

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

LUCIANA GIACOMETTI CAVALHEIRO

**Qualidade microbiológica de carcaças de suínos em abatedouro  
sob sistema de inspeção baseado em risco**

---

Pirassununga

2022

LUCIANA GIACOMETTI CAVALHEIRO

**Qualidade microbiológica de carcaças de suínos em abatedouro  
sob sistema de inspeção baseado em risco**  
(versão corrigida)

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Vera Letticie de Azevedo Ruiz

---

Pirassununga

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo  
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C376q Cavalheiro, Luciana Giacometti  
Qualidade microbiológica de carcaças de suínos em  
abatedouro sob sistema de inspeção baseado em risco  
/ Luciana Giacometti Cavalheiro ; orientadora Vera  
Leticie de Azevedo Ruiz. -- Pirassununga, 2022.  
54 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
em Mestrado Profissional Gestão e Inovação na  
Indústria Animal) -- Faculdade de Zootecnia e  
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Inspeção higiênico-sanitária de produtos de  
origem animal. 2. Higiene de alimentos. 3.  
Escherichia coli. 4. Salmonella. 5. Bacteriologia  
veterinária. I. Ruiz, Vera Leticie de Azevedo,  
orient. II. Título.



LUCIANA GIACOMETTI CAVALHEIRO

**Qualidade microbiológica de carcaças de suínos em abatedouro  
sob sistema de inspeção baseado em risco**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

**Data de aprovação:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Vera Letticie de Azevedo Ruiz – FZEA/USP – Orientadora (Presidente da Banca Examinadora)

---

Dra. Angélica Simone Cravo Pereira – FMVZ/USP (membro externo ao programa)

---

Dra. Evelise Oliveira Telles – FMVZ/USP (membro externo ao programa)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Marcos e Marta pela educação, orientação, apoio incondicional e por me darem asas para voar. À minha irmã Flávia, pela ajuda fundamental ao longo dessa etapa e ao meu irmão, João Marcos, por me mostrar o mundo sob novas perspectivas.

À minha orientadora Profa. Dra. Vera Letticie de Azevedo Ruiz, pela orientação, incentivo, objetividade e confiança.

Ao José Roberto Gonçalves, pelo apoio na definição do tema do trabalho, por me apresentar às pessoas certas e proporcionar os recursos necessários.

À Luisa Aneiros Gené, por ampliar meu acesso ao mundo de assuntos regulatórios e científicos na indústria privada, pelo conhecimento compartilhado e por ser minha referência de dedicação, empatia e resiliência.

Ao José Augusto Ferreira de Queluz, pelo apoio e confiança em meu trabalho.

À Dra. Jalusa Deon Kich e Dr. Arlei Coldebella, pela parceria, orientação e ensinamentos. À Dra. Elenita Ruttscheidt Albuquerque, pela avaliação crítica e por possibilitar a realização do experimento.

À Giovani Lazzarin e Giovanne Dallago, por disponibilizarem time e instalações. Aos médicos veterinários Giovana Fonseca, Osvaldo Filho e Lenise Alves pela dedicação, força e liderança na linha de frente. À Jaqueline Kliemann e Sara Welter, por liderarem os bastidores e o time, tornando a operação viável.

À Bruna Sperotto, Andressa Falabretti, Romualdo Winter, Ana Carolina Ramos Leal e Talita Monteiro, por tornarem as coletas e análises laboratoriais possíveis e consequentemente todos os resultados deste experimento.

À Mariana Refosco, pelo acolhimento, apoio pessoal e companhia.

Aos companheiros: Persi Junior, Carlos Bahr e Henrique Tavares pelo imenso conhecimento técnico e pela parceria. À Ana Carolina Carregaro e Helena Araujo pela intermediação junto às entidades e instituições externas.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

E a todos que contribuíram de alguma maneira para o alcance desta conquista, meus sinceros agradecimentos.

“You can never cross the ocean until you have the courage to lose sight of the shore”.

**Christopher Columbus**

## RESUMO

CAVALHEIRO, L. G. **Qualidade microbiológica de carcaças de suínos em abatedouro sob sistema de inspeção baseado em risco.** 2021. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2022.

Procedimentos de inspeção em alimentos cárneos são empregados há mais de um século com o objetivo de garantir sua qualidade e segurança para o consumo. Com o avanço de tecnologias e regulamentações empregadas na criação e abate de suínos, identificaram-se mudanças no perfil de risco da carne suína como transmissora de zoonoses. Com isso, um movimento global iniciou-se para estabelecer procedimentos de inspeção baseados no perfil de risco epidemiológico, culminando no Brasil com a publicação da Instrução Normativa 79 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em 2018. Com o objetivo de demonstrar manutenção ou até mesmo redução de contaminação microbiológica na adoção de sistema baseado em risco, preconizado pela IN 79/2018, avaliou-se a ocorrência de *Salmonella* spp. e quantificação de enterobactérias e mesófilos, por meio de coleta de suabe, em carcaças suínas submetidas ao sistema de inspeção tradicional e ao sistema de inspeção baseado em risco. Ao comparar o sistema o sistema baseado em risco com o sistema tradicional, foi identificada redução significativa na quantificação de enterobactérias, de log 0,47 UFC/cm<sup>2</sup> para log 0,23 UFC/cm<sup>2</sup>, e mesófilos, de log 1,87 UFC/cm<sup>2</sup> para 1,55 UFC/cm<sup>2</sup>. A ocorrência de *Salmonella* spp. manteve-se sem relevância estatística (5,3% para 4%). Os resultados permitem concluir que a adoção do sistema de inspeção baseado em risco proporciona melhor segurança dos alimentos de origem animal, por meio da redução de contaminação por enterobactérias e mesófilos.

Palavras-chave: Produção de cárneos. Segurança dos alimentos. *Salmonella*. Mesófilos. Enterobactérias.

## ABSTRACT

CAVALHEIRO, L. G. **Microbiological quality of pig carcasses in slaughterhouse under risk-based inspection system.** 2021. 54 f. M. Sc Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade São Paulo, Pirassununga, 2022.

Inspection procedures for meat products have been used for more than a century in order to guarantee food quality and safety for consumption. Due the advancement of technologies and regulations in cropping and slaughtering pigs, a change in pork meat risk profile as a zoonoses carrier has been identified. Thereat, a global movement began to establish inspection parameters based on epidemiological risk profile, culminating in Brazil with the publication of Normative Instruction 79 from the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, in 2018. In order to demonstrate maintenance or even reduction of microbiological contamination in the adoption of a risk-based inspection system, recommended by IN79 / 2018, it was evaluated the occurrence of *Salmonella* spp. and quantification of enterobacteria and mesophiles, through swab collection, in swine carcasses subjected to traditional inspection system and risk-based inspection system. In the risk-based system compared to traditional one, a statistical reduction was identified on enterobacteria quantification, from log 0.47 CFU / cm<sup>2</sup> to log 0.23 CFU / cm<sup>2</sup>, and mesophiles, from log 1.87 CFU / cm<sup>2</sup> to 1.55 CFU / cm<sup>2</sup>. The occurrence of *Salmonella* spp. remained the same, without significance (5.3% and 4%). The results allow to conclude that adopting risk-based inspection system improves food safety, through identified contamination reduction by enterobacteria and mesophiles.

Keywords: Meat production. Food safety. *Salmonella*. Mesophile. Enterobacteria.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de abate de suínos. ....	16
Figura 2 - Histograma da distribuição da contagem de enterobactérias em função do sistema de inspeção aplicado.....	35
Figura 3 - Histograma da distribuição da contagem de mesófilos em função do sistema de inspeção aplicado .....	35

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Procedimentos <i>post mortem</i> de inspeção tradicional e baseado em risco .....	26
Quadro 2 - Plano de coletas para análise microbiológica de carcaça .....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coletas realizadas por análise, dia, horário e sistema de inspeção .....	33
Tabela 2 - Presença de Salmonella spp. distribuída nos dias e horários .....	33
Tabela 3 - Distribuição dos resultados de enterobactérias e mesófilos em UFC/cm <sup>2</sup> .....	36
Tabela 4 - Médias logarítmicas diárias de enterobactérias e mesófilos.....	36
Tabela 5 - Médias e erros-padrão da contagem de enterobactérias e mesófilos na superfície de carcaças suínas em função do sistema de inspeção e do horário de coleta e teste de Kruskal-Wallis.....	37
Tabela 6 - Distribuição de resultados de enterobactérias e mesófilos por sistema de inspeção e horário de coleta em UFC/cm <sup>2</sup> .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Grau celsius
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
AFFA	Agente Fiscal Federal Agropecuário
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
BFE	Eficiência de filtração bacteriológica
cm	Centímetro
cm <sup>2</sup>	Centímetro quadrado
COMEXSTAT	Sistema de dados do comércio exterior brasileiro
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FSIS	<i>Food Safety and Inspection Service</i>
GAO	<i>Government Accountability Office</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMSF	<i>International Commission on Microbiological Specifications for Foods</i>
IN	Instrução Normativa
ISSO	<i>International Standard Organization</i>
K	Mil
Log	Logaritmo
M	Milhão
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
P	Probabilidade de significância
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
SIF	Serviço de inspeção federal
T	Tonelada
UFC	Unidade formadora de colônia
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1. Produção de carne suína .....	14
2.2. Segurança dos alimentos na produção de carne suína.....	17
2.2.1. Segurança dos alimentos .....	17
2.2.2. Avaliação microbiológica da segurança de alimentos .....	19
2.3. Inspeção baseada em risco.....	20
2.3.1. Sistema de inspeção tradicional e baseado em risco .....	20
2.3.2. Sistema de inspeção baseado em risco no mundo .....	22
2.3.3. Qualidade microbiológica de carcaças no sistema de inspeção baseado em risco .....	23
3. OBJETIVOS .....	27
3.1. Objetivo geral .....	27
3.2. Objetivos específicos.....	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1. Adequação do processo de produção .....	28
4.2. Plano de amostragem das coletas .....	28
4.3. Procedimento de coleta de amostras .....	30
4.4. Análise dos resultados .....	31
5. RESULTADOS .....	33
5.1. Frequência de ocorrência de <i>Salmonella</i> spp. ....	33
5.2. Quantificação de enterobactérias e mesófilos.....	34
6. DISCUSSÃO .....	39
7. CONCLUSÃO .....	44
REFERÊNCIAS .....	45



## 1. INTRODUÇÃO

Procedimentos de inspeção de produtos de origem animal são adotados com o intuito de garantir a saúde dos consumidores, por meio de alimentos seguros (EFSA, 2011; FAO, 2008; KICH et al., 2019; USDA, 2019).

Estes procedimentos foram registrados, pela primeira vez, pelo Médico Veterinário alemão Robert Von Ostertag com a publicação do Manual de inspeção de carne para veterinários, médicos e juizes (*Handbuch der Fleischbeschau für Tierärzte, Ärzte und Richter*) em 1892. Este manual tornou-se referência mundial e modelo para publicação da legislação brasileira, como a Portaria 711 de 1995 que preconiza os procedimentos de inspeção em abatedouro de suínos no país (KICH et al., 2019).

Com o passar dos anos, novas tecnologias e regulamentações foram inseridas neste contexto, bem como doenças até então comuns, raramente eram registradas, e novas outras aumentaram sua ocorrência (CORBELLINI et al., 2017; KICH et al., 2019; RIESS; HOELZER, 2020). Além disso, foi constatado que o sistema de inspeção atual não permite identificar os principais perigos parasitários e microbiológicos provenientes de alimentos, que os agentes microbiológicos associados às condições patológicas mais comuns não estão relacionados a doenças com impacto em saúde pública e que as técnicas de palpação e incisão favorecem contaminação cruzada de bactérias (CORBELLINI et al., 2017; EFSA, 2011; KICH et al., 2019; RIESS; HOELZER, 2020).

Com isso, fez-se necessária a criação de projetos para modernização regulatória de inspeção brasileira, como “Inspeção Federal Moderna” e “Revisão e modernização dos procedimentos de inspeção *ante* e *post mortem* aplicados em abatedouros frigoríficos de suínos com inspeção federal”, a fim de priorizar os perigos em saúde pública por meio do consumo de produtos de origem suína com base em análise de risco e revisar os procedimentos de inspeção até então adotados (CORBELLINI et al., 2017; KICH et al., 2019). Esse movimento culminou na publicação da Instrução Normativa 79 pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, aprovando e tornando obrigatórios novos procedimentos de inspeção *ante mortem* e *post mortem* de suínos com base em risco no Brasil (BRASIL, 2018a).

