

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

**ESTIMATIVA DA TRANSFERÊNCIA DE *Salmonella* Typhimurium DT 177
ENTRE FACA DE AÇO INOXIDÁVEL E CARNE SUÍNA ARTIFICIALMENTE
CONTAMINADA**

CLAUDIA ANDREA NAVARRETE RIVAS

PORTO ALEGRE

2017

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

**ESTIMATIVA DA TRANSFERÊNCIA DE *Salmonella* Typhimurium DT 177
ENTRE FACA DE AÇO INOXIDÁVEL E CARNE SUÍNA ARTIFICIALMENTE
CONTAMINADA**

Autora: Claudia Andrea Navarrete Rivas

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, com ênfase em Bacteriologia.

Orientadora: Dra. Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso

PORTO ALEGRE

2017

CIP - Catalogação na Publicação

Navarrete Rivas, Claudia Andrea
Estimativa da transferência de Salmonella
Typhimurium DT177 entre faca de aço inoxidável e
carne suína artificialmente contaminada / Claudia
Andrea Navarrete Rivas. -- 2017.
49 f.

Orientador: Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,
Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Salmonella. 2. Transferência. 3. Contaminação
cruzada. 4. Carne suína. 5. Faca. I. Ribeiro de
Itapema Cardoso, Marisa , orient. II. Título.

Claudia Andrea Navarrete Rivas

**ESTIMATIVA DA TRANSFERÊNCIA DE *Salmonella* Typhimurium DT 177
ENTRE FACA DE AÇO INOXIDÁVEL E CARNE SUÍNA ARTIFICIALMENTE
CONTAMINADA**

Aprovado em 8 de maio de 2017

APROVADO POR

Dra. Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Departamento de Medicina Veterinária Preventiva
Orientadora e Presidente da Comissão

Dra. Caroline Pissetti

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Departamento de Medicina Veterinária Preventiva
Membro da Comissão

Dr. Luis Eduardo da Silva

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA
Membro da Comissão

Dr. Luis Gustavo Corbellini

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Laboratório de Epidemiologia – EPILAB
Membro da Comissão

Dedicado a

Mis padres Mario y Aydee, mi ejemplo y apoyo incondicional

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais Mario Navarrete e Aydee Rivas pelo incentivo e apoio em todo momento.

Aos meus irmãos Rosa Maria e Victor; a Aide Sanchez, meu primo Domingo e minha tia Aura (*In memorian*), obrigada.

À professora Marisa Cardoso pela orientação, a oportunidade de fazer parte do setor da preventiva, pelos ensinamentos e dedicação.

A Eduardo de Freitas Costa, meu co-orientador extraoficial, pela grandíssima ajuda na parte estatística, as dicas, a paciência, o apoio e a amizade.

Aos professores César Avancini, Luís Gustavo Corbellini, Mauro Borba e Verônica Schimdt pela disponibilidade dos laboratórios, materiais e pelos ensinamentos.

A Marisete Cerutti, Marjo Bessa e EMBRAPA Suínos e Aves por me disponibilizar material para o projeto.

Aos meus colegas e amigos Caroline Pissetti, Tatiana Vieira, Gabriela Orosco Werlang, Vanessa Laviniki, Thais de Campos, Agnes de Souza, Ana Paula Serafini, Vanessa Dias, Daniel Paim, Gustavo Sambrano, Brayan Fonseca, Gustavo Souza, Waldemir Neto e Bernadete Franco por fazer do que o ambiente de trabalho seja muito mais agradável.

Às inumeráveis pessoas que conheci e amizades que fiz em Porto Alegre, principalmente agradeço a David Rivillo, Victoria Jaramillo, Jhon Gomez, Flor Claros, Tulassy Rico, Sergio Ontiveros, Eleonore Pierrat, Christophe Lardon, Mauricio Asprilla, David Córdova, Nubia Martins, Rosângela Conde, Pedro Oliveira, pelos inúmeros momentos de descontração.

Aos membros da comissão de avaliação pela disponibilidade do seu tempo para ler este trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização desta etapa da minha vida acadêmica.

ESTIMATIVA DA TRANSFERÊNCIA DE *Salmonella* Typhimurium DT 177 ENTRE FACA DE AÇO INOXIDÁVEL E CARNE SUÍNA ARTIFICIALMENTE CONTAMINADA

Autora: Claudia Andrea Navarrete Rivas¹

Orientadora: Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso

RESUMO

A contaminação cruzada por *Salmonella* spp. durante o processo de abate de suínos contribui para o aumento da prevalência de carcaças positivas no pré-resfriamento. Um dos fatores que pode contribuir para a contaminação cruzada é a execução de cortes e palpação de carcaças durante o processo de inspeção. O presente estudo teve como objetivo estimar, por meio de ensaios laboratoriais, a transferência de *Salmonella* Typhimurium DT 177 entre faca e carne suína, para subsidiar análises futuras aplicadas ao processo de abate. Foram conduzidas observações independentes e aleatórias da transferência de uma cepa de *S. Typhimurium* resistente a Ampicilina (Amp^R), entre faca e carne suína, as quais formaram quatro coleções de dados: **Coleção de dados A:** transferência de *S. Typhimurium* Amp^R de faca contaminada para porção de carne suína cortada uma vez (n=20); **Coleção de dados B:** transferência de *S. Typhimurium* Amp^R de faca contaminada para porção de carne suína cortada cinco vezes no mesmo lugar (n=20); **Coleção de dados C:** Transferência de *S. Typhimurium* Amp^R de porção de carne suína contaminada para faca após execução de um corte (n=20); **Coleção de dados D:** Transferência de *S. Typhimurium* Amp^R de porção de carne suína contaminada para faca após execução de cinco cortes no mesmo lugar (n=20). As bactérias transferidas foram quantificadas na lâmina da faca e na superfície da carne, a porcentagem de transferência foi calculada em todas as coleções de dados. As porcentagens de transferência entre as coleções de dados foram comparadas por meio de teste *t* para amostras independentes usando o programa R Core Team. As porcentagens médias de transferência na coleção de dados A e B foram de 6,26% (4,7% – 7,7%) e 8,32% (6,4% - 10,2%). Nas coleções de dados C e D, as porcentagens médias de transferência foram, respectivamente, 0,42% (0,3% - 0,5%) e 0,3% (0,2% - 0,4%). Não houve diferença significativa entre as porcentagens de transferência após um e cinco cortes consecutivos. A partir disso, conclui-se que há transferência de *S. Typhimurium* da faca para a carne suína, bem como da carne suína para a faca. A porcentagem de transferência da carne suína contaminada para a faca é baixa, ao passo que a faca contaminada transfere alta porcentagem do total de células de *S. Typhimurium* que carrega, durante a realização dos cortes.

Palavras chaves: *Salmonella*, transferência, contaminação cruzada, carne suína, facas, inspeção.

¹ Dissertação de Mestrado, Mestrado em Ciências Veterinárias, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. (XXp). Maio, 2017.

TRANSFER ESTIMATION OF *Salmonella* Typhimurium DT 177 BETWEEN STAINLESS STEEL KNIFE AND ARTIFICIALLY CONTAMINATED SWINE MEAT

Author: Claudia Andrea Navarrete Rivas¹

Adviser: Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso

ABSTRACT

*Cross-contamination by Salmonella spp. during the pig slaughtering process contributes to increase the prevalence of positive carcasses in pre-chilling. One of the factors that may contribute to cross-contamination is the implementation of cuts and palpation of carcasses during the inspection process. The present study aimed to estimate, through laboratory tests, the transfer of Salmonella Typhimurium between knife and swine meat, to support future analyzes applied to the slaughter process. Independent and random observations of the transfer of a strain of S. Typhimurium Ampicillin-resistant (Amp^R) between knife and swine meat were conducted, which formed four collections of data: **Data collection A:** Transfer of S. Typhimurium Amp^R from contaminated knife to one portion of swine meat cut once (n = 20); **Data collection B:** Transfer of S. Typhimurium Amp^R from contaminated knife to swine meat portion cut five times in the same place (n=20); **Data collection C:** Transfer of S. Typhimurium Amp^R from portion of contaminated meat swine to knife after a cut (n=20); **Data collection D:** Transfer of S. Typhimurium Amp^R from swine meat portion contaminated to knife after five cuts in the same place (n=20). The transfer percentages between the data collection were compared by t-test for independent samples using the R Core Team software. The mean transfer percentages in the data collection A and B were 6,26% (4,7% - 7,7%) and 8,32% (6,4% - 10,2%). In the C and D data collections, mean transfer rates were, respectively, 0.42% (0.3% - 0.5%) and 0.3% (0.2% - 0.4%). There was not significant difference between transfer rates after one and five consecutive cuts. From this, it is concluded that there is transfer of S. Typhimurium from the knife to the swine meat as well as from the swine meat to the knife. The percentage of transfer of contaminated pork to the knife is low, while the contaminated knife transfers at high percentage of the total number of S. Typhimurium cells it carries during cuts.*

Key words: *Salmonella, transfer, cross contamination, pork, knives, inspection.*

¹ Dissertação de Mestrado, Mestrado em Ciências Veterinárias, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. (XXp). Maio, 2017.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----------|
| FIGURA 1 - Fluxo das etapas de abate e processamento de suínos | 20 |
| FIGURA 2 - Faca utilizada nos ensaios de transferência de <i>Salmonella</i> spp | 25 |
| FIGURA 3 - Porções de carne suína (barriga com pele) após incisões que retiraram fragmento da matriz onde haviam sido realizados um corte (lado esquerdo) ou cinco cortes (lado direito) com faca previamente imersa por uma hora em suspensão contendo 1×10^8 UFC/mL de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp^R | 27 |
| FIGURA 4 - Distribuição das porcentagens de transferência de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp^R da faca para a carne suína (a) e da carne suína para a faca (b), após realização de um ou cinco cortes | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| TABELA 1 - Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp^R recuperada da suspensão em água peptonada tamponada 1% de fragmento de carne suína após realização de um corte com faca contaminada artificialmente e transferência da faca para carne | 31 |
| TABELA 2 - Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp^R recuperada da suspensão em água peptonada tamponada 1% de fragmento de carne suína após realização de cinco cortes com faca contaminada artificialmente e transferência da faca para carne | 33 |
| TABELA 3 - Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp^R recuperada da suspensão em água peptonada tamponada 1% onde foi imersa a lâmina da faca após realização de um corte da carne suína contaminada artificialmente e transferência da carne para faca | 34 |
| TABELA 4 - Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp^R recuperada da suspensão em água peptonada tamponada 1% onde foi imersa a lâmina da faca após realização de cinco cortes da carne suína contaminada artificialmente e transferência da carne para faca | 35 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 14 |
| 2.1 Gênero <i>Salmonella</i> | 14 |
| 2.2 Infecção por <i>Salmonella</i> spp. em humanos: patogenicidade e epidemiologia | 15 |
| 2.3 Infecção por <i>Salmonella</i> spp. em suínos..... | 17 |
| 2.4 Contaminação cruzada e inspeção no processo de abate suíno | 19 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODO | 24 |
| 3.1 Delineamento do estudo..... | 24 |
| 3.2 Matriz: carne suína..... | 24 |
| 3.3 Faca | 25 |
| 3.4 Meios de cultura utilizados nos ensaios de transferência..... | 25 |
| 3.5 Cepa de <i>Salmonella</i> e preparação do inóculo | 26 |
| 3.6 Transferência de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R do inóculo para a faca..... | 26 |
| 3.7 Transferência de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R da faca para a carne suína .. | 27 |
| 3.8 Transferência de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R da carne suína para faca | 27 |
| 3.9 Enumeração de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R | 28 |
| 3.10 Cálculo da transferência de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R | 28 |
| 3.10.1 Cálculo de transferência da coleção de dados A e B..... | 29 |
| 3.10.2 Cálculo de transferência da coleção de dados A e B..... | 29 |
| 3.11 Comparação dos resultados de ensaios de transferência de <i>S. Typhimurium</i> Amp ^R | 30 |
| 4 RESULTADOS | 31 |
| 4.1 Transferência de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R do inóculo para a faca..... | 31 |
| 4.2 Coleção de dados A: Transferência de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R da faca para a carne suína realizando um corte..... | 31 |
| 4.3 Coleção de dados B: Transferência da faca para a porção de carne realizando cinco cortes | 32 |
| 4.4 Coleção de dados C: Transferência de <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R da superfície da carne suína contaminada artificialmente para a faca realizando um corte..... | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5 Coleção de dados D: Ensaio de transferência da porção de carne suína para a faca realizando cinco cortes | 35 |
| 4.6 Comparação entre as porcentagens de transferência de <i>S. Typhimurium</i> Amp^R | 36 |
| 5 DISCUSSÃO..... | 37 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 40 |
| REFERÊNCIAS..... | 41 |

INTRODUÇÃO

Além da indústria alimentícia visar produção de alimentos seguros, o mercado consumidor cada vez mais está exigindo qualidade higiênico-sanitária nos produtos finais (SECCHI *et al*, 2015). Muitos surtos de doenças transmitidas por alimentos têm sido associados à contaminação cruzada com agentes patogênicos (WANG *et al*, 2015), os quais podem aderir às superfícies sólidas que atuam como fonte de contaminação dos alimentos (OLIVEIRA *et al*, 2007).

