

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TRIÂNGULO MINEIRO - *CAMPUS* UBERABA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

FRANCIELE DE OLIVEIRA SANTOS

**PERFIL MICROBIOLÓGICO DE CARCAÇAS BOVINAS DESTINADAS AOS
MERCADOS CONSUMIDORES**

**Uberaba - MG
2025**

FRANCIELE DE OLIVEIRA SANTOS

**PERFIL MICROBIOLÓGICO DE CARCAÇAS BOVINAS DESTINADAS AOS
MERCADOS CONSUMIDORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Alimentos.

Linha de pesquisa: Segurança Alimentar.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Raghianti.
Coorientador: Prof. Dr. Otávio Augusto Martins.

**Uberaba - MG
2025**

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Referência do IFTM-
Campus Uberaba

| | |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S59p | Santos, Franciele de Oliveira. Perfil microbiológico de carcaças bovinas destinadas aos mercados consumidores / Franciele de Oliveira Santos. – 2025. 46 f.: il. |
| | Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Raghiane Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal do Triângulo Mineiro – <i>Campus</i> Uberaba, 2025. |
| | 1. Bovino. 2. Controle. 3. Legislação. 4. Microbiologia. 5. Qualidade. I. Raghiane, Fernanda. II. Título. |
| | CDD- 664.9 |

Elaborada pela Bibliotecária Rosemar Rosa -CRB6ª : registro 1.982

FRANCIELE DE OLIVEIRA SANTOS

“Perfil microbiológico de carcaças bovinas destinadas aos mercados consumidores”

FOLHA DE APROVAÇÃO – DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Data da aprovação: 28/04/2025

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

**Presidente e
Orientador(a):**

Profª. Drª. Fernanda Raghianti

IFTM - Campus Uberlândia

Membro Titular

Profª. Drª. Elaine Alves dos Santos

IFTM - Campus Uberlândia

Membro Titular

Drª. Maria Teresa Nunes Pacheco Rezende

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

Local: Google Meet link <http://meet.google.com/cfq-szfs-tqe>

FERNANDA RAGHIANTE
PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO

MARIA TERESA NUNES PACHECO REZENDE
MEMBRO EXTERNO DE BANCA DE QUALIFICAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



Documento assinado eletronicamente por ELAINE ALVES DOS SANTOS, DOCENTE PERMANENTE - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, em 20/06/2025, às 11:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://iftm.edu.br/autenticacao/> informando o código verificador **2D4967B** e o código CRC **F16E6284**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde, sabedoria e fé presentes em minha vida.

Deixo aqui meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas: Paloma do Carmo de Brito e Mariana Lessa Barbosa sem as quais o presente trabalho não teria sido possível pelo apoio e conhecimentos divididos.

Aos meus familiares, pelo amor e incentivo para desenvolvimento deste trabalho; A minha orientadora e coorientador pelos ensinamentos e sugestões.

A todos os meus professores e professoras pelo conhecimento compartilhado.

“O educador se eterniza em cada ser que educa”.
(Freire, 1996)

RESUMO

A bovinocultura de corte é uma das principais atividades do setor agropecuário brasileiro, visto que o Brasil encontra-se numa posição privilegiada no mercado internacional de carnes, estando entre os maiores exportadores de carne bovina do mundo. Para atender a alta demanda do mercado nacional e internacional, além das exigências de qualidade, é necessário que os estabelecimentos elaboradores e industrializadores de produtos de origem animal cumpram as exigências estabelecidas pela legislação sanitária. A fim de garantir a qualidade, faz-se necessário a realização de testes microbiológicos em carcaças, visando a qualidade adequada para garantir a manutenção da saúde pública. Foram analisados resultados de análises microbiológicas em carcaças bovinas nos anos de 2022 e 2023. No ano de 2022 foram analisadas 1156 amostras de carcaças bovinas para *Escherichia coli*, com resultado fora do padrão estabelecido para uma amostra, representando um percentual de desvio de 0.01 %; 240 amostras testadas para *Salmonella* spp. destinadas ao mercado interno; 120 amostras para *Salmonella* spp. destinadas ao mercado externo, ambas com resultados negativos; 120 amostras testadas para *Enterobacteriaceae* destinadas ao mercado interno dentro do padrão estabelecido, e não foram identificados desvios de contagens Mesófilos e *Enterobacteriaceae* em carcaças destinadas ao mercado externo em 120 amostras. Em 2023 todas as amostras testadas para *Escherichia coli*; *Salmonella* spp. destinadas ao mercado interno; *Salmonella* spp. destinada ao mercado externo; *Enterobacteriaceae* destinada ao mercado interno e para Mesófilos e *Enterobacteriaceae* detinados ao mercado externo, apontaram resultados dentro do padrão de acordo com o previsto nas legislações do estudo e ficou comprovado a importância do cumprimento das legislações vigentes nas indústrias de alimentos, bem como os programas de autocontrole para garantir a segurança e qualidade dos alimentos.

Palavras-chave: bovino; controle; legislação; microbiologia; qualidade.