Por meio desses dois projetos citados anteriormente, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), realizou pesquisas envolvendo mapeamento do histórico de

detecções nos abatedouros, mapeamento de perigos à saúde pública relacionados à produtos de origem suína, revisão das legislações atuais e validações em unidades piloto dos novos procedimentos, porém devido a mudança ser recente na legislação brasileira através da IN 79, são escassas as pesquisas em relação ao tema no Brasil (KICH et al., 2019).

No que tange a afirmação realizada pela EFSA (*European Food Safety Authority*) sobre o favorecimento de contaminação microbiológica cruzada pelas incisões e palpações, a Instrução Normativa traz procedimentos com menor número de incisões, como sugerido pela Embrapa, mas são escassos os estudos publicados demonstrando a redução de contaminação microbiológica de carcaças devido ao menor número de incisões ao longo do processo de abate no sistema de inspeção baseado em risco (EFSA, 2011); (BRASIL, 2018a; KICH et al., 2019).

Devido a posição de destaque do Brasil no cenário da carne suína mundial, mudanças no sistema de inspeção podem gerar questionamentos e objeções por parte de clientes e mercados consumidores. Este estudo proporcionará dados para embasar programas de controle sanitário com respaldo científico, trazendo confiança ao setor para realização de todas as adequações necessárias na cadeia produtiva.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Produção de carne suína

O mercado de carne suína mundial movimentou cerca de 96,6 milhões de toneladas em 2020, sendo a principal fonte de proteína produzida no mundo (USDA, 2021). O Brasil é o quarto maior produtor, com 4,1 milhões de toneladas, atrás da China (36,3 Mt), União Europeia (24,1 Mt) e Estados Unidos (12,8 Mt) (USDA, 2021). É também, o quarto maior país exportador com 1,1 milhão de toneladas exportadas em 2020, destinadas à mais de 100 países, *ranking* liderado pela União Europeia, Estados Unidos e Canadá (USDA, 2021). Mesmo ocupando uma posição de destaque, apenas 28% da produção brasileira é destinada à exportação (USDA, 2021).

Atualmente, o Brasil representa apenas 4,2% e 9,4% da produção e exportação mundial, respectivamente, havendo a possibilidade de expansão por meio de ações que tragam competitividade ao setor (USDA, 2021).

Os principais mercados importadores de carne suína brasileira são China e Hong Kong, destinado a estes 55% do volume exportado (COMEXSTAT, 2020). As exportações de carne suína brasileira trouxeram ao país 1,48 bilhões de dólares em 2019, representando 10% de todo o faturamento de produtos cárneos exportados (COMEXSTAT, 2020).

Comparando-se resultados da carne suína brasileira, entre 2016 e 2019, nota-se aumento do volume de produção anual em 7,3% (3,7 para 3,97 Mt), volume de cabeças abatidas em 6,5% (39,6 para 42,2 M cabeças), volume de exportações em 21,9% (821 para 861 Mt) e faturamento de exportações em 10,2% (1,35 para 1,49 bilhão USD) (COMEXSTAT, 2020; USDA, 2021).

Devido ao surto de Peste Suína Africana na China, comunicado em 2018, houve queda na produção mundial de carne suína de 112,9 para 96,6 M t (-14,4%) entre 2018 e 2020 (USDA, 2021). O Brasil foi um dos países mais beneficiados pelo déficit mundial de carne pela enfermidade. O país detém condições favoráveis para aumento da produção, especialmente pela disponibilidade de animais e custos competitivos para aquisição de insumos. Por meio da garantia da demanda de carne, o país conseguiu acelerar a aprovação de habilitações importantes à China, levando

ao aumento de 51,8% (776 kt para 1.178 kt) no volume de exportações entre os anos de 2017 e 2020 (FAO, 2019a; USDA, 2021).

A oportunidade para o mercado brasileiro está aberta, no qual há perspectiva de aumento de 5,4% na produção e 16% nas exportações em 2020 comparado ao ano anterior (USDA, 2021).

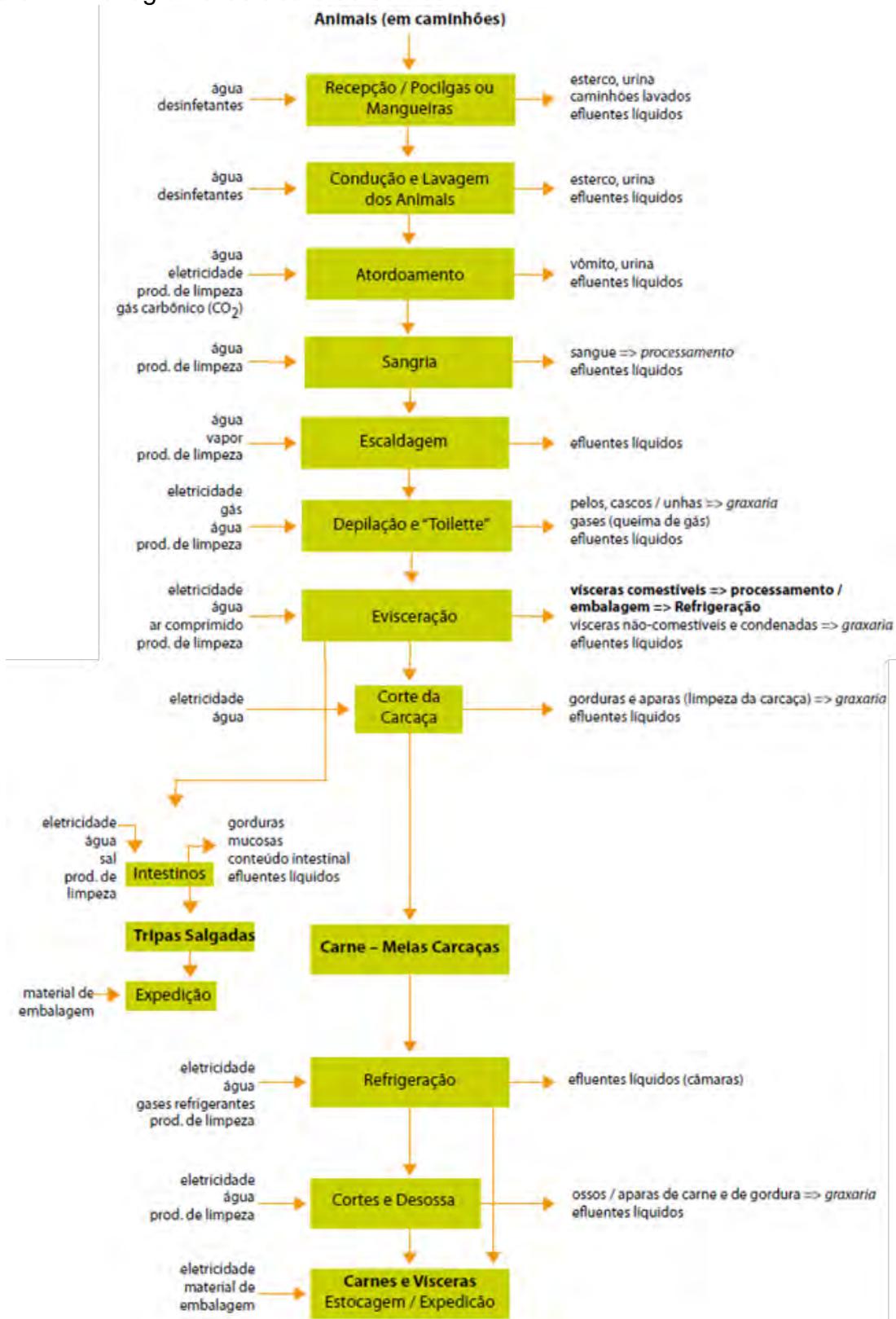
Além do cenário mundial favorável, outra oportunidade é percebida no mercado interno, já que o brasileiro consome em média 12,8 kg de carne suína por ano, enquanto a média mundial é 23 kg/per capita nos 37 países mapeados pela FAO (OECD, 2020). O cálculo se baseia na premissa que 78% do consumo é convertido em consumo real para posteriormente ser dividido pelo número de habitantes do país, empregando-se no Brasil dados do IBGE e MAPA. Quando somados todo o consumo interno de carne bovina, de aves e suína, a carne suína representou apenas 14% em 2020 (USDA, 2021).

Entende-se por cadeia produtiva, o conjunto de atividades produtivas interligadas e independentes para entrega de um produto ou serviço (MONFORT, 1983). A cadeia produtiva de suínos abrange diversas etapas passando pela produção de insumos (medicamentos, ração, equipamentos e genética), granjas, indústria (abatedouros, frigoríficos e processadores), distribuidores até os consumidores finais (GUIMARÃES et al., 2017).

Estima-se que anualmente toda a cadeia produtiva de suínos no Brasil movimente cerca de 149,8 bilhões de reais, 78% de processamento industrial e comercialização, gere 9,2 bilhões de reais em impostos, 126 mil empregos diretos e 923 mil indiretos (ABCS; SEBRAE, 2016).

Na etapa de indústria, especificamente nos abatedouros, o processo se inicia com o recebimento dos suínos para abate (Figura 1). Os animais são desembarcados e alojados em baias para descanso e cumprimento de jejum e dieta hídrica (BRASIL, 1995). O animal é insensibilizado por eletronarcolese ou exposição à atmosfera modificada (BRASIL, 2000) e segue suspenso pelos membros posteriores por trilhos para sangria, escaldagem, depilação e chameusamento (PACHECO; YAMANAKA, 2006). A carcaça é lavada e eviscerada com remoção de vísceras, miúdos e partes, sendo todo o conjunto inspecionado pelo serviço de inspeção oficial (BRASIL, 2017). A carcaça é direcionada para resfriamento para atingir a temperatura de 7°C na profundidade da massa muscular, e só então poderá se desencadear o processo de desossa com posterior embalagem e expedição (BRASIL, 1995).

Figura 1 - Fluxograma de abate de suínos.



Fonte: PACHECO; YAMANAKA (2006)

## 2.2. Segurança dos alimentos na produção de carne suína

### 2.2.1. Segurança dos alimentos

O conceito segurança dos alimentos ou *Food Safety* é estabelecido como a garantia de que o alimento não causará um efeito adverso à saúde do consumidor quando preparado ou consumido. Difere-se do termo segurança alimentar ou *Food Security*, sendo este relacionado à disponibilidade de alimentos e capacidade dos indivíduos em acessá-lo para suprir necessidades nutricionais básicas (ISO, 2018).

O acesso à alimentos seguros e nutritivos é um direito humano básico. No entanto, todos os anos no mundo, mais de 420 mil pessoas morrem e 600 milhões adoecem por ingerir um alimento contaminado. Também, são notáveis os impactos no desenvolvimento socioeconômico, na sobrecarga dos sistemas de saúde e no comprometimento do crescimento econômico, comércio e turismo (FAO, 2019b).

Ao considerar doenças, deficiências e mortes causadas por alimentos não seguros e renda nacional bruta *per capita*, são estimadas perdas de 95 bilhões de dólares por ano em países de baixa e média renda. A China, Índia e Indonésia são os países com maiores perdas registradas, enquanto o Brasil é o sexto com cerca de 2,5 bilhões de dólares em perdas por ano (JAFFEE et al., 2019).

Além disso, os consumidores apresentam um interesse sem precedentes na forma como seus alimentos são produzidos, processados e comercializados, se posicionando de forma a cada vez mais exigir de seus governantes responsabilidade na segurança de seus alimentos e proteção de seus direitos como tal (FAO; WHO, 2003).

Em um ambiente de comercialização de alimentos de forma global, a adoção estratégica de medidas de controle na cadeia produtiva de alimentos é essencial para garantir a segurança e saúde dos consumidores (FAO; WHO, 2003). Neste contexto, diversas iniciativas surgiram ao redor do mundo com este objetivo a *Codex Alimentarius Commission* (RANDELL, 2020) em 1963, a *Food and Drug Administration* (FDA, 2020) em 1906 e a *European Food Safety Authority* em 2002 (EFSA, 2020).