Entre os alimentos mais consumidos no mundo, encontra-se a carne suína, ocupando no Brasil o terceiro lugar de preferência entre os consumidores. Atualmente o maior produtor é a China, seguido pela União Europeia, e Estados Unidos. O Brasil ocupa o quarto lugar em produção, sendo que a maioria dos rebanhos e alojamentos tecnificados de matrizes se encontram no sul do país (BRASIL, 2006; ABPA, 2016) Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), a cadeia produtiva de suínos no Brasil tem evidenciado um amplo crescimento da produção e das exportações nos últimos anos (ABPA 2016).

A carne suína, assim como outros produtos cárneos, pode ser veiculadora de vários microrganismos patogênicos transmissíveis aos humanos (COSTALUNGA, TONDO, 2002). *Salmonella* spp. é um dos microrganismos mais envolvidos em toxinfecções alimentares e representa um dos mais importantes perigos biológicos na linha de produção de carne suína (EFSA, 2011). Somente no Brasil, do ano 2000 até 2011, foi o agente etiológico responsável pela maioria dos surtos notificados causados por alimentos (BRASIL, 2011). Devido a esse fato, a preocupação sobre o papel que desempenha *Salmonella* spp. na saúde pública, assim como estudos sobre seu comportamento, fatores de virulência, patogenicidade e análise de risco têm aumentado gradual e consideravelmente nas últimas décadas (HALD *et al*, 2004; ARGUELLO *et al*, 2013).

Existem várias etapas ao longo da linha de abate suína que podem ser consideradas como críticas no momento da disseminação de *Salmonella* spp. Em algumas dessas etapas há risco de contato dos utensílios de corte com carcaças contaminadas, favorecendo a contaminação cruzada de carcaças livres de microrganismos patogênicos (BERENDS *et al*, 1997; DE BUSSER, *et al*, 2011; MOLLER *et al*, 2012).

Embora a União Europeia considere que a palpação e incisões utilizadas na inspeção *post mortem* devam ser omitidas em suínos do abate por causa do risco de contaminação cruzada (EFSA, 2011), no Brasil é obrigatória a inspeção da papada, cabeça, carcaça e vísceras por meio de manipulação e incisão das mesmas e linfonodos associados (BRASIL, 2017). Qualquer proposta de modificação desses procedimentos, por sua vez, deve ter como base dados científicos, os quais ainda são escassos.

Existem estudos de transferência de *Salmonella* spp. desde superfícies inertes tais como aço inoxidável (BOTTELDORN *et al*, 2003; MOORE *et al*, 2003; OLIVEIRA *et al*, 2007; SMID *et al*, 2013; WANG *et al*, 2015), tábuas de corte (TEIXEIRA *et al*, 2007; MENDOÇA *et al*, 2012) e esponjas (MATTICK *et al*, 2003) para diferentes tipos de alimentos. Porém a transferência de microrganismos patogênicos de facas e outros instrumentos utilizados na linha de abate para a carcaça ou carne ainda são limitados (WANG, 2015).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo estimar, por meio de ensaios laboratoriais, a transferência de *Salmonella* Typhimurium DT 177 entre faca e carne suína, para subsidiar futuras análises aplicadas ao processo de abate.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gênero *Salmonella*

A denominação do gênero *Salmonella*, foi feita em homenagem a Daniel Salmon, um médico veterinário americano, que em 1885 isolou pela primeira vez o *Bacillus choleraesuis* do intestino de um suíno com quadro de enterite septicêmica (BHUNIA, 2008).

Pertence à família *Enterobacteriaceae*, são bacilos curtos Gram-negativos, não encapsulados, catalase negativo, oxidase positivo, que não são capazes de metabolizar lactose e sacarose, porém tem a capacidade de fermentar carboidratos como maltose, arabinose, manitol, manose, raminose, trealose, sorbitol, além de glicose (QUINN, 2011). Possuem metabolismo tanto respiratório quanto fermentativo, sendo capazes de produzir ácido e frequentemente gás, utilizam citrato como única fonte de carbono, são indol negativo, não hidrolisam ureia, e podem descarboxilar ornitina e lisina (HOLT, 1994; DESHPANDE, 2002). Tem a característica de ser móveis, por possuírem flagelos peritríquios, com exceção dos sorovares Gallinarum e Pullorum (DESHPANDE, 2002; MERKEY, 2013).

O gênero *Salmonella* é capaz de sobreviver sob diversas condições adversas (LUND, 2000). Tem como temperatura ótima de crescimento a 37°C (FORSYTHE, 2013), porém são capazes de se multiplicar em até 43°C, e sobrevivem em pH entre 4,5 a 9, resistem ao congelamento e dessecação por longos períodos em presença de matéria orgânica (GRIFFITH et al, 2006). É dividido em duas espécies, *S. enterica*, que por sua vez está dividida em seis subespécies (subsp.) reconhecidas: *enterica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV e VII) e *indica* (VI). A outra espécie é denominada *S. bongori*, a qual possui uma subespécie reconhecida: *bongori* (EUZEBY, 1999; GRIMONT, WEILL, 2007).

As subespécies do gênero *Salmonella*, por sua vez, são classificadas em sorovares com base em três antígenos. O primeiro é o chamado antígeno somático (O), o qual faz parte do lipopolissacarídeo da parede celular, e que caracteriza os sorogrupos de *Salmonella*. O segundo antígeno é o flagelar (H), e o terceiro é o antígeno capsular (Vi) encontrado em apenas alguns sorovares (*S. Typhi*, *S. Paratyphi*, *S. Dublin*)

(EKPERIGIN, NAGARAJA, 1998). Esses antígenos são a base do esquema de classificação de Kauffman-White.

A primeira publicação do esquema de Kauffmann-White foi realizada em 1934 pelo Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde (OMS) para Referência e Pesquisa sobre *Salmonella* (WHOCC-Salm). Os cientistas que estavam no comando eram F. Kauffmann do *Statens Serum Institut* (Copenhague, Dinamarca), desde o ano 1934 até 1965; deixando 958 sorovares listados. De 1965 até 1989 o responsável foi L. Le Minor no *Instituto Pasteur* (Paris, França), deixando 2267 sorovares classificados e transferindo o cargo para M.Y. Popoff, do mesmo instituto, que de 1989 até 2003 conseguiu aumentar a lista para 2555 sorovares identificados. Levando em conta que L. Le Minor classificou um grande número de sorovares, foi sugerido renomear o esquema para White-Kauffmann-Le Minor (GRIMONT, WEILL, 2007; GUIBOURDENCHE, 2010).

Atualmente, a validação de novos sorovares é feita pelo WHOCC-Salm do Instituto Pasteur, em colaboração com o Instituto de Higiene e Meio Ambiente, cujo laboratório se encontra em Hamburgo (Alemanha), e o Centro para Controle de Doenças (CDC), com sede em Atlanta (Estados Unidos). Os sorovares são homologados quando estes três laboratórios concordam em sua validação (GRIMONT, WEILL, 2007; HUI SU, CHIU, 2007). Na última revisão da lista, em 2014, havia 2659 sorovares caracterizados, sendo 1586 sorovares pertencentes a *S. enterica* subsp. *enterica* (ISSENHUTH-JEANJEAN *et al*, 2014).

Em relação ao habitat natural e os hospedeiros, o gênero *Salmonella* pode se dividir em três categorias, a primeira é altamente adaptada ao humano, como *S. Typhi* e *S. Paratyphi*, agentes da febre entérica (febres tifoide e paratifoide); a segunda categoria abrange os sorovares altamente adaptados aos animais como *S. Dublin* (bovinos), *S. Choleraesuis* (suínos), *S. Abortusequi* (equinos), *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (aves). Na terceira categoria encontram-se os sorovares não-adaptados. Nesse último grupo, encontram-se os sorovares causadores de gastroenterite (enterocolite). Sua distribuição é mundial, sendo os alimentos os principais veículos de sua transmissão (BRASIL, 2012).

2.2 Infecção por *Salmonella* spp. em humanos: patogenicidade e epidemiologia

A apresentação clínica da Salmonelose em humanos pode ocorrer de duas formas: a febre tifoide e paratifoide; e as gastroenterites. A febre tifoide corresponde à

síndrome da febre entérica que foi documentada pela primeira vez na França, no começo do século XIX (DESHPANDE, 2002). Está associada à infecção pelos sorovares *S. Typhi* e *S. Paratyphi*. A febre entérica geralmente está associada à exposição à água ou alimentos contaminados por humanos infectados por esses sorovares (LUND, 2010). Em contraste, a gastroenterite ou Salmonelose não-tifoide é causada por uma grande variedade de diferentes sorovares não-adaptados, causando quadros de diarreia de severidade leve a moderada, podendo ocasionar septicemia em indivíduos imunodeprimidos (KUHN, 2012).

As infecções com *Salmonella enterica* não tifoide são uma das mais importantes causas de gastroenterite no mundo (KUHN, 2012) e a infecção ocorre, geralmente, pelo consumo de alimentos, destacando-se aqueles de origem animal. A transmissão pessoa a pessoa e pessoa a animal também pode ocorrer, através da via fecal-oral, e têm ocorrido casos associados ao contato com animais infectados, incluindo animais de estimação (WHO, 2016). Estima-se que entre 15 a 20% das infecções causadas por *Salmonella* nos humanos, são associadas ao consumo de carne suína e seus derivados (BERENDS et al, 1998).

A gastroenterite causada por *Salmonella* spp. acomete anualmente uma parte significativa da população. Somente nos Estados Unidos, ocorreram 19 mil hospitalizações e 380 óbitos como resultado de salmonelose em 2012 (CDC, 2012), sendo a principal causa de hospitalizações por doenças transmitidas por alimentos (DTA) em 2013 (KNETTER et al, 2015).

Salmonella enterica é susceptível ao pH ácido do estômago, portanto a dose infectante necessária para os sorovares que causam gastroenterite é elevada, cerca de 10^6 unidades formadoras de colônias (UFC), embora possa variar entre 10^5 a 10^8 UFC (JAY, 2005; BRASIL, 2008; LEBOFFE, 2011; FORSYTHE, 2013). No entanto, Deshpande (2002) afirma que a dose infectante varia de acordo com o alimento que for o veículo, com o sorovar, com a imunidade do indivíduo, variando de 10^2 até 10^{11} .

Ao chegar ao íleo, a patogenicidade de *Salmonella* spp. relaciona-se com a capacidade de invasão das células epiteliais e sobrevivência dentro dos macrófagos. Dois sistemas de secreção do tipo III estão envolvidos nessa capacidade. O primeiro é o T3SS-1, que está associado à invasão e permite que o patógeno induza rearranjos de actina em células epiteliais, dando como resultado a modificação estrutural da membrana citoplasmática e a consequente internalização da bactéria. O segundo sistema, o T3SS-2, funciona alterando o tráfico do fagossoma contendo o patógeno,

impedindo a fusão fagossomo-lisossoma, resultando na sobrevivência e multiplicação no interior de macrófagos. A infecção por *Salmonella* spp. pertencentes aos sorovares não-adaptados resulta em inflamação na lâmina própria do intestino (SANTOS *et al.*, 2009).

Os sintomas clínicos aparecem de 7 a 28 horas após a ingestão do alimento contaminado, e incluem, de maneira geral, diarreia aquosa, febre, dor de cabeça e abdominal e náuseas. Os sinais persistem por 2 a 3 dias, podendo haver complicações, como úlcera intestinal (LUND, 2000; JAY, 2005; SANTOS *et al.*, 2009; FORSYTHE, 2013). Além disso, os pacientes imunologicamente comprometidos são mais predispostos a desenvolver bacteremia e infecções focais, que envolvem meningites, artrite séptica, osteomielite, pneumonia, entre outros (HOHMANN, 2001).

Em geral, o tratamento baseia-se em reposição de fluidos, apesar da infecção ser considerada auto-limitante. A terapia antimicrobiana não é recomendada em pacientes que apresentam quadros de gastroenterites leves a moderadas, sendo reservada para pacientes com casos graves e septicêmicos (HOHMANN, 2001; FORYSTHE, 2013).

2.3 Infecções por *Salmonella* spp. em suínos

A habilidade de *Salmonella* spp. em causar doença clínica no suíno vai depender do sorovar infectante, assim como da idade e estado imunológico do animal (SWANENBURG, 2001; MASKEL, 2006). Drumo *et al* (2016) constataram que a infecção com cepas de *Salmonella*, particularmente *S. Typhimurium*, produzem alterações na microbiota intestinal, evidenciando que a modificação da microbiota e a resposta inflamatória tem relação com a virulência da cepa.

A apresentação clínica em suínos pode ser observada de duas formas: septicemia em decorrência da infecção por sorovares hospedeiros adaptados, como *S. Cholerasuis*; e a forma de enterocolite, que é causada por uma variedade de sorovares não adaptados, como *S. Typhimurium* (MASKEL, 2006). Porém, na maioria dos casos, as infecções por *Salmonella* spp. são subclínicas no suíno, sendo difícil o diagnóstico (KNETTER *et al.*, 2015).

