</sup> respectivamente. A taxa média de transferência de *Salmonella* da sobrecoxa artificialmente contaminada para as superfícies foi de  $1\% \pm 0,36$  e  $5\% \pm 0,68$  para o aço

inoxidável e o polietileno respectivamente. Um estudo realizado por Fravalo *et al.* (2009) relatou que quanto menor o inóculo inicial maior a taxa de transferência. Esta realidade não foi observada neste cenário considerando a transferência para o aço inoxidável. Entretanto, as realidades empregadas entre este e os demais cenários foram diferentes em relação à pressão, devido à diferença de peso entre carcaças e sobrecoxas de frango, o que pode ter influenciado nesta constatação.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo identificou e simulou quatro cenários possíveis de contaminação cruzada que podem ocorrer em abatedouros frigoríficos de aves. Nossos resultados mostraram que a TT mais elevada ocorreu no cenário 3 e envolveu a superfície de aço inoxidável e o deslizamento de carcaças de frango mais úmidas, em que a primeira carcaça foi contaminada enquanto as outras estavam livres de contaminação por *Salmonella*. A TT mais baixa foi observada no cenário 4, onde as coxas contaminadas transferiram salmonela para a superfície de aço inoxidável. Além disso, descobrimos que as carcaças penduradas que se tocavam (cenário 2) podem resultar em TT de *Salmonella* mais elevada do que as carcaças em contacto com superfícies de aço inoxidável e polietileno.

A transmissão de *Salmonella* ocorreu independentemente do peso da amostra, tempo de contacto, e quantidade de inóculo. Os resultados deste estudo também apontaram a importância de conhecer a positividade da *Salmonella* em lotes de frangos a serem abatidos, uma vez que a passagem de uma única carcaça de frango contaminada através de uma superfície de aço inoxidável permite a transferência da *Salmonella* para outras carcaças subsequentemente processadas. Os resultados apresentados neste estudo, fornecem dados que simulam a realidade industrial e podem ser utilizados para calcular a transferência de *Salmonella* em modelos de avaliação de risco.



## REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://abpa-br.org/relatorios/> Acesso em: 15 set. 2020.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: <http://abpa-br.org/relatorios/> Acesso em: 03 de abr. 2021.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-vf.pdf> Acesso em: 10 mai. de 2022.

AKIL, L.; AHMAD, H. A. Quantitative risk assessment model of human salmonellosis resulting from consumption of broiler chicken. **Diseases**, Basileia, v. 7, n. 1, p. 19, fev. 2019. <https://doi.org/10.3390/diseases7010019>

ANTUNES, P. *et al.* Salmonellosis: The role of poultry meat. **Clinical Microbiology and Infection**, Basileia, v. 22, n. 2, p. 110–121, dez. 2016. <https://doi.org/10.1016/J.CMI.2015.12.004>

BLEVINS, R. E. *et al.* Historical, Current, and Future Prospects for Food Safety in Poultry Product Processing Systems. In: RICKE, S. C. *et al.* **Food and Feed Safety Systems and Analysis**. 1. edição, 2018. Capítulo 18, p. 323–345. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811835-1.00018-X>

BORGES, K. A. *et al.* Biofilm formation capacity of Salmonella serotypes at different temperature conditions. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 71–76, jan. 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-4928>

BORGES, K. A. *et al.* Detection and quantification of salmonella spp. In poultry slaughterhouses of Southern Brazil. **Journal of Infection in Developing Countries**, Sassari, v. 13, n. 5, p. 455–460, mai. 2019. <https://doi.org/10.3855/jidc.11107>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Norma Interna DIPOA/SDA nº 01, de 08 de março de 2017a. Aprova os modelos de formulários, estabelece as frequências e as amostragens mínimas a serem utilizadas na inspeção e fiscalização, para verificação oficial dos autocontroles implantados pelos estabelecimentos de produtos de origem animal registrados (SIF) ou relacionados (ER) junto ao DIPOA/SDA, bem como o manual de procedimentos. **Boletim de Pessoal e de Serviços do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://alimentusconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Normas-Interna-DIPOA-SDA-n%C2%BA-01-de-08-de-mar%C3%A7o-de-20171.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 46 de 10 de fevereiro de 1998a. **Manual genérico de procedimentos para APPCC em indústrias de produtos de origem animal**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2020/11/Portaria-n46-de-10-de-Fevereiro-de-1998-APPCC.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998b. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de novembro de 1998. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/arquivos/Portaria2101998.pdf/view> . Acesso em: 10 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Decreto nº 9.013, de março de 2017b. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 mar. 2017b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/decreto-no-9-013-de-29-03-2017.pdf/view> . Acesso em: 10 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Programas Especiais, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Circular nº668/2006 de 19 setembro de 2006, Diretrizes para preparação de Plano de APPCC (HACCP) para o processo de abate de aves. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de setembro de 2006. Acesso em: 15 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa da Secretaria de Defesa Agropecuária n. 20 de 21 de outubro de 2016. Controle e o monitoramento de *Salmonella spp.* nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Edição 205, seção 1, p. 13, 25 out. 2016. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22061817/do1-2016-10-25-instrucao-normativa-n-20-de-21-de-outubro-de-2016-22061778-22061778](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22061817/do1-2016-10-25-instrucao-normativa-n-20-de-21-de-outubro-de-2016-22061778-22061778) . Acesso em: 10 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, edição 249, seção 1, p. 133. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 02 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022a estabelece as

listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, edição 126, seção 1, p. 235. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-161-de-1-de-julho-de-2022-413366880>. Acesso em: 21 jul. 2022.