O *Codex Alimentarius Commission* é um órgão estabelecido pela FAO e pela *World Health Organization* (WHO) com intuito de desenvolver padrões, fornecer diretrizes e códigos de práticas internacionais harmonizados para proteger a saúde dos consumidores e garantir práticas justas no comércio de alimentos (FAO, 2020).

A FAO recomenda cinco passos para garantia de alimentos seguros: políticas nacionais para segurança dos alimentos, produção de forma segura, manutenção de sua segurança na cadeia, avaliação e controle da segurança do alimento e, por último, responsabilidade compartilhada entre governos, órgãos econômicos regionais, produtores, consumidores e comunidade científica (FAO, 2019c).

Em um contexto complexo como este, uma abordagem de avaliação de riscos e estratégias de gerenciamento é indispensável para manutenção dos riscos dentro de limites toleráveis, maior eficiência do sistema de inspeção e mitigação do desperdício de alimentos. Sendo a análise de riscos a peça chave para reduzir doenças de origem alimentar e fortalecer sistemas de segurança dos alimentos (FAO; WHO, 2006).

Riscos são considerados os efeitos da incerteza nos objetivos, com base na probabilidade e nos impactos de suas consequências (ISO, 2009). Na indústria de alimentos, esses efeitos podem ser provenientes de perigos relacionados às matérias primas e insumos, sendo caracterizados como biológicos, químicos ou físicos, sendo potenciais causadores de efeitos adversos à saúde (FAO; WHO, 2006).

De acordo com *Codex Alimentarius*, uma análise de riscos é composta por três pilares: avaliação de riscos, gestão de riscos e comunicação de riscos. A avaliação dos riscos é um processo realizado com embasamento científico para identificação e caracterização dos perigos, avaliação da exposição ao perigo e caracterização do risco, levando-se em consideração o contexto epidemiológico da região avaliada (FAO; WHO, 2006).

Com base na avaliação realizada, são definidas políticas e diretrizes para gestão dos riscos. Elas levam em consideração não apenas as orientações científicas técnicas, mas também perspectivas sociais, como cultura e custo-benefício para a comunidade, e psicológicas, como percepção individual do risco ou exposição voluntária ao risco (FAO; WHO, 2006).

A gestão dos riscos é composta por quatro fases: atividades preliminares de gestão do risco, como priorizar riscos e estabelecer políticas e metas, identificar possibilidades e soluções, implementação de controles e verificações e por fim, monitorar resultados obtidos e revisar o plano de gestão quando necessário (FAO; WHO, 2006).

A comunicação dos riscos se baseia na troca interativa constante entre todos os envolvidos no processo, desde a avaliação dos riscos até todas as etapas da

gestão de risco, garantindo o quinto passo recomendado para compartilhamento de responsabilidades (FAO; WHO, 2006).

### 2.2.2. Avaliação microbiológica da segurança de alimentos

O processo de obtenção de carne suína passa pela criação dos animais, abate e disponibilização do produto aos consumidores para compra (DAS et al., 2019). Os perigos de contaminação deste processo são classificados em físicos, químicos e microbiológicos (DAS et al., 2019; KICH; SOUZA, 2015; USDA, 2018a).

No Brasil, por meio do modelo de avaliação de riscos proposto pelo *Codex Alimentarius*, são identificados 124 perigos potenciais no processo de produção de carne suína. Deste total, 24 são considerados relevantes, 67% deles perigos de origem bacteriana, 21% parasitária e 12% viral ou por toxinas (CORBELLINI et al., 2017; FAO; WHO, 2006).

Entre os perigos microbiológicos, a *Salmonella* spp. é o microrganismo de maior risco à saúde pública no Brasil, único caracterizado como alto risco, em relação ao consumo de carne suína *in natura*, seguido por *Escherichia coli*, *Campylobacter coli*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens* (CORBELLINI et al., 2017; FOSSE; SEEGERS; MAGRAS, 2009; ZHOU et al., 2018).

A salmonelose é uma das principais zoonoses de saúde pública no mundo e a maioria dos sorotipos de *Salmonella enterica* subespécie *enterica* são patogênicas para o homem, podendo causar intoxicação alimentar, graves infecções e até mesmo morte (SHINOHARA et al., 2008).

Devido a importância do tema à saúde pública, existem diversos estudos publicados avaliando a presença de *Salmonella enterica* em carcaça de suínos em abatedouro como indicador de segurança microbiológica (DA SILVA et al., 2018; NEITZKE; DA ROZA; WEBER, 2017; SEIXAS; TOCHETTO; FERRAZ, 2009; TEIXEIRA, 2006; ZHOU et al., 2018).

Os suínos, como portadores de *S. enterica*, são determinantes para contaminação de carcaças no processo produtivo. As principais fontes de contaminação direta e indireta são suas fezes, linfonodos, pele e boca (CÊ, 2016; CORBELLINI et al., 2016).

Outra avaliação microbiológica empregada na indústria de proteína suína é a quantificação de bactérias da Família *Enterobacteriaceae* e mesófilos aeróbios como

indicadores de contaminação e condições higiênico-sanitárias no processamento. Para estas análises, os estudos são mais escassos, podendo estar relacionado ao menor risco à saúde pública (CORBELLINI et al., 2016; EFSA, 2011; KICH; SOUZA, 2015).

Bactérias da família *Enterobacteriaceae* habitam o trato gastrointestinal de seres humanos e animais, contaminam água, equipamentos e superfícies, e podem ou não ser patogênicas (QUINN et al., 2007). Os principais patógenos dessa família são a *Escherichia coli*, alguns sorotipos de *Salmonella enterica* e algumas espécies de *Yersinia* spp. (QUINN et al., 2007). A quantificação de enterobactérias além de indicar a possível presença de patógenos de relevância, possui correlação direta com a presença de *Salmonella enterica* em carcaças e partes de carcaça em suínos (CORBELLINI et al., 2016).

As bactérias do grupo dos mesófilos podem se multiplicar em temperatura entre 20 e 45°C, sendo sua temperatura ótima de crescimento 37°C, mesma temperatura ótima de crescimento de bactérias patogênicas obrigatórias (QUINN et al., 2007). A avaliação de aeróbios mesófilos é empregada como forma de monitorar a qualidade higiênico-sanitária, aceitabilidade organoléptica, aplicação de boas práticas de fabricação (CÊ, 2016). Sua presença indica o emprego de matéria prima contaminada, processamento do alimento de forma inadequada sanitariamente ou abuso de tempo-temperatura, quando o alimento permanece fora das condições ideais de conservação. É uma avaliação limitada pois uma contagem elevada de mesófilos não representa evidências da presença de patógenos, por outro lado, indica que houve condições favoráveis para multiplicação destes (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

### **2.3. Inspeção baseada em risco**

#### **2.3.1. Sistema de inspeção tradicional e baseado em risco**

A inspeção de alimentos cárneos é um dos controles sanitários empregados de animais e carnes nos abatedouros com o intuito de detectar e prevenir perigos de saúde pública, proporcionando alimentos seguros e de qualidade (FAO, 2019d; HERENDA et al., 2000; RIESS; HOELZER, 2020)

Os fundamentos da inspeção de alimentos se originaram no reconhecimento empírico da conexão entre doenças em animais utilizados para produção de alimentos e doenças em seres humanos. Os primeiros registros com tais considerações provem de Aristóteles, Hipócrates e Virgílio (EFSA, 2011). Porém, essa relação de causalidade apenas foi comprovada e o termo “zoonose” estabelecido no final do século XIX com Louis Pasteur e Rudolf Virchow (SCHULTZ, 2008).

A inspeção tradicional de produtos cárneos se manteve a mesma pelos últimos 100 anos em diversos países, sendo baseada no trabalho publicado em 1872 (Manual de inspeção de carnes para veterinários, médicos e juízes) pelo médico veterinário alemão Robert von Ostertag (EFSA, 2011; GRACEY, 2003; KICH et al., 2019; NESBAKKEN, 2015; RIESS; HOELZER, 2020). No Brasil, a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal foi regulamentada pela primeira vez em 1950, através da Lei nº 1283 (BRASIL, 2017).

Os procedimentos de inspeção estabelecidos tinham o intuito de buscar doenças infecciosas sinalizadas como de risco à saúde pública daquela época como brucelose, tuberculose, e parasitárias como cisticercose (EDWARDS; JOHNSTON; MEAD, 1997; KICH et al., 2019). Estes procedimentos foram desenvolvidos para identificar lesões grosseiramente visíveis, anormalidades detectadas por palpação e incisão, e contaminações e doenças pelas alterações de cor, odor e forma (GAO, 1994; HERENDA et al., 2000).

Com a intensificação da produção de suínos, aumento de produtividade, adoção de tecnologias e avanços no controle sanitário dos rebanhos, o perfil epidemiológico de riscos atrelados ao consumo de carne suína mudou (KICH et al., 2019). As lesões macroscópicas comumente identificadas na inspeção *post mortem* atual não tem relação com os principais perigos de saúde pública ou estão relacionadas a zoonoses raramente detectadas (EDWARDS; JOHNSTON; MEAD, 1997; EFSA, 2011; GAO, 1994; KICH et al., 2019; WEBBER et al., 2012).

Neste contexto, a modernização do sistema de inspeção se fez necessária para garantir avanços na segurança dos consumidores, aumentar eficiência do sistema e redução de desperdícios, sendo fundamental uma análise de riscos embasada por preceitos científicos epidemiológicos (EDWARDS; JOHNSTON; MEAD, 1997; FAO, 2019d; FAO; WHO, 2006; KICH et al., 2019; RIESS; HOELZER, 2020).

Uma inspeção baseada em risco com foco em saúde pública e alocação clara de responsabilidades compartilhadas entre o campo e o abatedouro permite redução de perdas no processo produtivo e otimização de recursos (EDWARDS; JOHNSTON; MEAD, 1997; FAO, 2008; GAO, 1994; KICH et al., 2019; RIESS; HOELZER, 2020).

Para um sistema de inspeção eficiente devem ser empregadas três formas de investigação: exame *ante mortem* dos animais vivos e suas referências de origem, exame *post mortem* da carcaça e das vísceras e, por último, testes microbiológicos, patológicos, físicos e químicos, quando necessários (GRACEY, 2003).

Com a evolução do tema e implementação em diversos países, pode-se constatar três diretrizes do sistema de inspeção baseado em risco em comum em diversas regiões do globo: intensificação dos controles no campo de forma preventiva, necessidade de métodos alternativos para identificação de perigos microbiológicos de alto risco como *Salmonella enterica* e adoção de inspeção apenas visual (RIESS; HOELZER, 2020).

É reconhecida a importância do papel dos produtores no controle e prevenção de doenças zoonóticas, e na inspeção baseada em risco, ficando mais evidente a importância do compartilhamento de responsabilidades, comunicação e atuação conjunta para realocar recursos na inspeção e reduzir contaminação cruzada (KICH et al., 2019; MOUSING et al., 1997).

Há evidências que técnicas de inspeção nos abatedouros não são suficientes para identificação e controle de *Salmonella enterica*, sendo necessária adoção de ações preventivas no campo, como desinfecção das instalações e estabelecimento de vazio sanitário entre lotes, e técnicas de identificação por meio de análises microbiológicas no abatedouro para identificação e controle do risco (KICH et al., 2019; RIESS; HOELZER, 2020).

Ao empregar análise de riscos, identificou-se que as lesões buscadas por meio de palpação e incisão estavam relacionadas a perigos já não mais relevantes. Adicionalmente, estas técnicas representam fator de risco para contaminação cruzada e disseminação de perigos de relevância atuais como *Salmonella enterica*, *Yersinia* spp. e *Campylobacter coli* (EFSA, 2011; FAO, 2019d; KICH et al., 2019; USDA, 2019).

### **2.3.2. Sistema de inspeção baseado em risco no mundo**

Há algumas décadas, o sistema de inspeção tradicional começou a ser questionado tanto pelo novo cenário epidemiológico zoonótico, quanto pelo emprego efetivo de recursos para garantia da segurança dos alimentos nos abatedouros ao redor do mundo (EDWARDS; JOHNSTON; MEAD, 1997; GAO, 1994; HATHAWAY; MCKENZIE, 1991; MOUSING et al., 1997).