Os suínos podem permanecer como portadores, sendo capazes de eliminar a bactéria nas fezes de forma intermitente (BERENDS *et al.*, 1996; SWANENBURG *et al.*, 2001; KRANKER *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2005). Como foi demonstrado por Fedorka-Cray *et al* (1995) a infecção experimental por via intranasal e transtorácica com

S. Typhimurium em suínos entre seis e oito semanas de idade, resultou no isolamento de *Salmonella* a partir do ceco, cólon, cabeça, tecido torácico e íleo após três horas da inoculação. Após esse período *Salmonella* pôde ser isolada de forma intermitente por quatro a cinco meses, inclusive no período antes do abate.

Salmonella spp. pode ser introduzida em qualquer estágio da cadeia de produção suína, como demonstra o estudo longitudinal realizado por Kich *et al* (2011) em granjas integradas no sul do Brasil. Nesse estudo, houve a presença de *Salmonella* spp. em 29% dos lotes de ração, 26% de amostras coletadas das baias de terminação, 44% das fezes dos animais na fase de creche e 90% das baias de espera no pré-abate no matadouro-frigorífico. Nos animais abatidos, 46% dos linfonodos mesentéricos amostrados e 24% das carcaças foram positivas para *Salmonella* spp.

Existem vários fatores como estresse, manejo, estado nutricional e imunológico que influenciam a infecção por *Salmonella* spp. (TEXEIRA, 2006; DE BUSSER *et al*, 2011). Períodos de estresse na produção suína, como a fase de troca do desmame para a creche e da fase de creche para a terminação, implicam em mudança no ambiente, na estrutura social, além da dieta do animal, acarretando uma alteração no sistema imunológico, contribuindo assim para a transmissão de *Salmonella* spp. (WILLS, 2000).

Estudos têm demonstrado alta prevalência de animais portadores de *Salmonella* na fase de terminação (KRANKER *et al*, 2003, BESSA *et al*, 2004). O transporte de animais infectados para o abatedouro e a fase de espera pré-abate, são importantes fatores de transmissão, tanto pela entrada contínua de animais de diferentes origens soropositivos excretando *Salmonella*, quanto pela liberação de catecolaminas que provocam um aumento na motilidade intestinal aumentando a frequência de defecação (MORGAN *et al*, 1987; BERENDS *et al*, 1996; BERENDS *et al*, 1997; SWANENBURG, 2001; LO FO WONG, 2002; FOSSE *et al*, 2008; KNETTER *et al*, 2015).

Estudos realizados por Swanenburg *et al* (2001) nas baias de espera, em matadouros de suínos na Holanda, demonstraram que *Salmonella* spp. estava presente em 70% das amostras coletadas, e que logo depois da higienização, essa frequência diminuiu para 25%. Um estudo similar foi realizado por Rostagno *et al* (2001), no Brasil, onde 79% das amostras coletadas foram positivas

2.4 Contaminação cruzada e inspeção no processo de abate suíno

A introdução de *Salmonella* nos matadouro-frigoríficos ocorre através da entrada de suínos soropositivos que foram infectados quer seja na granja ou durante o transporte e nas baias de espera (SILVA et al, 2012). Há estudos que demonstram que as cepas isoladas de carcaças podem ser semelhantes às encontradas nos equipamentos, indicando a contaminação a partir do ambiente do abatedouro ou à contaminação cruzada (SWANENBURG, 2001).

No Brasil, estudos de prevalência em linfonodos e carcaças têm sido realizados nos estados de Rio Grande do Sul (BESSA et al, 2004; CASTAGNA et al, 2004; SCHWARZ et al, 2009; SILVA 2012, PISSETTI et al, 2012), em São Paulo (TEIXEIRA, 2006) no Mato Grosso (SILVA et al, 2008) e em Santa Catarina (SEIXAS et al, 2009) onde *S. Typhimurium* demonstrou estar entre os sorovares mais prevalentes. Em todos os estudos mencionados, a prevalência de suínos portadores ao abate esteve próximo aos 50%, o que constitui um potencial risco para a contaminação de carcaças e do produto final.

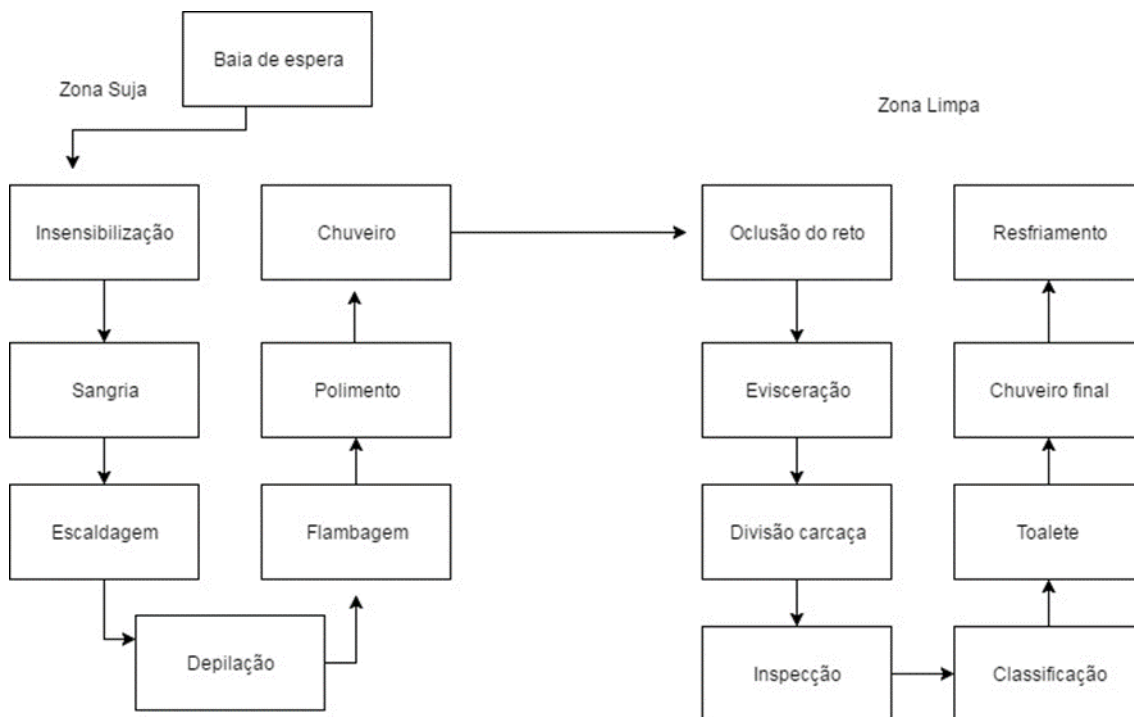
O abate suíno inclui várias etapas, como apresentado a figura 1, começando com o processo de pré-abate nas baias de espera, insensibilização e sangria e terminando com o processo de resfriamento (WAGNER TADASHI, 2006). O processo de inspeção no Brasil encontra-se dividido em três níveis que são o Sistema de Inspeção Federal (SIF), Sistema de Inspeção Estadual (SIE), e Sistema de Inspeção Municipal (SIM) (BRASIL, 1989), baseando-se basicamente em processos de exame que inclui incisões, palpções e observações das carcaças (EDWARDS et al, 1997).

No caso dos suínos ao abate, o processo de inspeção *ante mortem*, consiste em um exame clínico dos animais, enquanto estão nas baias de espera, e destina-se à detecção de sinais clínicos de doenças ou alterações nos animais, que impossibilitem o abate. Já após o abate dos animais, ocorre a inspeção *post mortem*, a qual consiste na observação de lesões para identificar patologias que oferecem risco para a saúde humana ou animal (CODEX ALIMENTARIUS, 2005).

Durante o processo de abate, várias etapas podem ser consideradas como críticas para disseminação de *Salmonella*, principalmente aquelas em que pode haver

extravasamento do conteúdo intestinal ou contaminação cruzada (BERENDS et al, 1998; SWANENBURG et al, 2001; CARDOSO, SILVA 2015).

Figura 1 - Fluxo das etapas de abate e processamento de suínos



Fonte: Cardoso; Silva (2015) adaptado

Entre as etapas críticas apontadas por De Busser et al. (2011), encontram-se a escaldagem e a depilação. Na escalda, a contaminação da água com matéria orgânica e a temperatura abaixo de 65°C contribuem para a sobrevivência de *Salmonella*. A depiladeira é um equipamento crítico para o extravasamento do conteúdo intestinal e consequente contaminação cruzada de carcaças. Após a entrada na área limpa, a etapa de evisceração tem sido considerada a de maior risco. Berends *et al* (1997) afirmam que cerca de 55 a 90% da contaminação das carcaças ocorre durante esta etapa. Por outro lado, Alban e Stärk (2005) demonstraram através de um modelo estocástico que dos diferentes procedimentos realizados nas granjas e nos abatedouros suínos, os fatores mais relevantes à prevalência de carcaças contaminadas por *Salmonella* são o número de rebanhos positivos que chegam no abatedouro, e dentro da linha de abate, a eficiência no chamuscamento, a evisceração e a contaminação cruzada devido à manipulação.

No Brasil, o Ministério de Saúde e o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabeleceram a portaria nº 1428 de 1993 (BRASIL, 1993), a

portaria n° 326 de 1997 (BRASIL, 1997), a portaria 46 de 1998 (BRASIL, 1998), e a Portaria n° 368 de 1997 (BRASIL, 1997), assim como Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) dispõe a resolução RDC n° 275 de 2002 (BRASIL, 2002), para todos os estabelecimentos produtores e industrializadores de alimentos, que estabelecem a lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e o regulamento técnico. Nos casos especificamente de suínos, encontra-se vigente a portaria 711 de 1995 (BRASIL, 1995), que estabelece as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização.

A importância de instrumentos, superfícies e da mão dos operadores na contaminação cruzada durante o processamento tem sido motivo de discussão (BERENDS *et al*, 1997; BERENDS *et al*, 1998; BOUVET, 2002; BOTTELDOORN *et al*, 2003; CARDOSO, SILVA, 2015). Bolton *et al* (2002) mencionam que na etapa de sangria pode ocorrer contaminação cruzada por facas e ganchos contaminados. Da mesma forma, os procedimentos de inspeção de carcaça, principalmente aqueles com corte de linfonodos contaminados, aumentam o risco de contaminação cruzada da carcaça (MÔD 1980). Por esse motivo, a União Europeia considera que a palpação e incisões empregadas na inspeção *post mortem*, devem ser omitidas em suínos por causa do risco de contaminação cruzada (EFSA, 2011). Porém, no Brasil, esses procedimentos são obrigatórios, mesmo em tecidos críticos como a papada, cabeça e linfonodos (BRASIL, 1995).

De forma geral, aponta-se que microrganismos aderidos às superfícies sólidas podem ter o potencial de atuar como uma fonte crônica de contaminação microbiana, o que pode comprometer a qualidade dos alimentos (MOORE *et al*, 2007; TEIXEIRA *et al*, 2007; CARRASCO *et al*, 2012). A aderência e transferência de *Salmonella* vão depender da natureza das superfícies inertes, bem como das suas propriedades físico-químicas, hidrofobicidade, aspereza e material de fabricação (TEIXEIRA *et al*, 2007; JIMENEZ *et al*, 2009; MENDOÇA *et al*, 2012).

O material estudado por vários pesquisadores, no que se refere à aderência e transferência de *Salmonella*, é o aço inoxidável, devido a importância desse material tanto na indústria alimentícia quanto na cozinha. Estes estudos demonstram que o microrganismo pode se aderir a diversas superfícies e materiais, e inclusive sobreviver por dias (BOTTELDOORN *et al*, 2003; MOORE *et al*, 2003; OLIVEIRA *et al*, 2007; KUSUMANINGRUM *et al*, 2003; PÉREZ – RODRIGUEZ *et al*, 2008; MOLLER *et al*,

2011; SMID et al, 2013; LARIVIÈRE – GAUTHIER et al, 2015; ERICKSON *et al*, 2015; WANG *et al*, 2015).

As facas de aço inoxidável são empregadas nos procedimentos de inspeção *post mortem*, e que compreende várias linhas como determinado pelo decreto n 9.013 de 29 de março de 2017 (BRASIL, 2017) de Regulamento Industrial de Produtos de Origem Animal, e a Portaria 711 de 1995 (BRASIL, 1995) para carcaças e vísceras:

- Linha A1 – Inspeção da cabeça e linfonodos linfáticos da papada
- Linha A – Inspeção do útero, onde são efetuados cortes dos cornos uterinos e útero.
- Linha B – Estômago e intestinos, onde ocorre corte dos linfonodos gástricos e mesentéricos. Baço e pâncreas com corte dos linfonodos esplênicos e pancreáticos.
- Linha C – Coração através da abertura do coração, corte no ventrículo esquerdo e exame visual. Língua através de palpação, visualização e abertura da base da língua.
- Linha D – Fígado com corte dos linfonodos hepáticos e palpação. Pulmão com corte dos linfonodos apical, esofágico, mediastínicos e traqueobrônquico.
- Linha E – Carcaça com corte dos linfonodos pré-crurais, inguinais, retromamários ilíacos, isquiáticos e poplíteo.
- Linha F – Rins a través de visualização e incisão tanto nos rins, quanto na gordura peri renal.