BRASIL. SINAN/SVS Ministério da Saúde. Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar no Brasil. **Informe 2022**. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/arquivos/apresentacao-surtos-dtha-2022.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2022.

CARRASCO, E.; MORALES-RUEDA, A.; GARCÍA-GIMENO, R. M. Cross-contamination and recontamination by Salmonella in foods: A review. **Food Research International**, Amsterdam, v. 45, n. 2, mar. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.004>

CASTILLO-OLIVARES, J.; WOOD, J. West Nile virus infection of horses. **Veterinary research**, Londres, v. 35, n. 4, p. 467-483, jul./ago. 2004. <https://doi.org/10.1051/vetres:2004022>

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. **Salmonella**. 2021. Disponível em: <https://www.cdc.gov/salmonella/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. **Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks United States, 2014: Annual Report**. Atlanta, 2014. Disponível em: <https://www.cdc.gov/foodsafety/pdfs/foodborne-outbreaks-annual-report-2014-508.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

CORRY, J. E. L. *et al.* Sources of salmonella on broiler carcasses during transportation and processing: Modes of contamination and methods of control. **Journal of Applied Microbiology**, Hoboken, v. 92, n. 3, p. 424–432, mar. 2002. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2672.2002.01543.X>

COSTA, E. F. *et al.* Characterization of the transfer probability of Salmonella ser. Typhimurium between pork and a cutting knife in an experimental model. **Microbial Risk Analysis**, Amsterdam, v. 21, p. 100203, ago. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.mran.2022.100203>

DIAS, M. R. *et al.* Molecular tracking of Salmonella spp. in chicken meat chain: from slaughterhouse reception to end cuts. **Journal of Food Science and Technology**, Berlin/Heidelberg, v. 53, n. 2, p. 1084-1091, fev. 2016. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2126-3>

EFSA - European Food Safety Authority. The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008. **EFSA Journal**, Parma, v. 8, n. 1, p. 1496, abr. 2010. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2010.1496>. Acesso em: 23 jul. 2020.

EFSA - European Food Safety Authority. The European Union One Health 2020 Zoonoses Report. **EFSA Journal**, Parma, v. 19, n. 12, dez. 2021.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6971>

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Agropecuária. **Qualidade da Carne de Frango**. In: EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. Qualidade da Carne do campo à mesa. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Agropecuária, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-de-aves>. Acesso em: 28 ago. 2020.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 27, n. 53, p. 89-113, jan./jul. 2012. <https://doi.org/10.5007/28888>

FAO/WHO - Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. **Salmonella and campylobacter in chicken meat: meeting report**. Microbiological Risk Assessment Series. n. 19. Rome, 2009. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44211>

FOLEY, S. L.; LYNNE, A. M.; NAYAK, R. Salmonella challenges: prevalence in swine and poultry and potential pathogenicity of such isolates. **Journal of Animal Science**, Oxford, v. 86, n. 14 Suppl, abr. 2008.

<https://doi.org/10.2527/jas.2007-0464>

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

GKANA, E.; LIANOU, A.; NYCHAS, G. J. E. Transfer of Salmonella enterica serovar typhimurium from beef to tomato through kitchen equipment and the efficacy of intermediate decontamination procedures. **Journal of Food Protection**, Lawrence, v. 79, n. 7, p. 1252–1258, jul. 2016.

<https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-531>

HANDLEY, J. A. *et al.* Salmonella and the Potential Role for Methods to Develop Microbial Process Indicators on Chicken Carcasses. In: Ricke, S. C., Donaldson, J. R.; Phillips, C. A. **Food Safety: Emerging Issues, Technologies, and Systems**. 1. edição. Amsterdam: Elsevier, 2015. Capítulo 6 p. 81–104.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800245-2.00006-X>

HEYNDRICKX, M. *et al.* Multiple typing for the epidemiological study of the contamination of broilers with Salmonella from the hatchery to the slaughterhouse. **Journal of Food Protection**, Lawrence, v. 70, n. 2, p. 323–334, fev. 2007. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.2.323>

HINTON, A.; CASON, J. A.; INGRAM, K. D. Tracking spoilage bacteria in commercial poultry processing and refrigerated storage of poultry carcasses. International. **Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 91, n. 2, p. 155–165, mar. 2004. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(03\)00377-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00377-5)

HØIBY, N. *et al.* Antibiotic resistance of bacterial biofilms. **International Journal of Antimicrobial Agents**, Amsterdam, v. 35, n. 4, p. 322–332, abr. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2009.12.011>

HUMPHREY, T. Salmonella, stress responses and food safety. **Nature Reviews Microbiology**, Nova York, v. 2, n. 6, p. 504–509, jun. 2004. <https://doi.org/10.1038/nrmicro907>

ISSENHUTH-JEANJEAN, S. *et al.* Supplement 2008–2010 (no. 48) to the White–Kauffmann–Le Minor scheme. **Research in Microbiology**, v. 165, n. 7, p. 526–530, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.RESMIC.2014.07.004>

JACKSON, B. R. *et al.* Outbreak-associated salmonella enterica serotypes and food commodities, united states, 1998-2008. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 19, n. 8, p. 1239–1244, ago. 2013. <https://doi.org/10.3201/eid1908.121511>

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. edição. Porto Alegre: Art Med, 2005.