Em 2006 e 2008, com as publicações respectivamente “Segurança de alimentos com base em análise de risco” e “Inspeção de alimentos com base em risco”, a FAO proporcionou direcionamentos claros sobre como os mercados poderiam conduzir e implementar um sistema de inspeção baseado em risco (FAO, 2008; FAO; WHO, 2006).

Autoridades governamentais e entidades de pesquisa conduziram análises de riscos em seus países e regiões para mapeamento dos patógenos de risco à saúde pública e definição de diretrizes nacionais. Com isso, publicações científicas trouxeram elucidações para que novas legislações regulamentassem a modernização dos sistemas de inspeção (CANADÁ, 2020; EFSA, 2011; EUROPEAN COMMISSION, 2014a, 2014b; KICH et al., 2019; RIESS; HOELZER, 2020; USDA, 2018b, 2019).

Com este movimento, a inspeção baseada em risco foi regulamentada em 2014 na União Europeia, 2017 na Austrália, e 2018 nos Estados Unidos e Canadá. No Brasil, sua diretriz legal foi publicada em 2018 pela Instrução Normativa 79 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na qual estabelece o prazo máximo de adequação dos abatedouros do país até 2028 (BRASIL, 2018a).

### **2.3.3. Qualidade microbiológica de carcaças no sistema de inspeção baseado em risco**

O processo de modernização do sistema de inspeção no Brasil se iniciou na parceria entre MAPA e EMBRAPA para realização de análise de riscos atrelados a produção de carne suína no país, com base no modelo do *Codex Alimentarius* (CORBELLINI et al., 2017; FAO; WHO, 2006). Por meio do documento intitulado “Modernização da inspeção sanitária em abatedouros de suínos - Inspeção baseada em risco: opinião científica”, diretrizes foram disponibilizadas para orientar a regulamentação legal do tema (KICH et al., 2019).

Com a publicação da instrução normativa 79, todos os abatedouros de suínos provenientes de sistema de confinamento em integração, cooperativismo ou criadores

independentes registrados no serviço oficial de saúde animal devem aderir ao sistema de inspeção baseado em risco até 2028 (BRASIL, 2018a).

Quatro requisitos de adequação para adesão ao novo sistema de inspeção estão estabelecidos e estes podem em maior ou menor grau influenciar na qualidade microbiológica das carcaças: 1) instalações, equipamentos e fluxos; 2) quadro técnico de pessoal; 3) programa de avaliação e classificação de suínos, carcaças, partes de carcaça e vísceras e; 4) controles microbiológicos e laboratoriais.

A adequação de instalações, equipamentos e fluxos visa permitir a implementação dos novos procedimentos como a remoção íntegra da cabeça por meio de corte longitudinal dorsal à papada na sala de abate para posterior abertura e processamento em sala separada fisicamente (BRASIL, 2018a):

Art. 54. Nos estabelecimentos sob inspeção *ante e post mortem* com base em risco, a cabeça será removida por corte caudal a papada realizado em sentido dorsoventral, sem abertura da cavidade oral e minimizando os cortes e exposição de tecidos linfáticos e glandulares adjacentes.

Parágrafo único. Fica proibida a exposição da língua e das massas musculares da papada e da face na sala de abate [...]

[...] Art. 60. O conjunto cabeça, papada e língua deve ser removido da sala de abate para a realização do processamento em ambiente próprio e separado das outras partes da carcaça ou vísceras.

Atualmente, a cabeça e papada são inspecionadas na sala de abate por meio de incisões extensas e profundas dos músculos masseteres e pterigóides para busca por cisticercoide e sarcosporidiose e dos nodos linfáticos parotídeos, cervicais, retrofaríngeos e mandibulares e as glândulas parótidas (BRASIL, 1995). Com o novo sistema, as cabeças passam a ser avaliadas e classificadas apenas visualmente, sem qualquer incisão ou palpação. Essa alteração foi justificada pela análise de risco, na qual se constatou níveis muito baixos de ocorrência destas enfermidades, respectivamente 0,0001% e 0,0005%.

Art. 56. O conjunto deve ser submetido a avaliação visual externa, sem palpação ou cortes, buscando localizar alterações de volume, forma, cor e, quando aplicável, odor.

A cavidade oral, tonsilas e linfonodos da cabeça e papada são frequentemente contaminados e colonizados por diversos patógenos alimentares como *Salmonella enterica*, *Yersinia* spp. e micobactérias (EFSA, 2011; KICH et al., 2019). A medida adotada de evitar exposição destas partes na linha de abate visa redução de risco de contaminação cruzada por patógenos às carcaças ao longo do processo e não compromete a sensibilidade e especificidade na avaliação (EFSA, 2011; KICH et al., 2019).

Quanto ao quadro técnico de pessoal, a empresa passa a compartilhar responsabilidades no processo de avaliação e classificação, por meio da atuação de seu médico veterinário responsável, permitindo melhor gestão de resultados para maior agilidade na tomada de decisão tanto de ações imediatas quanto preventivas.

Atualmente, o principal agente responsável pela avaliação da qualidade e fiscalização da carne suína é o Sistema de Inspeção Federal (SIF), vinculado ao MAPA. Ele atua nas indústrias de produtos de origem animal garantindo os requisitos legais vigentes e a qualidade desses produtos (GUIMARÃES et al., 2017). No novo sistema, o agente fiscal federal agropecuário (AFFA) tem papel de auditor do processo com o objetivo de garantir a saúde pública e foco em doenças populacionais. Enquanto, o médico veterinário responsável e sua equipe realizam as atividades de avaliação e classificação de animais vivos, carcaças, partes de carcaças e vísceras.

Os procedimentos de avaliação e classificação de carcaças, partes de carcaças e vísceras nas etapas *ante* e *post mortem* devem constar no programa de autocontrole do estabelecimento. No sistema de inspeção tradicional, estes procedimentos são definidos pela Portaria 711 do MAPA (BRASIL, 1995). Os procedimentos na etapa *post mortem* foram atualizados na nova IN e seu comparativo entre sistema tradicional e baseado em risco consta no Quadro 1.

A avaliação e classificação visual de carcaças e vísceras, semelhante à realizada na União Europeia, Austrália, Estados Unidos e Canadá, é uma das formas de auxiliar a mitigação de contaminação cruzada e de disseminação de patógenos na linha (EFSA, 2011; EUROPEAN COMMISSION, 2000; HAMILTON et al., 2002; KICH et al., 2019; RIESS; HOELZER, 2020; USDA, 2019).

Quadro 1 - Procedimentos *post mortem* de inspeção tradicional e baseado em risco

TRADICIONAL		BASEADO EM RISCO	
Linha de inspeção	Procedimento	Avaliação e Classificação	Procedimento
A1 - Cabeça e papada	Visual e Incisão	Conjunto cabeça, papada e língua	Visual
A – Útero	Visual e palpação	Conjunto intestinos, estômago, baço, pâncreas, bexiga e útero*	Visual
B - Intestino, estômago, baço, pâncreas e bexiga	Visual, palpação e incisão	Inspeção de linfonodos mesentéricos	Visual e incisão
C - Coração e língua	Visual, palpação e incisão	Coração	Visual e incisão
D - Pulmões e fígado	Visual, palpação e incisão	Pulmões e fígado	Visual e palpação
E – Carcaça	Visual e incisão de linfonodos	Carcaça	Visual
F – Rins	Visual, palpação e incisão	Rins*	Visual
G- Cérebro*	Visual	Cérebro*	Visual

Baço, pâncreas, bexiga, útero, rins e cérebro apenas caso destinados ao consumo humano (BRASIL, 1995, 2018a)

No sistema de inspeção baseado em risco brasileiro, foram mantidas na linha de abate apenas as incisões dos linfonodos mesentéricos e do coração, para identificação de patógenos dos gêneros *Mycobacterium* spp. e *Yersinia* spp., respectivamente, considerados de relevância pela análise de riscos realizada devido sua prevalência (CORBELLINI et al., 2017; KICH et al., 2019).

Por fim, os controles microbiológicos e laboratoriais visam a mitigação de disseminação dos patógenos não identificados visualmente como emprego de tratamento do conjunto da cabeça, papada e língua e o controle de resultado de contaminação fecal das carcaças por meio da Instrução Normativa 60, de 20 de dezembro de 2018 (BRASIL, 2018b, 2018a). Estes não influenciam na qualidade microbiológica das carcaças na linha de abate por serem medidas adotadas em outro local de monitoramento.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo geral

Este trabalho objetiva determinar os níveis de contaminação microbiológica de carcaças de suínos no sistema de inspeção empregado atualmente e no sistema de inspeção baseado em risco estabelecido pela Instrução Normativa 79/2018 em abatedouro no Brasil, com a finalidade de identificar manutenção ou, até mesmo, possível redução de riscos biológicos à saúde pública na adoção da nova diretriz legislativa.

#### 3.2. Objetivos específicos

Realizar levantamento microbiológico através de análise de quantificação de Enterobacteriaceae e mesófilos, e detecção de *Salmonella* spp. em carcaças de suínos abatidas sob sistema de inspeção tradicional e sob sistema de inspeção baseado em risco.

Analisar resultados microbiológicos obtidos com base em requisitos legais brasileiros vigentes e dos maiores importadores de carne suína brasileira.

Comparar resultados microbiológicos entre o sistema de inspeção tradicional e o sistema de inspeção baseado em risco.

Comparar resultados microbiológicos entre diferentes horários de abate sob sistema de inspeção tradicional e sob sistema de inspeção baseado em risco.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em abatedouro de suínos de empresa brasileira sob inspeção federal com volume de abate de 7.500 suínos por dia e 550 suínos por hora, com operação em 2 turnos de produção. Os animais abatidos são provenientes de granjas de integração em regime de confinamento e este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FZEA-USP, sob o número 4252290520.

O experimento foi realizado para avaliar as condições higiênico-sanitária das carcaças produzidas sob o sistema de inspeção tradicional *versus* o sistema baseado em risco comparando a contaminação superficial das carcaças nos dois sistemas.

### 4.1. Adequação do processo de produção

O processo de abate atual emprega o sistema de inspeção tradicional conforme procedimentos descritos na Portaria 711 de 1995. Assim para realização das coletas neste método, não houve necessidade de capacitação ou fase de estabilização do processo para coleta de amostras, visto que os colaboradores são capacitados anualmente nas técnicas de avaliação, classificação e inspeção e são acompanhados diariamente pelo auditor fiscal federal agropecuário.

Para adequação ao sistema de inspeção baseado em risco foi realizada capacitação dos colaboradores envolvidos nas etapas *ante* e *post mortem* de abate com base nos novos procedimentos e adequações estruturais provisórias conforme requisitos descritos na Instrução Normativa 79 de 2018, sinalizados anteriormente no Quadro 1.

Os treinamentos foram conduzidos *in loco* na prática demonstrando os novos procedimentos a serem adotados e como realizar os registros dos achados na avaliação e classificação. Assim como no sistema tradicional, foram acompanhados pelo auditor fiscal federal agropecuário.

O sistema baseado em risco foi adotado ao longo de três semanas, sendo as duas primeiras para estabilização do processo e adequação de procedimentos e a última semana para realização das coletas de amostras.

### 4.2. Plano de amostragem das coletas

Experimento de delineamento em blocos casualizados foi empregado para avaliação de dois tratamentos, sistema de inspeção tradicional e baseado em risco, com blocos nos horários de coleta ao longo do turno, com intuito de identificar a influência do horário em cada sistema de inspeção e possível interação entre ambos fatores.

As coletas foram realizadas por cinco dias em carcaças inspecionadas sob sistema tradicional e cinco dias sob sistema baseado em risco, apenas no primeiro turno de produção, sempre nos horários: 5h30, 8h30, 11h30 e 14h30. Em cada horário e data foram coletadas amostras de cinco carcaças, perfazendo um total de 20 carcaças por dia por sistema de inspeção e 200 carcaças no total do experimento (Quadro 2).

Cada amostra foi destinada à laboratório externo para contagem de enterobactérias e mesófilos totais, por serem os principais indicadores de condições hiegiênico-sanitárias no processo de abate de suínos, e pesquisa para presença de *Salmonella* spp., devido caracterização como patógeno de alto risco, totalizando 600 análises laboratoriais.