Os processos anteriormente descritos são considerados como potencial perigo de contaminação cruzada de *Salmonella*, devido às manipulações de carcaças com as mãos, facas e ganchos, além de cortes realizados na papada, nos linfonodos contaminados (ARGUELLO *et al*, 2013; CARDOSO, SILVA, 2015; COSTA *et al*, 2016).

Existem estudos nas matrizes de tábuas de corte de carne (TEIXEIRA, 2007; JIMENEZ *et al*, 2009; MENDOÇA *et al*, 2012) e esponjas de limpeza (MATTICK, 2003), entretanto, as evidências são limitadas sobre a transferência de bactérias de facas para carne crua, apesar de ser considerado instrumento de contaminação cruzada nas carcaças (PÉREZ – RODRIGUEZ *et al*, 2008; WANG *et al*, 2015). Segundo Berends *et al* (1996) e Botteldoorn *et al* (2003), cerca de 30% da contaminação de carcaças são consequência da contaminação cruzada.

Nos últimos anos, pesquisadores têm focado em modelos preditivos de transferência de diversos microrganismos, incluindo *Salmonella*, para materiais de aço

inoxidável como facas e moedores, ambiente, e carne crua por meio de modelos de transferência e contaminação cruzada e avaliação de risco microbiológica (MRA – sigla em inglês) (ALBAN, STARK, 2005; NAUTA *et al*, 2005; PÉREZ – RODRIGUEZ *et al*, 2008; SHEEN, HWANG, 2010; MOLLER *et al*, 2011; COSTA *et al*, 2016). Esses modelos constituem uma importante ferramenta para entender o mecanismo de contaminação cruzada, poder quantificar seus efeitos, e sua importância, mesmo quando em baixas concentrações (MOLLER *et al*, 2011, COSTA *et al*, 2016).

3. MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Delineamento do estudo

Observações independentes e aleatórias da transferência de *Salmonella* Typhimurium entre faca e carne suína foram conduzidas e formaram quatro experimentos para realizar as seguintes coleções de dados:

- Coleção de dados A: Transferência de *Salmonella* Typhimurium de faca contaminada para porção de carne suína cortada uma vez (n=20);
- Coleção de dados B: Transferência de *Salmonella* Typhimurium de faca contaminada para porção de carne suína cortada cinco vezes (n=20);
- Coleção de dados C: Transferência de *Salmonella* Typhimurium de porção de carne suína contaminada para faca após execução de um corte (n=20);
- Coleção de dados D: Transferência de *Salmonella* Typhimurium de porção de carne suína contaminada para faca após execução de cinco cortes (n=20).

Para definição do número de observações necessárias para formar cada uma das coleções de dados, levou-se em consideração a probabilidade de transferência média, com erro absoluto de 5 pontos percentuais, em nível de confiança de 95%. Considerando que a probabilidade de transferência tem distribuição β usando os parâmetros observados por Smid *et al* (2013), tem-se que $\alpha=7,43$ e $\beta=11,62$, com isso a variância pode ser estimada por:

$$Var(Beta) = \frac{(\alpha * \beta)}{(\alpha + \beta + 1) * (\alpha + \beta)^2}$$

e aplicado na fórmula:

$$n = \frac{Var(Beta) * Z_{\alpha/2}^2}{Erro^2}$$

3.2 Matriz: carne suína

Como matriz foram utilizadas peças de barriga suína com pele, fornecidas por um frigorífico sob Inspeção Federal (SIF). As peças foram transportadas refrigeradas até o laboratório, onde foram confirmadas quanto à ausência de *Salmonella* spp., seguindo o documento ISO 6579. Após, as peças foram divididas em porções de 17x15cm e

mantidas congeladas. Antes da condução de cada observação de transferência, a matriz foi descongelada à temperatura de refrigeração (8°C) por 18 horas.

3.3 Faca

Foram utilizadas facas de lâmina de aço inoxidável e cabo de polipropileno (Tramontina®, Brasil), cujas dimensões eram: 18 cm de comprimento total; lâmina de 7,5 cm de comprimento; 0,5 centímetros de largura na extremidade e 1,5 cm na base (Figura 1).

As facas foram desinfetadas antes da realização do ensaio de transferência pela imersão da lâmina em água a 80°C por dois minutos, simulando a temperatura e os tempos usados nos matadouros-frigoríficos. Após a desinfecção, as facas foram condicionadas pelo corte de uma porção da matriz não inoculada com *Salmonella* spp. para formar uma matriz de gordura na lâmina da mesma com a finalidade de simular o acontecido nos abatedouros

Figura 2 - Faca utilizada nos ensaios de transferência de *Salmonella* Typhimurium.



Fonte: www.tramontina.com.br/cozinha/facas

3.4 Meios de cultura utilizados nos ensaios de transferência

Foram utilizados caldo Brain Heart Infusion (BHI) (Oxoid®, United Kingdom); Ágar Triptona Soja (TSA) (Oxoid®, United Kingdom) e Ágar Xylose-Lysine-Desoxycholate (XLD) (Oxoid®, United Kingdom) adicionado o antimicrobiano ampicilina em uma concentração final de 32 µg/mL (Sigma®, Belgium). Para controle do ágar XLD/Amp, foi semeada uma cepa de *S. Typhimurium* suscetível à ampicilina e incubada a 37°C por 48 horas. A ausência de crescimento na placa de XLD/Amp acompanhada de crescimento da cepa em ágar TSA sem ampicilina garantia a qualidade da partida de meio seletivo.

3.5 Cepa de *Salmonella* e preparação do inóculo

A cepa utilizada foi *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Typhimurium, fagotipo DT177, resistente à ampicilina, pertencente à bacterioteca do Setor de Medicina Veterinária Preventiva – UFRGS. Essa cepa é originada de amostra de linfonodo mesentérico de suíno abatido em matadouro-frigorífico no estado do Rio Grande do Sul (BESSA *et al*, 2004).

A cepa foi reativada a partir do criocultivo armazenado a -21°C , transferindo uma alíquota para 5 mL de caldo BHI. Após incubação a 37°C por 24 horas, alíquotas foram transferidas para ágar TSA e XLD/Amp.

O inóculo de *Salmonella* Typhimurium Amp^R foi preparado a partir de culturas de 24 horas em ágar TSA incubados a 37°C . Colônias isoladas foram suspensas em 9 mL de solução salina 0,85% estéril até alcançar a turvação equivalente à 0,5 da escala de MacFarland, que corresponde à concentração de 1×10^8 unidades formadoras de colônia por mililitro (UFC/mL).

3.6 Transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R do inóculo para a faca

O inóculo contendo 1×10^8 UFC/mL de *Salmonella* Typhimurium Amp^R, preparado como descrito em 3.5., foi acondicionado em saco para homogeneizador estéril. A seguir, uma faca, previamente desinfetada e condicionada com a matriz, teve sua lâmina imersa no inóculo, permanecendo em contato com o mesmo por uma hora. Após, a lâmina da faca foi submersa em 5 mL de Água Peptonada Tamponada (APT) 1% estéril (Oxoid®, United Kingdom), fazendo-se uma leve lavagem, e deixando-a em repouso por 15 minutos de contato. A seguir, o isolamento e quantificação de *Salmonella* spp. foi realizada conforme descrito no item 3.9.

Esse procedimento foi repetido por 20 vezes e a média das contagens de *Salmonella* Typhimurium Amp^R obtidas foi empregada como fator de correção no cálculo de transferência da bactéria da faca para a carne suína.

3.7 Transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da faca para a carne suína

O inóculo contendo 1×10^8 UFC/mL de *Salmonella* Typhimurium Amp^R, preparado como descrito em 3.5., foi acondicionado em saco para homogeneizador estéril. A seguir, uma faca, previamente desinfetada e condicionada com a matriz, teve sua lâmina imersa no inóculo, permanecendo em contato com o mesmo por uma hora. Após esse período, foi realizado um corte, com profundidade de 1,5 cm e comprimento de 8 cm, do lado esquerdo da porção de carne suína. Logo após, realizou-se uma incisão ao redor do local do corte, retirando um fragmento de carne (Figura 3), o qual foi transferido para um saco para homogeneizador estéril. A enumeração de *Salmonella* Typhimurium Amp^R foi realizada como descrito no item 3.9. Vinte observações independentes dessa transferência foram realizadas para formação da coleção de dados A. O mesmo procedimento foi executado para a formação da coleção de dados B, exceto pelo fato de que foram realizados cinco cortes consecutivos do lado direito da porção de carne suína.

Figura 1 - Porções de carne suína (barriga com pele) após incisões que retiraram fragmento da matriz onde haviam sido realizados um corte (lado esquerdo) ou cinco cortes (lado direito) com faca previamente imersa por uma hora em suspensão contendo 1×10^8 UFC/mL de *Salmonella* Typhimurium Amp^R.



3.8 Transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da carne suína para faca

Uma porção de carne suína foi colocada em uma bandeja metálica previamente higienizada com álcool 70%. Um volume de 3 mL do inóculo de *Salmonella* Typhimurium Amp^R preparado como descrito no item 3.5 foi espalhado, com ajuda de uma alça de Drigalski, na superfície da peça de carne suína.

Após a contaminação artificial, a porção de carne foi mantida sem manipulação por 30 minutos para permitir a absorção do inóculo. Decorrido esse tempo, com uma faca previamente higienizada e condicionada, realizou-se um corte com profundidade de 1,5 cm e largura de 8 cm do lado esquerdo da peça de carne. Imediatamente após, a faca foi acondicionada em um saco estéril para homogeneizador contendo 5 mL de APT 1% estéril. Uma leve fricção no lado externo do saco foi realizada por 30 segundos, de tal forma que o líquido entrasse em contato com a lâmina. Logo após, o saco contendo a faca foi mantido em repouso por 15 minutos. A enumeração de *Salmonella* Typhimurium Amp^R foi realizada como descrito no item 3.9. Vinte observações independentes dessa transferência foram realizadas para formação da coleção de dados C. O mesmo procedimento foi executado para a formação da coleção de dados D, exceto pelo fato de que foram realizados cinco cortes consecutivos do lado direito da porção de carne suína.

3.9 Enumeração de *Salmonella* Typhimurium Amp^R

A partir do fragmento de carne acondicionado em saco para homogeneizador, retirou-se uma porção de 25 g, e diluída em 225 mL de APT 1% estéril e homogeneizada por 60 segundos em homogeneizador tipo *Stomacher* (Interscience®, França). Após, foi realizada diluição seriada (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), em tubos contendo 9 mL de solução salina 0,85% estéril. Alíquotas de 100 μ L foram semeadas em triplicatas em ágar XLD/Amp e incubadas a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. Após, colônias características foram contadas em cada uma das placas na diluição que apresentasse entre 20 e 200 colônias por placa.

A partir dos 5 mL de APT 1% que ficou em contato com a faca contaminada por 15 min, foi retirada uma alíquota de 1 mL e feita a diluição seriada conforme descrito anteriormente,

3.10 Cálculo da transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R

Cada corte foi considerado um experimento aleatório onde células foram transferidas entre duas superfícies (*a* e *b*) por meio do contato (i.e. corte). A probabilidade de transferência de células entre duas superfícies superfície *a* para *b*

(P_{a-b}) será considerada uma variável aleatória (v. a.) calculada como a média dos n experimentos aleatórios dados por:

$$P_{a-b} = \frac{UFC_b}{UFC_a}$$

onde UFC_b é o número de células na superfície b (receptora) após o corte e UFC_a é o número de células na superfície a (doadora) antes do corte.

3.10.1 Cálculo de transferência da coleção de dados A e B

O número de células na faca (superfície a ou doadora) foi estimado pelo valor médio de 23 experimentos de aderência em superfície dados por:

$$UFC_a = \frac{UFC}{\text{diluição} \times mL} \times 5$$

onde valor de UFC corresponde à contagem em placa do número de células recuperadas da faca, diluição a diluição utilizada, mL o volume utilizado na placa de contagem e 5 o volume utilizado na suspensão da faca.

O número de células na carne (superfície receptora) foi estimado em cada experimento aleatório por meio de:

$$UFC_b = \frac{UFC}{g} \times 25$$

onde UFC corresponde à contagem em placa do número de células recuperadas na carne, g o volume correspondente em gramas da do volume utilizado no plaqueamento e 25 a massa em gramas do fragmento cárneo utilizado na recuperação das células.

3.10.2 Cálculo de transferência da coleção de dados C e D

O número de células na carne (superfície a ou doadora) será atribuído igualmente para todos os experimentos por meio de:

$$UFC_a = \frac{3 \times 10^8}{255} \times 8$$

onde 3×10^8 é a contagem de *UFC* utilizada em 255 cm² da superfície da carne e 8 é a área do corte em cm².

O número de células na faca (superfície receptora) foi estimada por:

$$UFC_b = \frac{UFC}{diluição \times mL} \times 5$$

onde valor de *UFC* corresponde à contagem em placa, *diluição* à diluição utilizada, *mL* o volume utilizado na placa de contagem e 5 o volume utilizado na suspensão da faca.

3.11 Comparação dos resultados de ensaios de transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R

Os dados de porcentagem de transferência dos ensaios de transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da faca contaminada para a carne suína e da carne suína contaminada para a faca, após um ou cinco cortes, foram comparados por meio de teste *t* para amostras independentes, utilizando o programa *R Core Team* (2017), no Laboratório de Epidemiologia Veterinária – EPILAB, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

4 RESULTADOS

A partir da contaminação artificial de porções de carne suína e de facas com uma cepa de *Salmonella* Typhimurium Amp^R, foi possível observar que houve transferência dessa cepa bacteriana em todos os ensaios conduzidos.