KLEIN, L. R.; BISOGNIN, R. P.; FIGUEIREDO, D. M. S. Estudo do perfil epidemiológico dos surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar no Rio Grande do Sul: uma revisão dos registros do estado. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 13, n. 25, p. 48-64, set. 2017.

KOTULA, K.L.; PANDYA, Y. Bacterial Contamination of Broiler Chickens before Scalding. **Journal of Food Protection**, Lawrence, v. 58, n. 12, p. 1326-1329, 1995. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-58.12.1326>

MALHEIROS, P. S. *et al.* Evaluation of growth and transfer of *Staphylococcus aureus* from poultry meat to surfaces of stainless steel and polyethylene and their disinfection. **Food Control**, Amsterdam, v. 21, n. 3, p. 298-30, mar. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.06.008>

MARIN, C. *et al.* Research Note: Persistent Salmonella problems in slaughterhouses related to clones linked to poultry companies. **Poultry Science**, Amsterdam, v. 101, n. 8, p. 101968, ago. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101968>

MCCARTHY, Z. *et al.* An individual-carcass model for quantifying bacterial cross-contamination in an industrial three-stage poultry scalding tank. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 262, p. 142–153, mai. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.05.013>

MELO, E. S. *et al.* Doenças transmitidas por alimentos e principais agentes bacterianos envolvidos em surtos no Brasil. **Pubvet**, Maringá, v. 12, n. 10, p. 1-9, out. 2018. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n10a191.1-9>

OLSEN, J. E. *et al.* Cross-contamination with Salmonella on a broiler slaughterhouse line demonstrated by use of epidemiological markers. **Journal of Applied Microbiology**, Hoboken, v. 94, n. 5, p. 826–835, abr. 2003. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2672.2003.01911.X>

OSCAR, T. P. Initial Contamination of chicken parts with salmonella at retail and cross-contamination of cooked chicken with Salmonella from raw chicken during meal preparation. **Journal of Food Protection**, Lawrence, v. 76, n. 1, p. 33–39, jan. 2013. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-224>

PÉREZ-RODRÍGUEZ, F. *et al.* Understanding and modelling bacterial transfer to foods: a review. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 3, p. 131–144, mar. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.08.003>

RAVISHANKAR, S.; ZHU, L.; JARONI, D. Assessing the cross contamination and transfer rates of Salmonella enterica from chicken to lettuce under different food-handling scenarios. **Food Microbiology**, Amsterdam, v. 27, n. 6, p. 791–794, set. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.04.011>

REITER, M. G. R. *et al.* Prevalence of Salmonella in a poultry slaughterhouse. **Journal of Food Protection**, Lawrence, v. 70, n. 7, p. 1723–1725, jul. 2007. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.7.1723>

REN, X. *et al.* Prevalence and molecular characterization of Salmonella enterica isolates throughout an integrated broiler supply chain in China. **Epidemiology and Infection**, Cambridge, v. 144, n. 14, p. 2989–2999, jul. 2016. <https://doi.org/10.1017/S0950268816001515>

ROUGER, A.; TRESSE, O.; ZAGOREC, M. Bacterial Contaminants of Poultry Meat: Sources, Species, and Dynamics. **Microorganisms**, Basileia, v. 5, n. 3, p. 50, 2017. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5030050>

RECK, Â. B.; SCHULTZ, G. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão no relacionamento intraorganizacional na cadeia da avicultura de corte. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 54, p. 709-728, 2016.

TABO, D. A. *et al.* Prevalence and antimicrobial resistance of non-typhoidal Salmonella serotypes isolated from laying hens and broiler chicken farms in N'Djamena, Chad. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 166, n. 1–2, p. 293–298, set. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.05.010>

TONDO, E. C. **Segurança de Alimentos na Gastronomia**. 1. edição. Porto Alegre: Sulina, 2022.

WANG, H. *et al.* Comparison of microbial transfer rates from Salmonella spp. biofilm growth on stainless steel to selected processed and raw meat. **Food Control**, v. 50, p. 574–580, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.09.049>

WANG, H. *et al.* Removal of Salmonella biofilm formed under meat processing environment by surfactant in combination with bio-enzyme. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 66, p. 298–304, mar. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.049> Acesso em: 15 jan. 2021.

WHO - World Health Organization. **WHO surveillance programme for control of foodborne infections and intoxications in Europe**. Sixth report (1990–1992). Geneva: World Health Organization, 1992.