As coletas foram realizadas por cinco dias por orientação do estatístico para aumentar a precisão dos dados obtidos por meio da redução da influência do dia e outros fatores não controlados nos resultados obtidos.

Quadro 2 - Plano de coletas para análise microbiológica de carcaça

Horário/Dia	Sistema Tradicional					Sistema Baseado em Risco				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
5h30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8h30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11h30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14h30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Total	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

O plano de amostragem é baseado nas diretrizes da *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF, 2011), a qual define o número de unidades a serem colhidas (n=5) por lote avaliado.

### 4.3. Procedimento de coleta de amostras

O procedimento de coleta de amostras foi realizado com base na Instrução Normativa 60 (MAPA, 2018a), abrangendo quatro pontos de cada carcaça (pernil, barriga, lombo e região axilar), completando um total de 400 cm<sup>2</sup>. O passo a passo do procedimento seguiu o disposto no panfleto “Procedimentos para coleta de amostras em superfície de carcaças de suínos (MAPA, 2019).

Os materiais utilizados para coleta foram:

- Esponja de celulose estéril e pré-hidratada em água peptonada tamponada;
- Gabarito estéril quadrado de 10 cm cada lado (área interna de 100 cm<sup>2</sup>);
- Plataforma para realização da coleta;
- Álcool 70% para higienização das mãos;
- Luvas estéreis;
- Máscara descartável filtro BFE não estéril;
- Saco plástico estéril com lacre;
- Duas caixas isotérmicas, uma para manter as amostras e outra para conter a caixa com amostras.

A esfregadura de superfície da carcaça foi realizada antes de sua entrada no resfriamento, logo após sua lavagem final e antes de qualquer intervenção com intuito de reduzir risco biológico, por meio de fricção, com uso de esponja estéril, hidratada em água peptonada e livre de biocidas. O responsável pela coleta higienizou e sanitizou suas mãos, e usou luvas estéreis e máscara. O gabarito foi utilizado para guiar o local de fricção, iniciando no pernil, seguido pelo lombo com um lado da esponja, e o outro lado da esponja para barriga e região axilar. O esfregaço foi realizado com dez movimentos no sentido horizontal e dez movimentos no sentido vertical para cada área.

Ao fim da coleta, cada esponja representa uma carcaça, perfazendo 400 centímetros quadrados desta. As esponjas foram armazenadas em sacos plásticos individuais lacrados, devidamente identificados (data, horário, turno e lote) e conservados sob refrigeração em temperatura de 1 a 8°C até seu processamento em laboratório terceirizado credenciado pelo MAPA.

Cada amostra foi avaliada por método de pesquisa para *Salmonella* spp., conforme ISO 6579 (ISO, 2017a), e quantificação de enterobactérias e mesófilos totais por método Petrifilm (AOAC INTERNATIONAL, 2019; ISO, 2017b).

Todas as amostras foram cadastradas em código de teste, não compondo ou interferindo nos ciclos de coleta do abatedouro para Instrução Normativa 60/2018. A coleta de amostras não foi critério para bloqueio das carcaças sob análise.

Caso fossem obtidos resultados acima dos máximos aceitáveis nos requisitos legais vigentes para *Salmonella* spp. e Enterobactérias, o abatedouro deveria identificar a causa e adotar ações corretivas e preventivas para restabelecer o controle do processo (BRASIL, 2018b).

#### **4.4. Análise dos resultados**

A análise estatística para presença de *Salmonella* spp. nas amostras coletadas foi realizada aplicando-se teste Exato de Fisher para comparar os dois sistemas de inspeção, por meio do procedimento FREQ do SAS (SAS INSTITUTE INC., 2012).

Para enterobactérias e mesófilos, seus resultados obtidos em UFC/cm<sup>2</sup> foram convertidos em escala logarítmica, adicionando-se o valor de um à contagem para evitar valores negativos na análise, obtendo-se como unidade de medida (UFC+1)/cm<sup>2</sup>.

Para avaliação em relação à legislação vigente, foi mantida a unidade de medida UFC/cm<sup>2</sup> e obtida média logarítmica diária dos resultados nesta unidade de medida. Para obtenção desta, primeiro realiza-se a média diária em UFC/cm<sup>2</sup> e depois obtém-se o log dessa média diária.

Devido restrição nas metodologias de contagem, obtendo-se valores <0,25 UFC/cm<sup>2</sup> para enterobactérias e >250 UFC/cm<sup>2</sup> para mesófilos, foram considerados para análise estatística os resultados de 0 e 250 UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente (ISO, 2007).

Testes de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises e Anderson-Darling foram realizados para avaliação da normalidade dos resultados.

Os tratamentos foram comparados por meio de teste de Wilcoxon, caracterizado por ser um método não paramétrico. Os horários de coleta foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Wilcoxon, quando o

primeiro apresentou resultados significativos. A análise foi realizada por meio do procedimento NPAR1WAY do SAS (SAS INSTITUTE INC., 2012).

Para garantir resultados confiáveis, todos os demais possíveis fatores foram controlados, como turno de coleta, procedimentos de higienização, responsável pela coleta, manipuladores, genética e manejo na granja de origem dos animais, considerados estes como efeito fixo do experimento.

## 5. RESULTADOS

Ao final das duas semanas de coletas, com intervalo de duas semanas entre ambas para adaptação e estabilização do processo, foram realizadas um total 195 coletas de amostras e 585 análises microbiológicas, sendo 195 análises para cada microrganismo: pesquisa para *Salmonella* spp., quantificação de enterobactérias e quantificação de mesófilos.

Ao total, 100 amostras foram coletadas para sistema tradicional, perfazendo todos os dias e horários propostos. Sob sistema baseado em risco foram coletadas 95 amostras, em decorrência da ausência de coleta no primeiro horário do sétimo dia devido falta de materiais de coleta (Tabela 1).

Tabela 1 - Coletas realizadas por análise, dia, horário e sistema de inspeção

Horário/Dia	Método Tradicional					Método Baseado em Risco				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
5h30	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5
8h30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11h30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14h30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Total	20	20	20	20	20	20	15	20	20	20

### 5.1. Frequência de ocorrência de *Salmonella* spp.

Para pesquisa de *Salmonella* spp. foram realizadas 195 análises, das quais 9 foram positivas para a bactéria, uma frequência de ocorrência de 4,61%. Quando comparados os sistemas de inspeção foi obtida frequência de 4% sob sistema tradicional e 5,3% sob sistema baseado em risco (Tabela 2).

Tabela 2 - Presença de *Salmonella* spp. distribuída nos dias e horários

Horário/Dia	Sistema Tradicional					Sistema Baseado em Risco				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
5h30	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0
8h30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11h30	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0
14h30	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Total	0	2	2	0	0	0	3	0	1	1

As nove amostras positivas ocorreram em dias e horários diferentes, não demonstrando qualquer relação aos sistemas de inspeção avaliados.

Ao empregar análise estatística por meio de teste Exato de Fisher constatou-se não diferença significativa entre os dois sistemas ( $p=0,7427$ ), aceitando-se a hipótese que não há diferença na qualidade microbiológica das carcaças para *Salmonella* spp. entre o sistema de inspeção tradicional e o sistema de inspeção baseado em risco.

Devido à baixa ocorrência entre os dias e horários, não foi realizada análise estatística para avaliação entre os horários de coleta.

## **5.2. Quantificação de enterobactérias e mesófilos**

Por meio dos testes de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises e Anderson-Darling para avaliação da normalidade dos resultados, constatou-se diferença significativa em todos, demonstrando situação de não normalidade, implicando em não indicação de realização de teste F de análise de variância.

A quantificação para bactérias da Família *Enterobacteriaceae* resultou em uma média de 0,47 log (UFC+1)/cm<sup>2</sup> para o sistema de inspeção tradicional e 0,23 log (UFC+1)/cm<sup>2</sup> para o sistema de inspeção baseado em risco. Enquanto para mesófilos, os resultados foram uma média de 1,87 log (UFC+1)/cm<sup>2</sup> e 1,55 log (UFC+1)/cm<sup>2</sup>, respectivamente. As figuras 2 e 3 ilustram a distribuição das contagens de enterobactérias e mesófilos encontradas em todas as amostras em função do sistema de inspeção aplicado.

Figura 2 - Histograma da distribuição da contagem de enterobactérias em função do sistema de inspeção aplicado

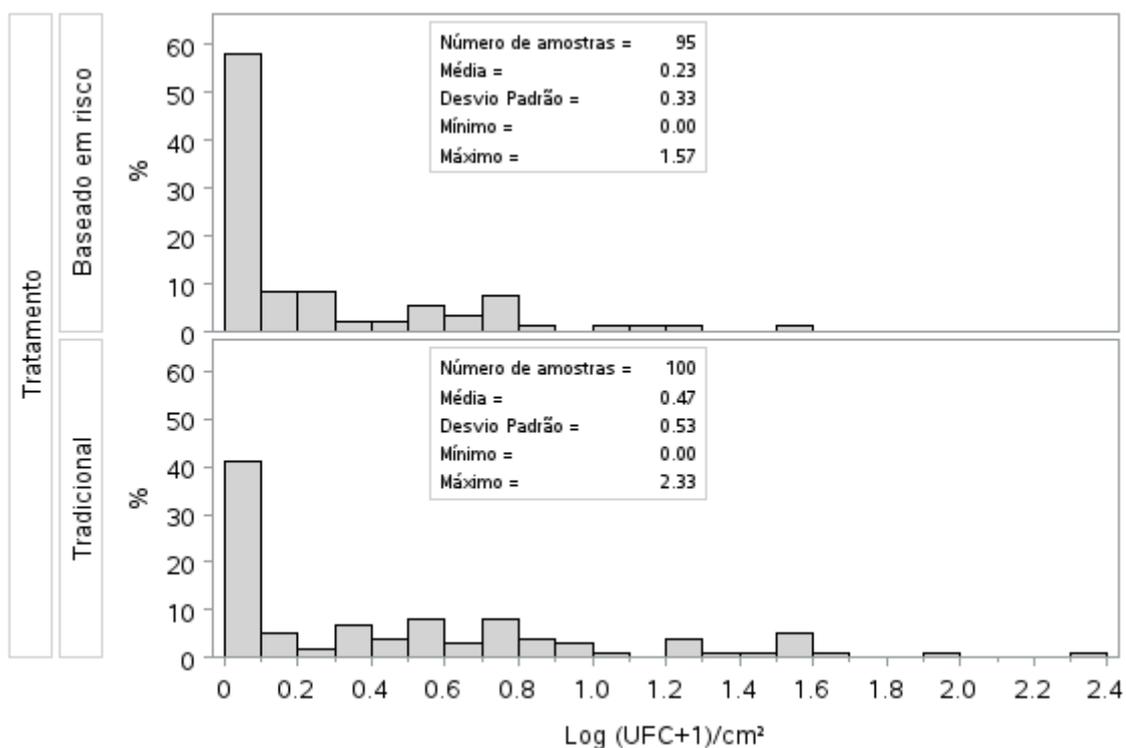
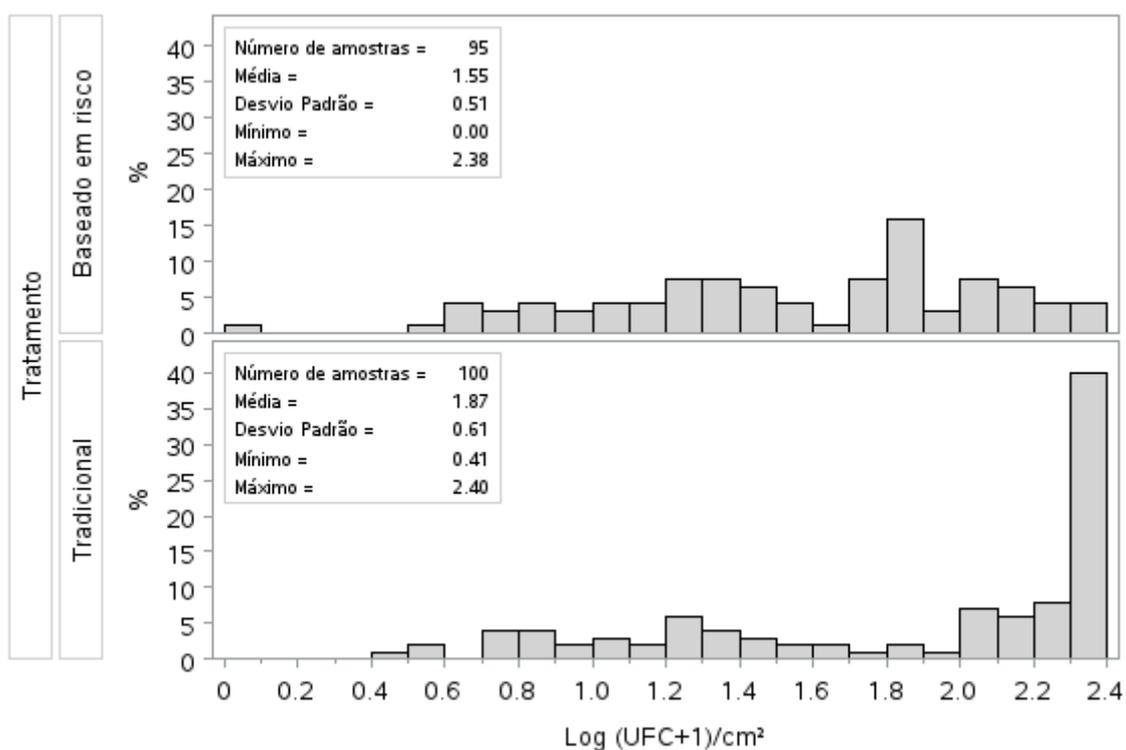