4.1 Transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R do inóculo para a faca

Nesse ensaio, a média de transferência das 20 repetições realizadas foi de $1,7 \times 10^5$ UFC de *S. Typhimurium* Amp^R. O valor médio referido corresponde à aderência de 0,11% do total de células da suspensão bacteriana do inóculo na superfície da lâmina da faca. Esse parâmetro foi utilizado como fator de correção (A) nos demais cálculos de transferência.

4.2 Coleção de dados A: Transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da faca para a carne suína realizando um corte

As contagens das placas em triplicata variaram de $4,5 \times 10^3$ até $1,17 \times 10^5$ UFC/mL e *Salmonella* Typhimurium Amp^R (Tabela 1), resultando em uma transferência média de 6,26 % e intervalo de confiança de 95% (4,7% - 7,7%).

Tabela 1 - Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) de *Salmonella* Typhimurium Amp^R recuperada da suspensão em água peptonada tamponada 1% de fragmento de carne suína após realização de um corte com faca contaminada artificialmente e transferência da faca para carne.

| <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R (UFC/mL) | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|------------|
| Ensaio (i) | Replicata (j) | | | Média da triplicata | Pf-c, i |
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | $2,93 \times 10^4$ | $4,50 \times 10^4$ | $4,05 \times 10^4$ | 3.83×10^4 | 6,71% |
| 2 | $4,05 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | 3.75×10^4 | 6,58% |
| 3 | $2,70 \times 10^4$ | $3,15 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | 3.15×10^4 | 5,53% |
| 4 | $2,70 \times 10^4$ | $4,50 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | 3.60×10^4 | 6,32% |
| 5 | $3,60 \times 10^4$ | $3,83 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | 3.68×10^4 | 6,4502298% |
| 6 | $8,56 \times 10^4$ | $4,50 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | 5.56×10^4 | 9,7411634% |

| | | | | | |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| 7 | $3,60 \times 10^4$ | $4,05 \times 10^4$ | $4,05 \times 10^4$ | $3,90 \times 10^4$ | 6,8451418% |
| 8 | $2,70 \times 10^4$ | $1,80 \times 10^4$ | $1,80 \times 10^4$ | $2,10 \times 10^4$ | 3,6858456% |
| 9 | $2,03 \times 10^4$ | $2,70 \times 10^4$ | $1,80 \times 10^4$ | $2,18 \times 10^4$ | 3,8174829% |
| 10 | $1,17 \times 10^5$ | $1,04 \times 10^5$ | $9,23 \times 10^4$ | $1,04 \times 10^5$ | 18,2975907% |
| 11 | $5,18 \times 10^4$ | $4,95 \times 10^4$ | $5,41 \times 10^4$ | $5,18 \times 10^4$ | 9,0829767% |
| 12 | $3,15 \times 10^4$ | $2,25 \times 10^4$ | $2,70 \times 10^4$ | $2,70 \times 10^4$ | 4,7389443% |
| 13 | $3,15 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | $3,83 \times 10^4$ | $3,53 \times 10^4$ | 6,1869551% |
| 14 | $1,35 \times 10^4$ | $9,01 \times 10^3$ | $1,35 \times 10^4$ | $1,20 \times 10^4$ | 2,1061975% |
| 15 | $2,70 \times 10^4$ | $2,70 \times 10^4$ | $3,15 \times 10^4$ | $2,85 \times 10^4$ | 5,0022190% |
| 16 | $9,01 \times 10^3$ | $9,01 \times 10^3$ | $4,50 \times 10^3$ | $7,51 \times 10^3$ | 1,3163734% |
| 17 | $6,76 \times 10^3$ | $4,50 \times 10^3$ | $4,50 \times 10^3$ | $5,26 \times 10^3$ | 0,9214614% |
| 18 | $2,70 \times 10^4$ | $1,80 \times 10^4$ | $1,58 \times 10^4$ | $2,03 \times 10^4$ | 3,5542083% |
| 19 | $6,08 \times 10^4$ | $8,11 \times 10^4$ | $7,66 \times 10^4$ | $7,28 \times 10^4$ | 12,7688223% |
| 20 | $3,15 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | $3,60 \times 10^4$ | $3,45 \times 10^4$ | 6,0553178% |
| 21 | $4,73 \times 10^4$ | $4,73 \times 10^4$ | $4,05 \times 10^4$ | $4,50 \times 10^4$ | 7,8982406% |
| 22 | $3,60 \times 10^4$ | $2,70 \times 10^4$ | $2,70 \times 10^4$ | $3,00 \times 10^4$ | 5,2654937% |
| 23 | $2,48 \times 10^4$ | $2,93 \times 10^4$ | $3,38 \times 10^4$ | $2,93 \times 10^4$ | 5,1338564% |

$p_{f-c,i}$ Percentagem de transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da faca contaminada artificialmente para a carne suína em cada experimento aleatório *i*.

4.3 Coleção de dados B: Transferência da faca para a porção de carne realizando cinco cortes

No ensaio no qual foram realizados cinco cortes consecutivos, as contagens nas placas em triplicata variaram de zero até $9,45 \times 10^4$ UFC de *Salmonella* Typhimurium Amp^R (Tabela 2). As contagens bacterianas obtidas após a realização de cinco cortes com a faca contaminada foram maiores do que quando realizado um corte, gerando uma porcentagem média de transferência de 8,32% com intervalo de confiança de 95% (6,4% -10,2 %).

Tabela 2 - Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) de *Salmonella* Typhimurium Amp^R recuperada da suspensão em água peptonada tamponada 1% de fragmento de carne suína após realização de cinco cortes com faca contaminada artificialmente e transferência da faca para carne.

| <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R (UFC/mL) | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Ensaio</i> (<i>i</i>) | <i>Replicata</i> (<i>j</i>) | | | <i>Média da replicata</i> | <i>p_{f-c, i}</i> |
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | 8,78 x10 ⁴ | 6,31 x10 ⁴ | 7,43 x10 ⁴ | 7,51 x10 ⁴ | 13,1637343% |
| 2 | 9,01 x10 ⁴ | 8,11 x10 ⁴ | 8,11 x10 ⁴ | 8,41 x10 ⁴ | 14,7433824% |
| 3 | 4,50 x10 ⁴ | 6,98 x10 ⁴ | 8,56 x10 ⁴ | 6,68 x10 ⁴ | 11,7157235% |
| 4 | 8,11 x10 ⁴ | 6,98 x10 ⁴ | 6,31 x10 ⁴ | 7,13 x10 ⁴ | 12,5055476% |
| 5 | 8,33 x10 ⁴ | 6,76 x10 ⁴ | 6,53 x10 ⁴ | 7,21 x10 ⁴ | 12,6371849% |
| 6 | 8,11 x10 ⁴ | 6,31 x10 ⁴ | 6,76 x10 ⁴ | 7,06 x10 ⁴ | 12,3739102% |
| 7 | 8,11 x10 ⁴ | 6,53 x10 ⁴ | 7,43 x10 ⁴ | 7,36 x10 ⁴ | 12,9004596% |
| 8 | 8,78 x10 ⁴ | 6,08 x10 ⁴ | 8,78 x10 ⁴ | 7,88 x10 ⁴ | 13,8219210% |
| 9 | 8,33 x10 ⁴ | 6,53 x10 ⁴ | 7,43 x10 ⁴ | 7,43 x10 ⁴ | 13,0320969% |
| 10 | 4,95 x10 ⁴ | 5,18 x10 ⁴ | 3,15 x10 ⁴ | 4,43 x10 ⁴ | 7,7666032% |
| 11 | 2,70 x10 ⁴ | 2,93 x10 ⁴ | 2,70 x10 ⁴ | 2,78 x10 ⁴ | 4,8705817% |
| 12 | 2,03 x10 ⁴ | 1,35 x10 ⁴ | 2,03 x10 ⁴ | 1,80 x10 ⁴ | 3,1592962% |
| 13 | 1,35 x10 ⁴ | 9,01 x10 ³ | 1,13 x10 ⁴ | 1,13 x10 ⁴ | 1,9745601% |
| 14 | 2,70 x10 ⁴ | 1,58 x10 ⁴ | 1,35 x10 ⁴ | 1,88 x10 ⁴ | 3,2909336% |
| 15 | 4,50 x10 ⁴ | 5,41 x10 ⁴ | 4,28 x10 ⁴ | 4,73 x10 ⁴ | 8,2931526% |
| 16 | 1,35 x10 ⁴ | 1,80 x10 ⁴ | 1,58 x10 ⁴ | 1,58 x10 ⁴ | 2,7643842% |
| 17 | 4,50 x10 ³ | 2,25 x10 ³ | 0,00 x10 ⁰ | 2,25 x10 ³ | 0,3949120% |
| 18 | 2,03 x10 ⁴ | 1,35 x10 ⁴ | 1,35 x10 ⁴ | 1,58 x10 ⁴ | 2,7643842% |
| 19 | 5,63 x10 ⁴ | 2,25 x10 ⁴ | 2,25 x10 ⁴ | 3,38 x10 ⁴ | 5,9236804% |
| 20 | 9,46 x10 ⁴ | 2,25 x10 ⁴ | 4,95 x10 ⁴ | 5,56 x10 ⁴ | 9,7411634% |
| 21 | 2,70 x10 ⁴ | 2,70 x10 ⁴ | 1,35 x10 ⁴ | 2,25 x10 ⁴ | 3,9491203% |
| 22 | 8,11 x10 ⁴ | 6,31 x10 ⁴ | 5,41 x10 ⁴ | 6,61 x10 ⁴ | 11,5840862% |
| 23 | 4,73 x10 ⁴ | 4,95 x10 ⁴ | 4,05 x10 ⁴ | 4,58 x10 ⁴ | 8,0298779% |

p_{f-c, i} Percentagem de transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da faca contaminada artificialmente para a carne suína em cada experimento aleatório *i*.

4.4 Coleção de dados C: Transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da superfície da carne suína contaminada artificialmente para a faca realizando um corte

Os resultados das contagens na superfície da faca após a realização de um corte variaram de $1,1 \times 10^4$ até $7,15 \times 10^4$ UFC de *Salmonella* Typhimurium Amp^R (Tabela 3). A transferência média da carne suína contaminada artificialmente para a faca foi 0,42% com intervalo de confiança 95% (0,33% - 0,5%).

Tabela 3 - Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) e *Salmonella* Typhimurium Amp^R recuperada da suspensão em água peptonada tamponada 1% onde foi imersa a lâmina da faca após realização de um corte da carne suína contaminada artificialmente e transferência da carne para faca.

| <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R (UFC/mL) | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| Replicata (<i>j</i>) | | | | | |
| Ensaio (<i>i</i>) | 1 | 2 | 3 | Média da replicata | p _{c-f, i} |
| 1 | $3,9 \times 10^4$ | $4,4 \times 10^4$ | $5,3 \times 10^4$ | $4,5 \times 10^4$ | 0,4817% |
| 2 | $3,9 \times 10^4$ | $4,4 \times 10^4$ | $5,3 \times 10^4$ | $4,5 \times 10^4$ | 0,4817% |
| 3 | $4,8 \times 10^4$ | $5,1 \times 10^4$ | $6,0 \times 10^4$ | $5,3 \times 10^4$ | 0,5596% |
| 4 | $5,9 \times 10^4$ | $7,1 \times 10^4$ | $5,5 \times 10^4$ | $6,2 \times 10^4$ | 0,6534% |
| 5 | $1,7 \times 10^4$ | $1,7 \times 10^4$ | $1,1 \times 10^4$ | $1,5 \times 10^4$ | 0,1558% |
| 6 | $3,8 \times 10^4$ | $4,5 \times 10^4$ | $3,5 \times 10^4$ | $3,9 \times 10^4$ | 0,4161% |
| 7 | $1,8 \times 10^4$ | $3,0 \times 10^4$ | $2,4 \times 10^4$ | $2,4 \times 10^4$ | 0,2515% |
| 8 | $6,2 \times 10^4$ | $6,1 \times 10^4$ | $2,9 \times 10^4$ | $5,1 \times 10^4$ | 0,5366% |
| 9 | $6,1 \times 10^4$ | $6,2 \times 10^4$ | $5,9 \times 10^4$ | $6,1 \times 10^4$ | 0,6428% |
| 10 | $5,8 \times 10^4$ | $6,0 \times 10^4$ | $6,2 \times 10^4$ | $6,0 \times 10^4$ | 0,6340% |
| 11 | $5,9 \times 10^4$ | $6,2 \times 10^4$ | $5,6 \times 10^4$ | $5,9 \times 10^4$ | 0,6233% |
| 12 | $5,9 \times 10^4$ | $6,3 \times 10^4$ | $5,9 \times 10^4$ | $6,0 \times 10^4$ | 0,6410% |
| 13 | $5,6 \times 10^4$ | $6,9 \times 10^4$ | $6,3 \times 10^4$ | $6,3 \times 10^4$ | 0,6641% |
| 14 | $6,4 \times 10^4$ | $7,2 \times 10^4$ | $6,9 \times 10^4$ | $6,8 \times 10^4$ | 0,7207% |
| 15 | $1,4 \times 10^4$ | $1,1 \times 10^4$ | $1,5 \times 10^4$ | $1,3 \times 10^4$ | 0,1399% |
| 16 | $1,8 \times 10^4$ | $2,1 \times 10^4$ | $1,9 \times 10^4$ | $1,9 \times 10^4$ | 0,2036% |
| 17 | $1,8 \times 10^4$ | $1,7 \times 10^4$ | $1,7 \times 10^4$ | $1,7 \times 10^4$ | 0,1824% |
| 18 | $2,4 \times 10^4$ | $2,1 \times 10^4$ | $2,1 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$ | 0,2302% |
| 19 | $2,4 \times 10^4$ | $2,3 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$ | $2,3 \times 10^4$ | 0,2408% |

| | | | | | |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|
| 20 | $2,3 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$ | 0,2338% |
| 21 | $2,6 \times 10^4$ | $2,6 \times 10^4$ | $2,7 \times 10^4$ | $2,6 \times 10^4$ | 0,2745% |
| 22 | $2,6 \times 10^4$ | $2,5 \times 10^4$ | $2,7 \times 10^4$ | $2,6 \times 10^4$ | 0,2745% |

$p_{f-c,i}$ Percentagem de transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da carne suína contaminada artificialmente para a faca em cada experimento aleatório *i*.

4.5 Coleção de dados D: Ensaio de transferência da porção de carne suína para a faca realizando cinco cortes

Quando realizados cinco cortes, os resultados das contagens na superfície da faca variaram de $4,5 \times 10^3$ até $8,05 \times 10^4$ UFC de *Salmonella* Typhimurium Amp^R (Tabela 4). A percentagem de transferência média nesse ensaio foi de 0,3% com intervalo de confiança de 95% (0,2% - 0,4%).

Tabela 4 - Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) de *Salmonella* Typhimurium Amp^R recuperada da suspensão em água peptonada tamponada 1% onde foi imersa a lâmina da faca após realização de cinco cortes da carne suína contaminada artificialmente e transferência da carne para faca.

| <i>Salmonella</i> Typhimurium Amp ^R (UFC/mL) | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| Replicata (<i>j</i>) | | | | | |
| Ensaio (<i>i</i>) | 1 | 2 | 3 | Média da replicata | $p_{c-f,i}$ |
| 1 | $1,9 \times 10^4$ | $2,3 \times 10^4$ | $2,4 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$ | 0,2320% |
| 2 | $7,0 \times 10^4$ | $8,0 \times 10^4$ | $8,1 \times 10^4$ | $7,7 \times 10^4$ | 0,8164% |
| 3 | $6,7 \times 10^4$ | $6,3 \times 10^4$ | $6,6 \times 10^4$ | $6,5 \times 10^4$ | 0,6906% |
| 4 | $3,3 \times 10^4$ | $2,1 \times 10^4$ | $2,8 \times 10^4$ | $2,7 \times 10^4$ | 0,2869% |
| 5 | $2,7 \times 10^4$ | $2,5 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$ | $2,5 \times 10^4$ | 0,2621% |
| 6 | $2,5 \times 10^4$ | $2,8 \times 10^4$ | $2,7 \times 10^4$ | $2,7 \times 10^4$ | 0,2816% |
| 7 | $4,3 \times 10^4$ | $4,6 \times 10^4$ | $3,9 \times 10^4$ | $4,3 \times 10^4$ | 0,4533% |
| 8 | $9,0 \times 10^3$ | $1,2 \times 10^4$ | $1,4 \times 10^4$ | $3,9 \times 10^4$ | 0,1204% |
| 9 | $5,5 \times 10^4$ | $4,5 \times 10^4$ | $4,3 \times 10^4$ | $4,8 \times 10^4$ | 0,5065% |
| 10 | $4,5 \times 10^4$ | $4,3 \times 10^4$ | $4,4 \times 10^4$ | $4,4 \times 10^4$ | 0,4675% |
| 11 | $3,4 \times 10^4$ | $3,0 \times 10^4$ | $3,2 \times 10^4$ | $3,2 \times 10^4$ | 0,3382% |
| 12 | $5,6 \times 10^4$ | $5,5 \times 10^4$ | $4,8 \times 10^4$ | $5,3 \times 10^4$ | 0,5614% |
| 13 | $3,5 \times 10^4$ | $3,4 \times 10^4$ | $2,8 \times 10^4$ | $3,2 \times 10^4$ | 0,3435% |

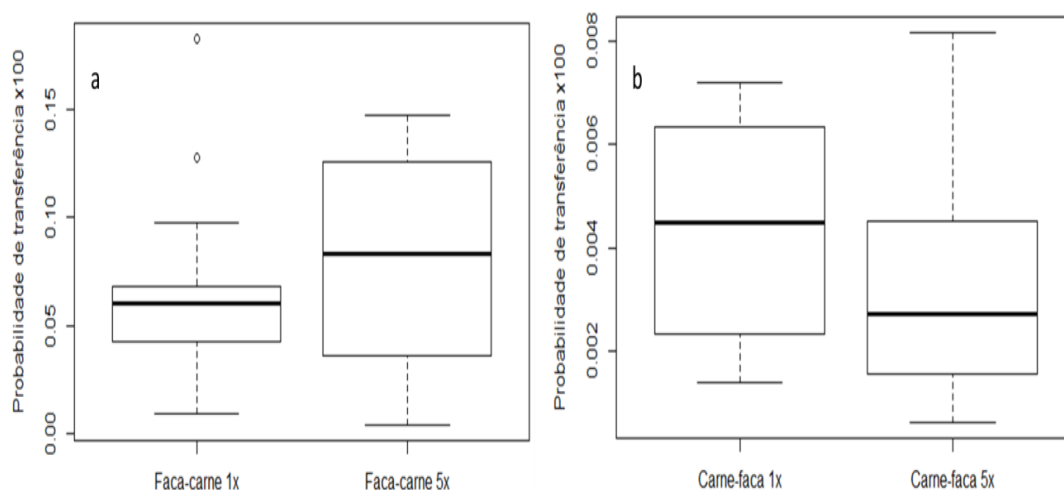
| | | | | | |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|
| 14 | $3,4 \times 10^4$ | $3,3 \times 10^4$ | $3,2 \times 10^4$ | $3,3 \times 10^4$ | 0,3489% |
| 15 | $8,5 \times 10^3$ | $5,0 \times 10^3$ | $4,5 \times 10^3$ | $6,0 \times 10^3$ | 0,0638% |
| 16 | $8,0 \times 10^3$ | $7,0 \times 10^3$ | $6,0 \times 10^3$ | $7,0 \times 10^3$ | 0,0744% |
| 17 | $7,5 \times 10^3$ | $8,5 \times 10^3$ | $6,0 \times 10^3$ | $7,3 \times 10^3$ | 0,0779% |
| 18 | $1,5 \times 10^4$ | $1,7 \times 10^4$ | $1,5 \times 10^4$ | $1,6 \times 10^4$ | 0,1629% |
| 19 | $1,9 \times 10^4$ | $1,8 \times 10^4$ | $1,8 \times 10^4$ | $1,8 \times 10^4$ | 0,1930% |
| 20 | $1,7 \times 10^4$ | $1,9 \times 10^4$ | $1,7 \times 10^4$ | $1,8 \times 10^4$ | 0,1842% |
| 21 | $1,6 \times 10^4$ | $1,7 \times 10^4$ | $1,2 \times 10^4$ | $1,5 \times 10^4$ | 0,1558% |
| 22 | $1,5 \times 10^4$ | $1,4 \times 10^4$ | $1,2 \times 10^4$ | $1,4 \times 10^4$ | 0,1434% |

$P_{f-c,i}$ Percentagem de transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da carne suína contaminada artificialmente para a faca em cada experimento aleatório *i*.

4.6 Comparação entre as porcentagens de transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R

As porcentagens médias de transferência da faca contaminada para a carne suína foram maiores do que da carne contaminada para a faca. Em relação ao número de cortes realizados, a porcentagem média de transferência aumentou da faca para carne quando foram realizados cinco cortes. Por outro lado, quando foram realizados cinco cortes a transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da carne para a faca diminuiu (Figura 4). Embora esta diferença tenha sido observada, não houve diferença significativa entre as comparações de um e cinco cortes ao nível de 5%.

Figura 2 - Distribuição das porcentagens de transferência de *Salmonella* Typhimurium Amp^R da faca para a carne suína (a) e da carne suína para a faca (b), após realização de um ou cinco cortes.



5 DISCUSSÃO

A boa qualidade no processo de abate suíno vai se refletir na inocuidade do produto final, para isto a inspeção na linha de abate é fundamental. Entretanto, a rotina de inspeção *post mortem* foi concebida com base na detecção de lesões típicas de zoonoses que hoje são cada vez mais infrequentes na suinocultura intensiva, tais como tuberculose e triquinelose. A detecção dessas zoonoses é baseada na inspeção macroscópica por meio de palpação, incisão, as quais não são capazes de detectar perigos biológicos como *Salmonella*, *Campylobacter* e *Escherichia coli* (EFSA, 2011). Um agravante nesse aspecto é que, além de não detectar esses perigos, a palpação e incisão podem contribuir para a contaminação cruzada de carcaças na linha de abate. O risco de uma infecção de origem alimentar devido à contaminação cruzada, por sua vez, vai depender do nível de contaminação da superfície na qual o alimento é manipulado e da probabilidade de atuarem como veículo de transferência de microrganismos para os alimentos a serem consumidos (KUSUMANINGRUM *et al*, 2003).

No presente estudo, foi realizada uma série de ensaios laboratoriais de transferência, simulando e estimando a contaminação cruzada que pode acontecer no processo de inspeção na linha de abate suína através de facas. Como cepa a ser transferida foi escolhida *Salmonella* Typhimurium, pelo fato de ser um dos sorovares mais prevalentes em suínos no sul do Brasil como demonstram trabalhos realizados por Bessa *et al.* (2004) e Schwarz *et al.* (2009). A concentração de 10^8 UFC/ml da cepa utilizada para a preparação do inóculo, por sua vez, foi baseada em estudos laboratoriais de adesão e transferência de *Salmonella* como os realizados por Moller *et al* (2011) e Smid *et al* (2013). De forma geral, é preciso empregar concentrações bacterianas elevadas nesses estudos para ser possível enumerar as bactérias transferidas e estimar a taxa de transferência. Entretanto, deve-se levar em conta que o número de *Salmonella* spp. presente em carcaças suínas na linha de abate é muito inferior àquela utilizada nos ensaios, como demonstrado por Silva *et al.* (2012).

A dose infectante de *Salmonella* spp. para humanos é variável e vai depender de vários aspectos como a composição química do alimento, teor de gordura, virulência da cepa (OLIVEIRA *et al*, 2007; LARIVIÈRE *et al*, 2014). Apesar de uma dose infectante de 10^5 ser relatada na literatura, Deshpande *et al.* (2002) e Molbac *et al.* (2006) afirmam

que há alimentos, com alto teor de gordura, que foram associados a doses infectantes tão baixas quanto 10 células. O impacto da contaminação cruzada ao abate para a saúde do consumidor ainda precisa ser esclarecida, porém é possível supor que a distribuição de *Salmonella* spp. ao longo do processo contribuirá, no mínimo, para aumentar a chance de um maior número de carcaças e produtos contaminados. Esse fato, por sua vez, poderá vir a aumentar o risco para o consumidor.

Nos ensaios conduzidos, evidenciou-se a transferência da cepa de *S. Typhimurium* Amp^R tanto da faca contaminada para as porções de carne suína, como das porções de carne contaminadas para a faca. Apesar de terem sido realizados experimentos aleatórios em dias diferentes, houve um perfil consistente de transferência, corroborando para a confiabilidade das coleções de dados. Para tanto, fatores que poderiam contribuir para a variação dos dados foram padronizados e controlados, entre eles o tamanho da porção de carne, tamanho e profundidade do corte, assim como a temperatura do laboratório e os tempos de inoculação e transferência.

Nessas condições controladas, a transferência da cepa de *S. Typhimurium* Amp^R da carne para a faca foi de 0,42% quando foi realizado um corte (coleção de dados C) e de 0,3% quando foram realizados cinco cortes (coleção de dados D). Resultados similares foram obtidos por Smid *et al.* (2013), onde a partir da contaminação de uma peça de carne com uma suspensão fecal, houve numa média de transferência estimada de 0,19%. Uma possível explicação para essa baixa porcentagem de transferência seria a adesão dos microrganismos à pele e gordura, como foi constatado por Pérez-Rodríguez *et al* (2008) e por Carrasco *et al* (2012), ao comparar a aderência bacteriana às carnes magras e com gordura.

A percentagem média de transferência da faca para a carne, por outro lado, foi de 6,26%, quando realizado um corte e de 8,32% quando foram feitos cinco cortes. Moore *et al* (2002) e Kusumaningrum *et al* (2002) demonstraram que a pressão e o contato da faca com a carne é fundamental para a adesão de *Salmonella* spp. é necessário mencionar que a transferência diferiu daquela relatada por (Smid *et al.*, 2013); apesar de que, também nesse estudo, a transferência da faca para a carne tenha sido maior do que a estimada da carne para a faca.