Figura 3 - Histograma da distribuição da contagem de mesófilos em função do sistema de inspeção aplicado



Tanto para enterobactérias como para mesófilos foram observadas, contagens médias inferiores na inspeção baseada em risco em relação à inspeção tradicional. Ao realizar análise estatísticas por meio do teste de Wilcoxon constatou-se diferença significativa em ambos os casos ( $p < 0,01$ ), sendo enterobactérias  $p=0,0014$  e mesófilos  $p < 0,0001$ .

Constatou-se que quase 50% das amostras coletas sob sistema de inspeção baseado em risco apresentaram resultados de contagem de enterobactérias abaixo do limite de detecção ( $< 0,25$  UFC/cm<sup>2</sup>), enquanto sob sistema de inspeção tradicional esse percentual foi de 34% (Tabela 3).

Quando avaliadas as análises de mesófilos, no sistema de inspeção tradicional foram obtidas 33% de amostras com valores superiores à contagem máxima identificada pela metodologia aplicada ( $> 250$  UFC/cm<sup>2</sup>), enquanto que no sistema de inspeção baseado em risco nenhuma amostra atingiu esse resultado (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição dos resultados de enterobactérias e mesófilos em UFC/cm<sup>2</sup>

UFC/cm <sup>2</sup>	Enterobactérias		Mesófilos	
	Tradicional	Baseado em risco	Tradicional	Baseado em risco
<0,25	34%	49,5%	0%	1,1%
Entre 0,25 e 250	66%	50,5%	67%	98,9%
>250	0%	0%	33%	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Quando feita média logarítmica total por sistema de inspeção obteve-se resultado para enterobactérias de 0,13 log UFC/cm<sup>2</sup> no sistema de inspeção tradicional e -0,23 log UFC/cm<sup>2</sup> no sistema de inspeção baseado em risco. Para mesófilos os resultados foram de 1,68 log UFC/cm<sup>2</sup> e 1,52 log UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente Tabela 4.

Tabela 4 - Médias logarítmicas diárias de enterobactérias e mesófilos

Análise	Inspeção	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia
Enterobactérias	Tradicional	0,19	0,51	-0,60	0,95	1,39
	Baseado em risco	0,38	0,25	-0,04	-0,14	0,47
Mesófilos	Tradicional	2,01	2,25	1,09	2,20	2,38
	Baseado em risco	1,83	1,46	1,46	1,94	1,91

Na Tabela 5 são apresentadas as comparações dos horários de coleta para as contagens de enterobactérias e mesófilos em cada sistema de inspeção aplicado.

Tabela 5 - Médias e erros-padrão da contagem de enterobactérias e mesófilos na superfície de carcaças suínas em função do sistema de inspeção e do horário de coleta e teste de Kruskal-Wallis.

Tratamento	Hora de coleta				Pr> $\chi^2$
	5:30	8:30	11:30	14:30	
<b>Enterobactérias – Log (UFC+1)/cm<sup>2</sup></b>					
Baseado em risco	0,063±0,042 b	0,346±0,080 a	0,165±0,046 a	0,296±0,076 a	0,0092
Tradicional	0,578±0,120	0,348±0,085	0,316±0,084	0,641±0,122	0,1407
Média	0,349±0,079	0,347±0,058	0,240±0,048	0,468±0,075	0,1560
<b>Mesófilos - Log (UFC+1)/cm<sup>2</sup></b>					
Baseado em risco	1,596±0,121	1,574±0,116	1,503±0,086	1,524±0,102	0,8448
Tradicional	1,882±0,127	1,796±0,122	1,794±0,127	2,010±0,111	0,4861
Média	1,755±0,090	1,685±0,085	1,648±0,079	1,767±0,082	0,6506

Legenda: Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem pelo teste de Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ ).

Nota-se que o horário de coleta apenas afetou a contagem de enterobactérias no sistema de inspeção baseado em risco, sendo que as 5:30 houve menor contagem do que nos demais horários. Nos demais casos não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os horários de coleta.

Quando avaliada a distribuição dos resultados de enterobactérias e mesófilos por sistema de inspeção e horário de coleta

Tabela 6), nota-se que apenas no horário das 5:30 do sistema de inspeção baseado em risco mais de 50% dos resultados se encontraram na faixa  $< 0,25$  UFC/cm<sup>2</sup>, com 80% dos resultados nessa faixa, corroborando com a diferença estatística observada na Tabela 5.

Tabela 6 - Distribuição de resultados de enterobactérias e mesófilos por sistema de inspeção e horário de coleta em UFC/cm<sup>2</sup>

Tratamento	Faixa de resultado (UFC/cm <sup>2</sup> )	Hora de coleta			
		05:30	08:30	11:30	14:30
<b>Enterobactérias</b>					
Baseado em risco	<0,25	80%	36%	48%	40%
	Entre 25 e 250	20%	64%	52%	60%
	Total	100%	100%	100%	100%
Tradicional	<0,25	32%	40%	40%	24%
	Entre 25 e 250	68%	60%	60%	76%
	Total	100%	100%	100%	100%
<b>Mesófilos</b>					
Baseado em risco	<0,25	0%	4%	0%	0%
	>250	0%	0%	0%	0%
	Entre 25 e 250	100%	96%	100%	100%
	Total	100%	100%	100%	100%
Tradicional	<0,25	0%	0%	0%	0%
	>250	32%	28%	24%	48%
	Entre 25 e 250	68%	72%	76%	52%
	Total	100%	100%	100%	100%

## 6. DISCUSSÃO

Uma completa eliminação dos riscos na produção e consumo de alimentos é uma meta impossível, sendo a análise para mitigação dos riscos essencial tanto para proteção dos consumidores quanto para a sustentabilidade do negócio. As análises microbiológicas ao longo do processo são consideradas os elementos chave para garantia da segurança do alimento (BROWN; STRINGER, 2002).

A intensificação da produção de suínos, aumento de produtividade, adoção de tecnologias, avanços no controle sanitário dos rebanhos e evolução do sistema de inspeção para mitigação de patógenos de alto risco levou à revisão de procedimentos de inspeção e de monitoramento microbiológico, culminando na atualização de requisitos legais relacionados ao tema em diversos países (KICH et al., 2019).

No caso do Brasil, a publicação de uma instrução normativa na qual estabelece redução de manipulação e incisão de carcaças e vísceras pode gerar questionamentos, visto que há décadas adotavam estes procedimentos para detecção de desvios.

O sistema de inspeção proposto é disruptivo e de certa forma educativo, pois torna imperativo que fiscais oficiais e funcionários dos abatedouros estudem sobre o tema e se adaptem à uma mentalidade voltada ao nível de risco, na maioria das vezes, invisíveis à olho nu.

No caso do presente estudo, além de demonstrar obtenção de alimentos em níveis considerados seguros em ambos sistemas de inspeção vigentes no Brasil, é possível constatar que a implementação de sistema de inspeção baseado em risco não representa comprometimento da saúde pública. Na verdade, quando avaliadas carcaças de suínos abatidas sob este sistema de inspeção, foram obtidos resultados das análises laboratoriais com menor nível de contaminação microbiológica de enterobactérias e mesófilos, quando comparado ao sistema de inspeção tradicional, mesmo que ambos estivessem dentro dos níveis aceitáveis.

Os achados, identificados pelo menor nível de contaminação microbiológica, corroboram com estudos realizados em outros países. Com base na experiência americana, é improvável que a adoção de sistema de inspeção baseado em risco, aumente a ocorrência de *Salmonella* spp., podendo até mesmo resultar em sua redução, levando ao menor número de pessoas infectadas. Em estudo conduzido pelo *Food Safety and Inspection Service (FSIS)*, constatou-se redução de 3,05 para 0,65

quando avaliadas carcaças pós resfriamento com adoção de sistema de inspeção baseado em risco (USDA, 2018b).

Na Europa e Austrália, a palpação e incisão de carcaças e vísceras foram completamente eliminadas no procedimento de inspeção por representarem meio de contaminação cruzada (AUSTRÁLIA, 2019; EUROPEAN COMMISSION, 2014a).

Estes resultados eram no mínimo esperados, visto o estabelecimento de diretrizes legais em diversos outros países, porém era fundamental essa avaliação em abatedouro brasileiro pois não foram identificados na literatura estudos microbiológicos comparativos entre os métodos de inspeção tradicional e baseado em risco.

Devido a importância do tema à saúde pública, existem diversos estudos publicados avaliando a presença de *Salmonella* sp. em carcaça de suínos em abatedouro sob sistema de inspeção tradicional (DA SILVA et al., 2018; NEITZKE; DA ROZA; WEBER, 2017; SEIXAS; TOCHETTO; FERRAZ, 2009; TEIXEIRA, 2006; ZHOU et al., 2018). O que se constata ao analisá-los é uma grande variação na ocorrência de *Salmonella* spp., de 2,19% a 29,17%, podendo estar relacionado aos diferentes métodos de detecção, amostras utilizadas e diferentes programas e fluxos para controle sanitário empregados nos abatedouros (CÊ, 2016; CORBELLINI et al., 2016; DA SILVA et al., 2018; DANTAS, 2014; SILVA et al., 2009).

Já o resultado obtido em coletas oficiais pelo MAPA de todos os abatedouros de suínos no Brasil com serviço de inspeção federal foi de 6,2% de ocorrência de *Salmonella* spp. em 2019, conforme diretrizes da Instrução Normativa 60 para controle microbiológico em abatedouros frigoríficos (MAPA, 2020). Neste estudo, o resultado obtido de 4,61% se mostra abaixo em relação aos demais abatedouros do Brasil e dentro da faixa de resultado de outros autores.

Importante ressaltar que os três principais países importadores de carne suína brasileira (China, Hong Kong e Chile), estabelecem como critério de higiene de processo para liberação de cargas os mesmos requisitos da Instrução Normativa 60 como limite máximo aceitável seis amostras positivas em 40 amostras analisadas para o microorganismo no ciclo interno coletado pelo próprio estabelecimento (BRASIL, 2014, 2020a, 2020b).

Pontualmente, nota-se uma maior positividade para *Salmonella* spp. no segundo dia de coleta do sistema baseado em risco que coincide com o relato de desvio pontual no procedimento de evisceração, seguido de correção imediata. Com

este fato, é possível inferir que o resultado de 5,3% no sistema baseado em risco poderia ter sido inferior, chegando à 2,10%, afirmando ainda maior segurança dos alimentos obtidos neste sistema de inspeção.