A execução de um ou cinco cortes, por sua vez não apresentaram diferença significativa em termos de transferência, indicando que há uma dinâmica de transferência em ambos os sentidos (carne-faca) ao executar cortes sucessivos. Entretanto, nas condições controladas em que foram realizados os cortes, a penetração

da lâmina da faca ocorreu sempre no mesmo local. Na linha de abate as incisões sucessivas não ocorrem necessariamente em uma área delimitada, o que pode criar um perfil diferente de transferência.

No presente estudo dois fatores não foram considerados: a contaminação residual e o desgaste da faca ao longo do tempo. A temperatura da água de 80° C usada no presente trabalho e o tempo de imersão das facas de dois minutos pode não ser observada em situações de campo, onde a temperatura da água pode ser menor, assim como o tempo de imersão (LO FO WONG *et al*, 2002; DE BUSSEER *et al*, 2011; GOMES-NEVES *et al*, 2012; SECCHI *et al*, 2015). Esse fato pode contribuir para a contaminação residual da faca e o aumento do número de bactérias transferidas. Da mesma forma, a ocorrência de ranhuras pelo uso continuado das facas favorece a aderência bacteriana, como demonstrado por Larivière *et al*. (2015), e pode contribuir para a contaminação residual e para transferência bacteriana.

No processo de abate há pontos críticos para a contaminação de carcaças como a escalda (SWANENBURG *et al*, 2001; BOLTON *et al*, 2002) e a depilação (BERENDS *et al*, 1997; EFSA, 2010) na área suja do abatedouro. Entretanto, após essas etapas o processo de chamuscamento bem conduzido é eficaz no controle de contaminação superficial (EFSA, 2010). Já na área limpa, não existe uma etapa que determine redução na contaminação das carcaças (De Busser *et al*, 2011), assim é importante a desinfecção e limpeza frequente dos utensílios, pois facas e serras podem ser fonte de contaminação nos abatedouros, como foi demonstrado em estudo realizado por Botteldoorn *et al* (2003). Nesse sentido, os procedimentos de inspeção também podem ser potencial fonte de contaminação de carcaças. Existem modelos que descrevem o impacto da contaminação por *Salmonella* nos diferentes estágios do abate, como o realizado por Swart *et al* (2016). Porém a contribuição que o processo de inspeção não foi incluído no modelo. Os dados apresentados no presente estudo poderão ser úteis para o aperfeiçoamento desses modelos.

6 CONCLUSÃO

Há transferência de *Salmonella* Typhimurium da faca para a carne suína, bem como da carne suína para a faca.

A porcentagem de transferência da carne suína contaminada para a faca é baixa, ao passo que a faca contaminada transfere alta porcentagem do total de células de *Salmonella* Typhimurium que carrega, durante a realização dos cortes.

A realização de cortes sucessivos no mesmo local não altera significativamente a transferência de *Salmonella* Typhimurium entre faca e carne.

REFERÊNCIAS

- ALBAN, L; STARK, K.D. Where should the effort be put to reduce the Salmonella prevalence in the slaughtered swine carcass effectively?. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 68, p. 63 – 79, 2005.
- ARGUELLO, H; ALVAREZ-ORDOÑEZ, A; CARVAJAL A; RUBIO P, PRIETO, M. Role of slaughtering in Salmonella spreading and control in pork production. **Journal of Food Protection**, v. 76, p. 899– 911, 2013.
- ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório anual _2016: Carne Suína, p. 44 – 73, 2016. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2017.
- BERENDS, B. R; URLINGS, H.A; SNIJDERS, J.M; VAN KNAPEN, F. Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding Salmonella spp. in pigs, **International Journal of Food Microbiology**, v. 30, p. 37 – 53, 1996.
- BERENDS, B. R; VAN KNAPEN, F; SNIJDERS, J.M; MOSSEL, D.A. Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses, **International Journal of Food Microbiology**, p. 199–206, 1997.
- BERENDS, B. R; VAN KNAPEN, F; MOSSEL, D.A; SNIJDERS, J.M. Impact on human health of *Salmonella* spp. on pork in The Netherlands and the anticipated effects of some currently proposed control strategies, **International Journal of Food Microbiology**, v. 44, p. 219–229, 1998.
- BESSA, MC; COSTA, M; CARDOSOS, M. Prevalência de *Salmonella* sp. em suínos abatidos em frigoríficos sob inspeção federal no Rio Grande do Sul, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 24, p. 80 – 84, 2004.
- BHUNIA, ARUN; *Salmonella enterica*, **Foodborne Microbial Pathogens: Mechanisms and Pathogenesis**, ed Springer, cap.11, USA, pag 201 – 215, 2008.
- BOLTON, D.J.; PEARCE, R. A.; SHERIDAN, J. J.; BLAIR, I. S.; MCDOWELL, D. A.; HARRINGTON, D. Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. **Journal of Applied Microbiology** v. 92, p. 893-902, 2002.
- BOTTELDOORN, N; HEYNDRICKX, M; RIJSENS, N; GRIJSPEERDT, K; HERMAN, L. Salmonella on pig carcasses: Positive pigs and cross contamination in the slaughterhouse. **Journal of Applied Microbiology**, v. 95, p. 891 – 903, 2003.
- BOUVET, J; Bavaia, C; Rosselb, R; Le Roux, L. Effects of cutting process on pork meat contamination by verotoxin – producing *Escherichia coli* (VTEC) and *E. coli* O157:H7. **International Journal of Food Microbiology**, n 77, p. 91 – 97, 2002.

BRASIL. Lei nº. 7.889 de 23 de novembro de 1989. Diário oficial da república federativa do Brasil. Seção 1, p. 2946, 1989.

BRASIL, Portaria 1428 de 26 de novembro de 1993. Ministério da Saúde, Regulamento técnico para inspeção sanitária de alimentos, diretrizes para o estabelecimento de boas práticas de produção e de prestação de serviços na área de alimentos, Brasil, 1993.

Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388704/Portaria_MS_n_1428_de_26_de_novembro_de_1993.pdf/6ae6ce0f-82fe-4e28-b0e1-bf32c9a239e0> acesso em: 23 jan. 2017.

BRASIL, Portaria 711 de 1º de novembro de 1995, **Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária**, 1995. Disponível em:

<http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/714_GED.pdf> Acesso em: 09 mar. 2017.

BRASIL, Portaria 368 de 4 de setembro de 1997. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos, Brasil, 1997. Disponível em:

<<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/PORTARIA-368.pdf>> Acesso em: 17 mai. 2017.

BRASIL, Portaria 46 de 10 de fevereiro de 1998. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual genérico de procedimentos para APPCC em indústrias de produtos de origem animal, Brasil, 1998. Disponível em: <

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/PRT_046_10_02_1998_MANUAL_GENERICO_DE_PROCEDIMENTOS_APPCCID-f4POhN0ufV.pdf> acesso em: 16 mai. 2017.

BRASIL, Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**, 2003. Disponível em:

<<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5125403/4132350/ResoluuoRDC27521.10.2002.pdf>> acesso em: 7 mar. 2017.

BRASIL, Circular técnica 50- 2006. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Circular técnica 50: Boas Práticas de produção de Suínos, Brasil, 2006. Disponível em:

<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_k5u59t7m.pdf> Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), **Laboratório de referência Nacional de Cólera e outras enteroinfecções Bacterianas**. Gênero Salmonella: características epidemiológicas y laboratoriais, 2008.

BRASIL, **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual técnico de diagnóstico laboratorial da Salmonella spp. 60 p. : il. – (Série A. Normas e manuais técnicos) Brasília, 2011.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Monitoramento da prevalência e do perfil de suscetibilidade aos antimicrobianos em enterococos e

salmonelas isolados de carcaças de frango congeladas comercializadas no Brasil.

Relatório de pesquisa em Vigilância Sanitária de Alimentos, p. 16, 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/395481/Relat%C3%B3rio+Prebaf+-+Programa+Nacional+de+Monitoramento+da+Preval%C3%Aancia+e+da+Resist%C3%Aancia+Bacteriana+em+Frango/f6bb5296-e633-4f7b-b81f-48a99430da6a?version=1.1>> acesso e 25 jan. 2017.

BRASIL. Decreto 9.013 de 29 de março de 2017, Ministério de Agricultura, Pecuária e abastecimento, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9013.htm> acesso em: 13 abr. 2017.

CARDOSO, MARISA; SILVA, LUIS EDUARDO. In: KICK JALUSA; VILAS BOAS SOUZA, JEAN CARLOS. **Salmonella na suinocultura Brasileira: do problema ao controle**. cap. 4: Controle de Salmonella em matadouros - frigoríficos de suínos, p. 116 – 154, 2015.

CARRASCO, ELENA; MORALES RUEDA, ANDRÉS; GARCÍA- GIMENO, ROSA MARIA. Cross – contamination and recontamination by Salmonella in foods: A review, **Food Research International**, v. 45, p. 545 – 556, 2012.

CASTAGNA, S.F.F; SCHWARZ, P; CANAL, C.W; CARDOSO, M. Presença de Salmonella sp. no trato intestinal, em tonsilas/linfonodos submandibulares de suínos ao abate. **Arquivo Brasileiro Medicina veterinária e Zootecnia**, v.56, p. 300 – 306, 2004.

CDC. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Estimates of Foodborne Illness in the United States**, 2012. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/foodborneburden/PDFs/pathogens-complete-list-01-12.pdf> - CDC> Acesso em> 20 mar. 2017.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (CAC). Code of Hygienic Practice for Meat. Rome: FAO, CAC/RCP, 2005.

COSTA, EDUARDO; CORBELLINI, LUIS GUSTAVO; SERAFINI POETA, ANA PAULA; NAUTA, MAARTEN. A stochastic model to assess the effect of meat inspection practices on the contamination of the pig carcasses, **The society for Risk Analysis**, 2016.

COSTALUNGA, SUZANA; TONDO, EDUARDO CESAR. Salmonellosis in Rio Grande do Sul, Brasil, 1997 to 1999. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 33, n. 4, 2002.

DE BUSSER, E.V; MAES, D; HOUF, K; DEWULF, J; IMBERECHTS, H; BERTRANS, S; DE ZUTTER, L. Detection and characterization of Salmonella in lairage, on pigs carcasses and intestines in five slaughterhouses. **International Journal of Microbiology**, v. 145, p. 279 – 286, 2011.

DESHPANDE, S.S. **Handbook of Food Toxicology**, ed. Marcel Dekker, cap. 12, p. 479, New York, 2002.

DRUMO, ROSANNA; PESCIAROLI, MICHELLE; RUGGERI, JESSICA; et al. Salmonella enterica Serovar Typhimurium Exploits Inflammation to Modify Swine Intestinal Microbiota, **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v.5, 2016.

EDWARDS, D.S; JOHNSTON, A.M; MEAD, G.C. Meat Inspection: an overview of present practices and future trends, **The Veterinary Journal**, p. 135 – 147, 1997.

EFSA, European Food Safety Authority. Quantitative Microbiological Risk Assessment of Salmonella in slaughter and breeder pigs: final report, **EFSA Journal**, 2010.

EFSA, European Food Safety Authority. Scientific opinion on the public health hazard to be covered by inspection of meat (swine), **EFSA Journal**, v. 9, p. 198, 2011.

EKPERINGIN, HANRY; NAGARAJA, KAKAMBI. Microbial Food Borne Pathogens. Salmonella, **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice** , v. 14, n. 1, 1998.

ERICKSON, MARILYN; LIAO, JEAN; CANNON, JENNIFER; ORTEGA, YNES. Contamination of knives and graters by bacterial foodborne pathogens during slicing and grating of produce, *Food Microbiology*, v. 52, p. 138 – 145, 2015.

EUZEBY, J. P. Revised Salmonella nomenclature: designation of Salmonella enterica. *International Journal of Systematic Bacteriology*, Toulouse, v. 49, p. 927-930, 1999.

FEDORKA – CRY, PAULA; COLLINS KELLEY, LYNDA; STABEL, THOMAS; GRAY, JEFFREY, LAUFER, JEAN. Alternate routes of invasion may affect pathogenesis of Salmonella Typhimurium in swine, **Infection and Immunity**, v. 63, n 7, p. 2658 – 2664, 1995.

FORSYTHE, S. J. Ferramentas de gestão da segurança de alimentos. In: FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos**. 2ª ed. Cap. 8, p. 375-389, Porto Alegre: Artmed, 2013.

FOSSE, JULIEN; OUDOT, NICOLAS; ROSSERO, ALBERT; LAROCHE, et al. Contamination de produits primaires porcins par *Campylobacter* spp.; *Clostridium perfringens* et *Salmonella enterica*, **Journées Recherche Porcine**, v. 40, p. 55 – 60, 2008.

GOMES NEVES, EDUARDA; ANTUNES, PATRÍCIA; TAVARES, ALCINA; THEMUDO, PATRÍCIA; FONSECA, MARGARIDA; GARTNER, FÁTIMA; COSTA, JOSÉ MANUEL; PEIXE, LUISA. Salmonella cross-contamination in swine abattoirs in Portugal: Carcasses, meat and meat handlers, **International Journal of Food Microbiology**, v. 157, p. 82–87, 2012.

GRIFFITH, R. W.; SCHWARTZ, K. J.; MEYERHOLZ, D. K. Salmonella. In: STRAW, B. E.; ZIMMERMAN, J. J.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D. J. **Diseases of swine**. 9th edition, Cap. 45, 739 – 751, 2006.

GRIMONT, P. A. D.; WEILL, F. X. Antigenic formulae of the Salmonella serovars, 9th Edition. WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella. **Institute Pasteur**, Paris, 2007.

GUIBOURDENCHE, Martine et Al. Supplement 2003 – 2007 (No 47) to the White – Kauffmann – Le Minor scheme. **Research in Microbiology**, v.161, p. 26 – 29, 2 010.

HALD, T; VOSE, D; WEGENER, H.C; KOUPEEV, T. A Bayesian approach to quantify the contribution of animal – food sources to human salmonellosis, **Risk Analysis**, v. 24, p. 255 – 269, 2004.

HOLT, J.G., KRIEG, N.R., SNEATH, P.H.A., STALEY, J.T.; WILLIAMS, S.T. (Eds.) **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 9th. Ed. Baltimore: Williams & Wilkins, Cap.5: Facultative anaerobic Gram-negative rods: p. 175-189, 1994.

HOHMANN, E. L. Nontyphoidal Salmonellosis. **Food Safety**, v. 32, p. 263-269, 2001.

HUI SU, LIN; CHENG-HSUN. Salmonella: Clinical Importance and Evolution of Nomenclature, **Chang Gung Medical Journal**, v. 30, n 3, 2007.

ISSENHUTH-JEANJEAN, SYLVIE; ROGGENTIN, PETER; MIKOLEIT MATTHEW; WEILL, FRANÇOIS XAVIER. Supplement 2008 – 2010 (n°48) to the White Kauffmann – Le Minor Scheme, **Research in Microbiology**, v. 165, 2014.

JAY, JAMES M. **Microbiologia de Alimentos**, 6 ed. Artmed, 712 p. Porto Alegre, 2005.

JIMENÉZ, S.M.; TIBURZI, M.C.; SALSÍ, M.S.; MOGUILVSKY, M.A; PIROVANI, M.E. Survival of Salmonella on refrigerated chicken carcasses and subsequent transfer to cutting board., **Letters in Applied Microbiology**, v.48, p. 687-691, 2009.

KICH, JALUSA; COLDEBELLA, ARLEI; MORÉS, NELSON, et al. Prevalence, distribution, and molecular characterization of Salmonella recovered from swine finishing herds and a slaughter facility in Santa Catarina, Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v. 151, p.307–313, 2011.

KNETTER, SUSAN; BEARSON, SHAWN; HUANG, TING-HUA; et al. Salmonella enterica sorovar Typhimurium-infected pigs with different shedding levels exhibit distinct clinical, peripheral cytokine and transcriptomic immune response phenotype, **Innate Immunology**, v. 21 (3), p. 227 – 241, 2015.

KRANKER, SØREN; ALBAN, LIS; BOES, JAAP; DAHL, JAN. Longitudinal Study of Salmonella enterica Serotype Typhimurium Infection in Three Danish Farrow-to-Finish Swine Herds. **Journal of Clinical Microbiology**, v.41, p. 2282 – 2288, 2003.

KUHN, K. G.; FALKENHORST, G.; CEPER, T. H.; DALBY, T.; ETHELBERG, S.; MØLBAK, K.; KROGFELT, K. A. Detecting non-typhoid Salmonella in humans by ELISAs: a literature review. **Journal of Medical Microbiology**, v. 61, p. 1-7, 2012.

KUSUMANINGRUM, H.D; RIBOLDI, G; HAZELEGER, W.C; BEUMER, R.R. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfacesand cross contamination in food, **International Journal of Food Microbiology**, v. 85, p. 227 – 236, 2003.

LARIVIÈRE - GAUTHIER, GUILLAUME; QUESSY, SYLVIAN; FOURNAISE, SYLVIAIN; LETELLIER, ANN; FRAVALO, PHILIPPE. Different types of stainless steel used in equipment in meat plants do not affect the initial microbial transfer,

including pathogens, from pork skin. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v.79, p. 255 – 259, 2015.

LEBOFFE, MICHAEL; PIERCE, BURTON. A Photographic Atlas for the Microbiology Laboratory. 4th ed., ed. Morton Publishing, p. 155 – 156, United States, 2011.

LIN-HUI SU, LIN; CHIU CHENG-HSUN. *Salmonella*: Clinical Importance and Evolution of Nomenclature. **Chang Gung medical journal**. Vol. 30 No. 3 May-June 2007.

LO FO WONG, D.M.A; HALD, T; VAN DER WOLF, P.J; SWANENBURG, M. Epidemiology and control measures for Salmonella in pigs and pork. **Livestock Production Science**, v. 76, I: 3, p. 215–222, 2002.

LUND, BARBARA; BAIRD-PARKER, TONY; GOULD, GRAHAME. **The Microbiological Safety and Quality of Food**. V.II, p. 1235, ed. Aspen publisher, Maryland, 2000.

MASKEL, DUNCAN. Cap. 3 WALLIS, TIMONTHY. **Salmonella Infections, Clinical Immunological and Molecular Aspects**. Ed. P. 65, (64-66) 2006.

MARKEY, B.; LEONARD, F.; ARCHAMBAULT, M.; CULLINANE, A.; MAGUIRE, D. **Clinical Veterinary Microbiology**. Second Edition. Edinburgh: Elsevier, p. 255-266, 2013.

MATTICK, KAREN; DURHAM, KAREN; DOMINGUE, GIL; JORGENSEN, FRIEDA; SEN, MITHU; SCHAFFNER, DONALD; HUMPHREY, TOM. The survival of foodborne pathogens during domestic washing-up and subsequent transfer onto washing-up sponges, kitchen surfaces and food. **International Journal of Food Microbiology**, v. 85, I. 3, p. 213 – 226, 2003.

MENDOÇA, VANESSA; GONÇALVES PEREIRA, JULIANO; VIANA, CIBELI; et al. Transfer of *Salmonella* Enteritidis to four types of surfaces after cleaning procedures and cross-contamination to tomatoes, **Food Microbiology**, v. 31, p. 453 – 456, 2012.

MOLLER, C.O; NAUTA, M.J; DALGAARD, P; HANSEN, T.B. Modelling transfer of Salmonella Typhimurium DT104 during simulation of grinding pork. **Journal of Applied Microbiology**, v. 112, p. 90 – 98, 2011.

MÔD, D. The Isolation of Salmonella from jejunal and caecal lymph nodes of slaughtered animais. **Australian Veterinary Journal**, v. 56, p. 181 – 183, 1980.

MOORE, C.M; SHELDON, B.W; JAYKUS, L.A; Transfer of Salmonella and Campylobacter from stainless steel surfaces. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, p. 2231 – 2236, 2003.

MORAES, V. G.; CAPANEMA, L. A genética de frangos e suínos – a importância estratégica de seu desenvolvimento para o Brasil. **Agroindústria BNDES Setorial**, v. 35, p. 119–154, 2012.

MORGAN, I.R.; KRAUTIL, F.L; CRAVEN, J.A. Effect of the time in lairage on caecal and carcass *Salmonella* contamination of slaughter pigs. **Epidemiology and Infection**, p.323 – 330, 1987.

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

OLIVEIRA, CELSO J.B; CARVALHO, LUIZ; FERNANDES, SUELI; TAVECHIOD, ANA; DOMINGUES, FRANCISCO. Prevalence of pigs infected by *Salmonella* Typhimurium at slaughter after an enterocolitis outbreak, **International Journal of Food Microbiology**, V. 105, I: 2, Pages 267–271, 2005.

OLIVEIRA, KELLY; OLIVEIRA, TEREZA; TEIXEIRA PILAR; AZEREDO, JOANA; OLIVEIRA, ROSARIO. Adhesion of *Salmonella* Enteritidis to stainless steel surfaces. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, p. 318 – 323, 2007.

PÉREZ-RODRIGUEZ; VALERO, A; CERRASCO, E; GARCÍA, R.M; ZURERA, G. Understanding and modelling bacterial transfer to foods: a review, **Trends in Food Science and Technology**, v. 19, p. 131 – 144, 2008.

PISSETTI C, et al. Detecção de *Salmonella* enterica e *Listeria monocytogenes* em carcaças na etapa de pré – resfriamento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 4, p. 1 – 8, 2012.

QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; LEONARD, F. C.; FITZPATRICK, E. S.; FANNING, S.; HARTIGAN, P. J. **Veterinary Microbiology and Microbial Disease**. 2^a ed. Iowa: Wiley-blackwell, 1231 p., 2011.

ROSTAGNO, M.H. Infecção por *Salmonella* spp. em suínos durante o descanso préabate. In: **congresso brasileiro de veterinários especialistas em suínos, 10^o**. Porto Alegre, ABRAVES, P. 119-120, 2001.

SANTOS, RENATO; RAFFATELLU, MANUELA; BEVINS, CHARLES; ADAMS, j. GARRY; TUKEL ÇAGLA; TSOLIS, RENÉE; BAUMLER, ANDREAS. Life in the Inflamed Intestine, *Salmonella* style. **Trends in Microbiology**, v. 17, I. 11, p. 498 - 506, 2009.

SCHWARZ, P; CALVEIRA, J; SELLA, A; BESSA, M; BARCELLOS, D.E.S.N; CARDOSO M. *Salmonella* enterica: isolamento e soroprevalência em suínos abatidos no Rio Grande do Sul. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 61, n.5, p. 1028 – 1034, 2009.

SECCHI, LUNARA; SALAZAR, LUDMILA; WENDT, RAQUEL. Avaliação microbiológica em serra s e facas em um frigorífico da região norte do Rio Grande do Sul, **Rev. Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul**, v.1, n 1, p. 40 – 43, 2015.

SEIXAS, FELIPE NAEL; TODECHETTO, RONISE; FERRAZ SANDRA MARIA. Presença de *Salmonella* sp. em carcaças suínas amostradas em diferentes pontos da linha de processamento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 634-640, 2009.

SHEEN, S; HWANG, C. Mathematical modelling the cross-contamination of *Escherichia coli* O157:H7 on the surface of ready-to-eat meat product while slicing. **Food Microbiology**, v. 27, p. 37–43, 2010.

SILVA, LUIS EDUARDO; DIAS, VANESSA; FERRONATO, ANDRÉIA; et al. Longitudinal dissemination of *Salmonella* enterica clonal groups through the slaughter process of *Salmonella* - positive pig batches, **Journal of Food Protection**, v. 75, nº 9, p. 1580 – 1588, 2012.

SILVA, MARIA CRISTINA; SILVA, DIVAGO; DE PAULA, ARIANE; PRADO MARTINS, RODRIGO; GARCIA JOÃO; DEON KICK, JALUSA; MOLETA EDSON; NAKAZATO, LUCIANO; DUTRA VALÉRIA. Prevalência de *Salmonella* sp. em suínos abatidos no Estado de Mato Grosso. Ver. **Ciência Rural**, online, 2008.

SMID, JOOST; DE JONGE, ROB; HAVELAAR, ARIE; PEILAAAT, ANNEMARIE. Variability and uncertainty analysis of the cross contamination ratios of *Salmonella* during pork cutting. **Risk Analysis Journal**, v. 33, nº6, 2013.

SWANENBURG, M; URLINGS, H.A.P; SNIJDERS, J.M.A; KEUZENKAMP, D.A; VAN KNAPEN F. *Salmonella* in slaughter pigs: prevalence, serotypes and critical points during slaughter in two slaughterhouses. **International Journal of Food Microbiology**, v. 70, I:3, p. 243 – 254, 2001.

SWART, A.N; EVERS, E.G; SIMONS, R.R.I; SWANENBURG, M. Modeling of *Salmonella* contamination in the pig slaughterhouse. **Risk Analysis**, v. 36, n. 3, 2016.

TEIXEIRA, R.S. Detecção de *Salmonella* spp. em amostras de fezes, linfonodos e carcaças de suínos no momento do abate. 50f. Dissertação (Mestrado Medicina Veterinária) - Programa de Pós-graduação em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

TEIXEIRA, P; SILVA, S; ARAÚJO, F; AZEREDO, J; OLIVEIRA, R. Bacterial adhesion to food contacting surfaces, **Communicating current research and educational topics and trends in applied Microbiology**, 2007.

WAGNER, JOSE; TADASHI HÉLIO. **Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno)**, série P+L, p.98, disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> acesso em: 06 mar, 2017.

WANG, HUHU; XINXIAO, ZHANG; QIUQIN, ZHANG; KEPING, YE; XINGLIAN, XU; GUANGHONG, ZHOU. Comparasion of microbial transfer rates from *Salmonella* spp. Biofilm growth on stainless steel to selected processed and raw meat, **Journal Food Control**, v. 50, p. 574 – 580, 2015.

WILLS, ROBERT. Diarrhea in Growing – Finishing Swine, **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 16, p. 135 – 147, 2000.

WHO – World Health Organization. *Salmonella* non Typhoidal, Media Center, Fact sheet, 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/en/>> Acesso em: 20 fev, 2017.