Já no caso das análises de enterobactérias e mesófilos, os estudos são mais escassos, podendo estar relacionado ao menor risco à saúde pública (KICH; SOUZA, 2015). Corbellini (2016) avaliou 1150 carcaças em treze abatedouros e os resultados medianos da quantificação de *Enterobacteriaceae* variaram entre 0,3 e 1,52 log UFC/cm<sup>2</sup>. Cê (2016) realizou análise de 90 carcaças após lavagem final obteve média de 1,58 log UFC/cm<sup>2</sup> para enterobactérias e 3,92 logs UFC/cm<sup>2</sup> para mesófilos.

Com isso, observou-se nesta pesquisa, resultados inferiores para estes grupos de microorganismos, demonstrando alto rigor higiênico sanitário no estabelecimento comparado a outros avaliados pelos demais autores, tanto no sistema de inspeção tradicional quanto baseado em risco.

Constatou-se a redução significativa tanto para enterobactérias quanto para mesófilos no sistema de inspeção baseado em risco é consequência da diminuição de manipulação em carcaças e vísceras por palpação e incisão, principalmente por não exposição de linfonodos e da íntegra retirada da cabeça. Considerando que todos os demais fatores foram controlados como procedimentos de higienização, manipuladores, bem como genética e manejo na granja de origem dos animais.

Além disso, é possível inferir que a diferença entre os sistemas de inspeção para mesófilos poderia ter sido maior, devido valor máximo de detecção da metodologia de análise ser 250 UFC/cm<sup>2</sup>. Ou seja, as análises obtidas com resultado >250 UFC/cm<sup>2</sup>, podem ser superiores à 250 UFC/cm<sup>2</sup>. Esta diferença entre os sistemas pode ser maior pois no sistema de inspeção tradicional foram obtidos 33% dos resultados acima do limite máximo de detecção, enquanto no sistema de inspeção baseado em risco nenhuma amostra teve este resultado.

Observou-se que em ambas análises, enterobactérias e mesófilos, os resultados obtidos das médias logarítmicas totais por sistema de inspeção e médias logarítmicas diárias se mostraram dentro dos limites máximos aceitáveis pela instrução normativa 60 (BRASIL, 2018b) e circular 130 (BRASIL, 2007).

Para referência, o nível de quantificação de enterobactérias em carcaça de suínos no Brasil é considerado aceitável até 2 log UFC/cm<sup>2</sup> da média diária, intermediário até 3 log UFC/cm<sup>2</sup> e acima inaceitável (BRASIL, 2018b). Para mesófilos a referência é aceitável até 5 x 10<sup>3</sup> UFC/cm<sup>2</sup> da média diária, intermediário até 10<sup>5</sup>

UFC/cm<sup>2</sup> e acima inaceitável, sendo apenas aplicável esse critério para exportações à União Europeia (BRASIL, 2007).

Assim como para *Salmonella* spp., os três maiores países importadores de carne suína brasileira estabelecem o mesmo critério da IN 60 para enterobactérias, sendo que para mesófilos não há restrição, exceto para exportações à União Europeia (BRASIL, 2007, 2014, 2020a, 2020b).

No Brasil, há outra recente legislação publicada em 2019, Instrução Normativa 60 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na qual são estabelecidos os limites máximos aceitáveis para *Salmonella* spp. e mesófilos. Por se tratar de metodologia de coleta de amostra diferente da instrução normativa 60 do MAPA, esta através de suabe em carcaça e aquela coleta de porção de produto acabado, não se aplica discussão quanto atendimento à da ANVISA (BRASIL, 2018b, 2019).

Quando avaliada influência do horário de coleta ao longo do turno, foi identificada diferença apenas para o horário das 5:30 no sistema baseado em risco para enterobactérias. Não foi possível identificar a causa desta diferença, porém foi constatado que o resultado é consequência da maior proporção de resultados <0,25 UFC/cm<sup>2</sup>, cerca de 80%, sendo que em nenhum outro horário ou sistema a proporção de resultados neste valor foi superior à 50% dos resultados obtidos.

Os resultados obtidos neste trabalho têm relevância à toda cadeia produtiva brasileira, pois respalda os abatedouros na adoção do novo sistema de inspeção, demonstrando maior qualidade microbiológica das carcaças suínas obtidas, dando mais segurança e confiança aos mercados e clientes em relação ao tema segurança dos alimentos.

A pesquisa apresentou suas limitações em relação aos limites mínimos e máximos detectáveis para mesófilos e enterobactérias, sendo sugerido para estudos futuros a condução de quantas diluições sejam necessárias para obtenção de resultados mais acurados. Além disso, especificamente em caráter de pesquisa científica, sugere-se, em estudos futuros, análises para identificação do sorovar de *Salmonella* spp. quando estas forem positivas, para enriquecimento da discussão comparando-se a achados de outros autores.

Outro estudo sugerido, é uma análise mais ampla dos resultados de *Salmonella* spp. e enterobactérias notificados ao MAPA de todos os abatedouros brasileiros antes e após implementação do sistema de inspeção baseado em risco.

Este sim proporcionará o real cenário do país após adoção do novo sistema de inspeção.

## 7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que a adoção de sistema de inspeção baseado em risco reduz as contagens de enterobactérias e de mesófilos quando comparado com o sistema tradicional de inspeção, garantindo resultados dentro dos limites preconizados pelo MAPA. Sugere-se que estes resultados refletem a redução da manipulação das carcaças, da menor exposição de tecidos contaminados em função da retirada da cabeça inteira e da supressão de cortes dos linfonodos da carcaça e cabeça. Para *Salmonella* spp., não é identificada diferença entre ambos sistemas de inspeção.

Assim, o presente estudo demonstrou que a inspeção com base em risco melhora os indicadores de qualidade microbiológica de carcaças de suínos, sendo indicado estudos futuros das mesmas análises após implementação do sistema de inspeção oficialmente.

## REFERÊNCIAS

ABCS; SEBRAE. **Mapeamento da suinocultura brasileira**. Brasília: SEBRAE, 2016. Disponível em: [http://abcs.org.br/wp-content/uploads/2020/06/01\\_Mapeamento\\_COMPLETO\\_bloq.pdf](http://abcs.org.br/wp-content/uploads/2020/06/01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf). Acesso em: 10 abr. 2021.

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International. AOAC Official Method 990.12. Aerobic Plate Count in Foods**. 21. ed. Rockville: AOAC International, 2019.

AUSTRÁLIA. **Food Act 2008 (WA) Fact Sheet 20: Australian Standard Alternative Equivalent Procedure - Risk-based review of routine visual inspection of pigs**, 2019. Disponível em: <https://ww2.health.wa.gov.au/-/media/Files/Corporate/general-documents/food/PDF/Factsheet-20-Visual-Inspections-of-Pigs.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria 711, de 1 de novembro de 1995. Aprovas as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1995. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-mapa-711-de-01-11-1995,755.html>. Acesso em: 10 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 3, de 17 de janeiro de 2020. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 3–10, 2000. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-03-de-2000.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Nº 130, de 13 de fevereiro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1–14, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício circular Nº 522 de 22 de julho de 2014. **Sistema eletrônico de informações**, Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 9013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem

animal, que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem . **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 77, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa, 79 de 14 de dezembro de 2018. Aprova os procedimentos de inspeção ante e post mortem de suínos com base em risco. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2018. a. Disponível em: [www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55444279/do1-2018-12-17](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55444279/do1-2018-12-17). Acesso em: 10 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa 60, de 23 de dezembro de 2018. Estabelece o controle microbiológico em carcaça de suínos e em carcaça e carne de bovinos em abatedouros frigoríficos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2018. b. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 10 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instrução Normativa Nº 60, de 23 de dezembro de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 16, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 4 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício circular Nº 243 de 09 de novembro de 2020. **Sistema eletrônico de informações**, Brasília, p. 2, 2020. a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício circular Nº 97 de 18 de maio de 2020. **Sistema Eletrônico de Informações**, Brasília, p. 2, 2020. b.

BROWN, Martyn; STRINGER, Mike. **Microbiological risk assessment in food processing**. New Your: Woodhead Publishing Limited, 2002. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=m\\_cMwApNmQ0C&oi=fnd&pg=PR15&dq=Principles+and+guidelines+for+the+conduct+of+microbiological+risk+management&ots=DH18ZJOVa\\_&sig=AdNBzD4y\\_ZSs7UA8IWwG-4mheA8&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Principles and guidelines for](https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=m_cMwApNmQ0C&oi=fnd&pg=PR15&dq=Principles+and+guidelines+for+the+conduct+of+microbiological+risk+management&ots=DH18ZJOVa_&sig=AdNBzD4y_ZSs7UA8IWwG-4mheA8&redir_esc=y#v=onepage&q=Principles and guidelines for).

CANADÁ. **Canadian, food inspection agency. Post-mortem examination program**, 2020. Disponível em: <https://www.inspection.gc.ca/food-safety-for-industry/industry-guidance/food-guidance/post-mortem-examination->

program/eng/1578083999811/1578084000263#a11. Acesso em: 17 abr. 2021.

CÊ, E. R. **Influência das etapas do processo de abate de suínos na prevalência de patógenos e níveis De microrganismos indicadores de qualidade e higiene.** 2016. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Londrina, 2016. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1665/1/LD\\_PPGTAL\\_M\\_Cê%2C Elton Rodrigo\\_2016.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1665/1/LD_PPGTAL_M_Cê%2C%20Elton%20Rodrigo_2016.pdf). Acesso em: 17 abr. 2021.

COMEXSTAT. **Exportação e Importação Geral.** Brasília, DF: COMEXTSTAT, 2020. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 11 abr. 2021.

CORBELLINI, L. G.; BIANCO, A.; COSTA, E. de F.; DUARTE, A. S. R.; ALBUQUERQUE, E. R.; KICH, J. D.; CARDOSO, M.; NAUTA, M. International Journal of Food Microbiology Effect of slaughterhouse and day of sample on the probability of a pig carcass being Salmonella -positive according to the Enterobacteriaceae count in the largest Brazilian pork production region. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 228, p. 58–66, 2016. Disponível em: <https://pdf.sciencedirectassets.com/271249/1-s2.0-S0168160516X00098/1-s2.0-S0168160516301441/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEFAaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDAKeVULVHEkV3GQlgLxxlSeFexClvGbT%2BbkJdwQUp0sAlhAI9i70uZURK4ERyg%2F7zl1jkgTsoZo8zTVmzT8W9q>. Acesso em: 17 abr. 2021.

CORBELLINI, L. G.; COSTA, E. de F.; TORRES, M.; CASTRO, S.; KICH, J. D. **Avaliação qualitativa de riscos para priorização de perigos biológicos à saúde pública na cadeia de produção de suínos industriais.** 186. ed. Concórdia: EMBRAPA: Suínos e Aves, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1082710/1/Doc186.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

DA SILVA, R. O. S.; GONÇALVES, G. G.; LAZZARI, A. M.; MULINARI, F. Prevalence of salmonella spp. In slaughtered swine in the Federal District of Brazil, as determined by the PCR technique. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, n. 0, 2018. DOI: 10.1590/1981-6723.10417.

DANTAS, Stéfani Thaus Alves. **Transferência de Salmonella Enteritidis por contaminação cruzada e formação de biofilme em diferentes superfícies de corte.** 2014. UNESP, [S. l.], 2014. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/110355/000790142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DAS, A. K.; NANDA, P. K.; DAS, A.; BISWAS, S. Hazards and safety issues of meat and meat products. *In: Food Safety and Human Health*. Londres: Elsevier Inc., 2019. p. 145–168. DOI: 10.1016/B978-0-12-816333-7.00006-0. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-816333-7.00006-0>. Acesso em: 17 abr. 2021.

EDWARDS, D. S.; JOHNSTON, A. M.; MEAD, G. C. Meat inspection: An overview of present practices and future trends. **Veterinary Journal**, Oxford, v. 154, n. 2, p. 135–147, 1997. DOI: 10.1016/S1090-0233(97)80051-2.

EFSA. Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (swine). **EFSA Journal**, Parma, v. 10, n. 9, p. 198, 2011. DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3265. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2351>. Acesso em: 17 abr. 2021.

EFSA. **Who we are, what we do**. 2020. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/aboutefsa#:~:text=It was set up in,Law - Regulation 178%2F2002>. Acesso em: 4 nov. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. **Opinion of the Scientific Committee on Veterinary Measures Relating To Public Health on Revision of Meat Inspection Procedures** **Scientific Health Opinions**, 2000. Disponível em: [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com\\_scv\\_out30\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scv_out30_en.pdf). Acesso em: 12 abr. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. Commission Regulation N° 218, de 7 março de 2014. **Official Journal of the European Union**, Bruxelas, v. 2014, n. 218, p. 95–98, 2014. a. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0218&from=EN>. Acesso em: 17 abr. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. Commission Regulation N° 219, de 7 de março de 2014. Specific requirements for post-mortem inspection of domestic swine. **Official Journal of the European Union**, Bruxelas, v. 2014, n. 219, p. 99–100, 2014. b.

FAO. Risk-based food inspection manual. **FAO food and nutrition paper**, Roma, v. 89, p. 85, 2008. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i0096e/i0096e00.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

FAO. **Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets**. Roma, 2019. a. DOI: 10.4060/cb1993en. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca4526en/ca4526en.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

FAO. **The Future of Food Safety**, 2019. b. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca4289en/CA4289EN.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

FAO. **5 steps we all must take to ensure food safety**. 2019c. Disponível em: <http://www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1194118/>. Acesso em: 11 abr. 2021.

FAO. **Technical guidance principles of risk-based meat inspection and their application**. Roma: FAO, 2019. d. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca5465en/CA5465EN.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

FAO. **Codex Alimentarius Commission - CAC**. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/policy-support/mechanisms/mechanisms-details/en/c/428581/#:~:text=The Codex Alimentarius Commission%2C established,practices in the food trade>. Acesso em: 11 abr. 2021.

FAO; WHO. Food and Agriculture Organization Assuring Food Safety and Quality: Guidelines for strengthening national food control systems. **Food and Nutrition Paper**, Roma, v. 76, p. 80, 2003. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y8705e/y8705e00.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FAO; WHO. Food safety risk analysis: a guide for national food safety authorities. **Food and nutrition paper**, Roma, v. 87, p. 50, 2006. DOI: ISBN 978-92-5-105604-2.

FDA. **FDA History**. 2020. Disponível em: <https://www.fda.gov/about-fda/fda-history>. Acesso em: 11 abr. 2021.

FOSSE, J.; SEEGERS, H.; MAGRAS, C. Prevalence and risk factors for bacterial food-borne zoonotic hazards in slaughter pigs: A Review. **Zoonoses and Public Health**, Hoboken, v. 56, n. 8, p. 429–454, 2009. DOI: 10.1111/j.1863-2378.2008.01185.x.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005, 196p. São Paulo.

GAO. **Food safety: Risk-based inspections and microbial monitoring needed for meat and poultry**. Washington, 1994. DOI: 10.1080/00431672.1994.9925335.

GRACEY, J. F. Meat / Hygiene. *In*: TRUGO, Luiz; FINGLAS, Paul M. (org.).

**Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2003. p. 3808–3812.

GUIMARÃES, D.; AMARAL, G.; MAIA, G.; LEMOS, M.; CUSTODIO, S. **Suinocultura : Estrutura da cadeia produtiva , panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do Bndes**, 2017. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11794/1/BS\\_45\\_Suinocultura\\_estrutura\\_da\\_cadeia\\_produtiva%2C\\_panorama\\_do\\_setor\\_no\\_Brasil%5B...%5D\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11794/1/BS_45_Suinocultura_estrutura_da_cadeia_produtiva%2C_panorama_do_setor_no_Brasil%5B...%5D_P.pdf). Acesso em: 17 abr. 2021.

HAMILTON, D. R.; GALLAS, P.; LYALL, L.; MCORIST, S.; HATHAWAY, S. C.; POINTON, A. M.; LESTER, S. Risk-based evaluation of postmortem inspection procedures for pigs in Australia. **Veterinary Record**, Londres, v. 151, n. 4, p. 110–116, 2002. DOI: 10.1136/vr.151.4.110.

HATHAWAY, S. C.; MCKENZIE, A. I. Postmortem meat inspection programs; separating science and tradition. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 54, n. 6, p. 471–475, 1991. DOI: 10.4315/0362-028X-54.6.471.

HERENDA, D.; CHAMBERS, P. G.; ETTRIQUI, A.; SENEVIRATNA, P.; DA SILVA, T. J. P. **Manual on meat inspection for developing countries**. Rome: FAO, 2000.

ICMSF. **International Commission on Microbiological Specifications for Foods: Microorganisms in Foods 8**. Nova York: Springer, 2011. DOI: 10.1007/978-3-319-68460-4.

ISO. **ISO 7218: Microbiology of food and animal feeding stuffs — General requirements and guidance for microbiological examinations**. 3. ed. Genebra: International Organization for Standardization, 2007.

ISO. **Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella**. 2. ed. Geneva: International Organization for Standardization, 2017. a. v. 2017 Disponível em: <https://www.sis.se/api/document/preview/921516/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

ISO. **ISO 21528-2: Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae**. Genebra: International Organization for Standardization, 2017. b.

ISO. **ISO 22000: Food safety management systems — Requirements for any**

**organization in the food chain.** Genebra: International Organization for Standardization, 2018. Disponível em: <http://www.bizna.ir/upload/emn/1593363136.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

ISO. **ISO 31000: Gestão de riscos - Princípios e diretrizes.** Rio de Janeiro: International Organization for Standardization, 2009. DOI: 10.3109/00313025.2010.494290. Disponível em: <https://gestravp.files.wordpress.com/2013/06/iso31000-gestc3a3o-de-riscos.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

JAFFEE, S.; HENSON, S.; UNNEVEHR, L.; GRACE, D.; CASSOU, E. **The Safe Food Imperative: Accelerating Progress in Low and Middle-Income Countries.** Wash: World Bank Group, 2019. v. 4 DOI: 1015969781464813450. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30568/9781464813450.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.

KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; ALBUQUERQUE, E. R.; CARDOSO, M. R. de I.; CORBELLINI, L. G.; COSTA, E. de F. **Modernização da inspeção sanitária em abatedouros de suínos-Inspeção baseada em risco: opinião científica.** 204. ed. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/200935/1/final9146.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.

KICH, J. D.; SOUZA, J. C. **Salmonella na suinocultura brasileira: do problema ao controle.** Brasília: EMBRAPA Suínos e Aves, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140876/1/final8030.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

MAPA. **Procedimentos para coleta de amostras em superfície de carcaças de suínos.** Brasília: MAPA, 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/folder\\_inspecao\\_carcaca\\_suinos\\_01-07-2019-2.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/folder_inspecao_carcaca_suinos_01-07-2019-2.pdf). Acesso em: 10 abr. 2021.

MAPA. **Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA.** Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/anuario-dos-programas-de-controle-de-alimentos-de-origem-animal-do-dipoa/anuario-dos-programas-de-controle-de-alimentos-de-origem-animal-volume-6.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2021.

MOUSING, J.; KYRVAL, J.; JENSEN, T. K.; AALBAEK, B.; SVENSMARK, B.; WILLEBERG, P. Papers and Articles postmortem meat inspection procedures in. **Veterinary Record**, Londres, p. 472–477, 1997.

NEITZKE, D. C.; DA ROZA, C. R.; WEBER, F. H. Segurança dos alimentos: Contaminação por Salmonella sp. no abate de suínos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, p. 7, 2017. DOI: 10.1590/1981-6723.6315.

NESBAKKEN, T. Update on Yersinia as a foodborne pathogen: Analysis and control. *In: Advances in Microbial Food Safety*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2015. v. 2p. 33–58. DOI: 10.1533/9781782421153.1.33. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1533/9781782421153.1.33>.

OECD. **OECD-FAO Agricultural Outlook**. Roma: FAO, 2020. Disponível em: <https://data.oecd.org/agrooutput/meat-consumption.htm>. Acesso em: 21 abr. 2021.

PACHECO, J. W.; YAMANAKA, H. T. **Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno) - série P+L**. São Paulo: CETESB, 2006. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/abate.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

QUINN, J. P.; MARKEY, B. K.; CARTER, M. E.; DONNELLY, W. C. J.; LEONARD, F. C. Microbiologia Veterinária e Doenças Infeciosas. *In: ARTMED (org.). Microbiologia Veterinária e Doenças Infeciosas*. São Paulo. v. 4p. 513.

RANDELL, A. **Codex Alimentarius: how it all began**. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/v7700t/v7700t09.htm#:~:text=The FAO%2FWHO Codex Alimentarius,back even further than 1945>. Acesso em: 11 abr. 2021.

RIESS, L. E.; HOELZER, K. Implementation of Visual-Only Swine Inspection in the European Union: Challenges, Opportunities, and Lessons Learned. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 83, n. 11, p. 1918–1928, 2020. DOI: 10.4315/JFP-20-157.

SAS INSTITUTE INC. **System for Microsoft Windows, Release 9.4**. Cary, NC, USA, 2012.

SCHULTZ, M. Rudolf Virchow. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 14, n. 9, p. 1479–1481, 2008.

SEIXAS, F. N.; TOCHETTO, R.; FERRAZ, S. M. Presença de Salmonella sp. em carcaças suínas amostradas em diferentes pontos da linha de processamento.

**Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 634–640, 2009. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/3996/4858>.

SHINOHARA, N. K. S.; BARROS, V. B. De; JIMENEZ, S. M. C.; MACHADO, E. de C. L.; DUTRA, R. A. F.; LIMA FILHO, J. L. De. Salmonella spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 5, p. 1675–1683, 2008. DOI: 10.1590/s1413-81232008000500031.

SILVA, Maria Cristina; FARIA, Givago Silva; PAULA, Daphine Ariadne Jesus De; MARTINS, Rodrigo Prado; CARAMORI, JOAO GARCIA, Junior; KICH, Jalusa Deon; COLODEL, Edson Moleta; NAKASATO, Luciano; DUTRA, Valéria. Prevalência de Salmonella sp. em suínos abatidos no Estado do Mato Grosso. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 266–268, 2009.

TEIXEIRA, S. R. **Deteção de Salmonella spp . em amostras de fezes , linfonodos e carcaças de suínos no momento do abate**. 2006. USP, São Paulo, 2006. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10134/tde-14052007-133108/publico/Solange\\_Rosa\\_Teixeira.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10134/tde-14052007-133108/publico/Solange_Rosa_Teixeira.pdf). Acesso em: 17 abr. 2021.

USDA. **Meat and Poultry Hazards and Controls Guide**, 2018. a. Disponível em: [https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/3cd0a6a5-fcff-4809-a298-030f3cd711a9/Meat\\_and\\_Poultry\\_Hazards\\_Controls\\_Guide\\_10042005.pdf?MOD=A](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/3cd0a6a5-fcff-4809-a298-030f3cd711a9/Meat_and_Poultry_Hazards_Controls_Guide_10042005.pdf?MOD=A) JPERES. Acesso em: 17 abr. 2021.

USDA. Modernization of Swine Slaughter Inspection: Proposed rule. **Federal Register**, Washington, v. 83, n. 22, p. 4780–4823, 2018. b. Disponível em: <https://www.federalregister.gov/documents/2018/02/01/2018-01256/modernization-of-swine-slaughter-inspection>. Acesso em: 17 abr. 2021.

USDA. Modernization of swine slaughter inspection: Final Rule. **Federal Register**, Washington, v. 84, n. 190, p. 52300–52349, 2019. Disponível em: <https://www.federalregister.gov/documents/2019/10/01/2019-20245/modernization-of-swine-slaughter-inspection>. Acesso em: 31 jul. 2021.

USDA. **Livestock and poultry: world markets and trade**, 2021. Disponível em: [http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.PDF](http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.PDF). Acesso em: 11 abr. 2021.

WEBBER, J. H.; DOBRENNOV, B.; LLOYD, J.; JORDAN, D. Meat inspection in the

Australian red-meat industries: Past, present and future. **Australian Veterinary Journal**, Hoboken, v. 90, n. 9, p. 363–369, 2012. DOI: 10.1111/j.1751-0813.2012.00972.x.

ZHOU, Z.; JIN, X.; ZHENG, H.; LI, J. The prevalence and load of Salmonella , and key risk points of Salmonella contamination in a swine slaughterhouse in Jiangsu province, China. **Food Control**, Oxford, v. 87, p. 153–160, 2018. DOI: 10.1016/j.foodcont.2017.12.026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.12.026>. Acesso em: 17 abr. 2021.