ABSTRACT

Beef cattle farming is one of the main activities of the Brazilian agricultural sector, since Brazil is in a privileged position in the international meat market, being among the largest exporters of beef in the world. In order to meet the high demand of the national and international market, in addition to quality requirements, it is necessary that establishments that prepare and industrialize products of animal origin comply with the requirements established by health legislation. In order to guarantee quality, it is necessary to carry out microbiological tests on carcasses, aiming at adequate quality to guarantee the maintenance of public health. The results of microbiological analyses on beef carcasses were analyzed in the years 2022 and 2023. In 2022, 1156 samples of beef carcasses were analyzed for *Escherichia coli*, with a result outside the established standard for one sample, representing a deviation percentage of 0.01%; 240 samples tested for *Salmonella* spp. intended for the domestic market; 120 samples for *Salmonella* spp. destined for the foreign market, both with negative results; 120 samples tested for Enterobacteriaceae intended for the domestic market within the established standard, and no deviations in Mesophilic and Enterobacteriaceae counts were identified in carcasses intended for the foreign market in 120 samples. In 2023, all samples tested for *Escherichia coli*; *Salmonella* spp. intended for the domestic market; *Salmonella* spp. intended for the foreign market; Enterobacteriaceae intended for the domestic market and for Mesophilic and Enterobacteriaceae intended for the foreign market, showed results within the standard according to the provisions of the study legislation and the importance of compliance with current legislation in the food industry was proven, as well as self-control programs to ensure food safety and quality.

Keywords: bovine; control; legislation; microbiology; quality.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1- Imersão do swab/e esponja em solução estéril..... | 21 |
| Figura 2- Molde estéril de 100 cm ² | 21 |
| Figura 3- Coleta da amostra utilizando a esponja abrasiva..... | 22 |
| Figura 4- Amostra devidamente identificada no saco estéril de coleta..... | 22 |
| Figura 5- Molde estéril de 2,5 cm ² aplicado a carcaça..... | 23 |
| Figura 6- Saco estéril identificado..... | 24 |
| Figura 7- Coleta de porções da amostra..... | 24 |
| Figura 8- Amostra identificada..... | 25 |
| Figura 9- Pontos de coleta em carcaças bovinas..... | 26 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - | Classificação dos abatedouros frigoríficos de bovinos de acordo com o volume médio de abate | 19 |
| Tabela 2 - | Comparativos das legislações exigidas e utilizadas para análise microbiológica de carcaças..... | 20 |
| Tabela 3 - | Plano de ação oficial - Detecção de <i>Escherichia coli</i> | 35 |
| Tabela 4 - | Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) da presença de <i>Escherichia coli</i> de amostra de carne bovina comercializada no mercado interno e/ou externo nos meses dos anos de 2022 e 2023..... | 36 |
| Tabela 5 - | Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) da presença de <i>Salmonella</i> spp. em amostras de carne bovina comercializadas nos mercados interno e externo nos anos de 2022 e 2023..... | 37 |
| Tabela 6 - | Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) da presença de <i>Enterobacteriaceae</i> em amostras de carne bovina comercializadas nos mercados interno e externo nos anos de 2022 e 2023..... | 37 |
| Tabela 7 - | Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) da presença de mesófilos e <i>Enterobacteriaceae</i> em amostras de carne bovina comercializadas no mercado externo nos anos de 2022 e 2023..... | 38 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 | Objetivo geral | 14 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 14 |
| 3 | REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 3.1 | Cadeia produtiva da carne bovina | 15 |
| 3.2 | Legislações | 16 |
| 3.3 | Surtos alimentares no Brasil | 17 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 4.1 | Classificação do estabelecimento | 19 |
| 4.2 | Métodos de coletas de amostras | 19 |
| 4.2.1 | <i>Método não destrutivo</i> | 20 |
| 4.2.2 | <i>Método destrutivo</i> | 22 |
| 4.3 | Pontos de coletas em carcaças bovinas | 25 |
| 4.4 | Análises microbiológicas | 26 |
| 4.4.1 | <i>Salmonella spp.</i> | 26 |
| 4.4.2 | <i>Enterobacteriaceae</i> | 29 |
| 4.4.3 | <i>Escherichia coli</i> | 30 |
| 4.4.4 | <i>Contagem de microorganismos viáveis totais (CVT)</i> | 31 |
| 5 | ANÁLISE ESTATÍSTICA | 33 |
| 6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 34 |
| 7 | CONCLUSÃO | 40 |
| | REFERÊNCIAS | 41 |

1 INTRODUÇÃO

A implantação, o cumprimento e o monitoramento dos programas de autocontrole em indústrias de produtos de origem animal, como as Boas Práticas de Fabricação (BPF) , o Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO), a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), os Procedimentos Operacionais Padrão (POP) e os Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO) , são fundamentais para estabelecer o controle sanitário e a gestão de microrganismos patogênicos (Quartieri; Bueno, 2022).

Os Programas de Autocontrole (PAC) são requisitos obrigatórios estabelecidos pelo MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária) e pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) , funcionando como ferramentas essenciais para garantir a inocuidade e a segurança dos alimentos. Eles asseguram que os produtos estejam adequados para o consumo humano e atendam aos padrões sanitários mais exigentes. Além disso, essas práticas ajudam a prevenir a contaminação, promovendo a saúde pública e garantindo a confiança do consumidor nos alimentos produzidos (Brasil, 2020).

O mercado de importação estabelece padrões rigorosos de qualidade e higiene que os países produtores devem seguir. Em geral, a carne destinada ao mercado externo deve ser analisada quanto à presença de microrganismos patogênicos. Caso os critérios microbiológicos exigidos pelos países importadores não sejam atendidos, podem ocorrer restrições à comercialização desses produtos (Bier *et al.*, 2018).

O Sistema de Alerta Rápido para Alimentos para Consumo Humano e Animal (RASFF – *Rapid Alert System for Food and Feed*), da União Europeia (UE), foi criado para regulamentar esses produtos e garantir o fluxo de informações, permitindo uma ação rápida sempre que forem detectados riscos para a saúde pública na cadeia alimentar. Esse sistema facilita a comunicação entre as autoridades de saúde e possibilita a implementação de ações corretivas imediatas para proteger os consumidores de potenciais perigos relacionados à segurança alimentar (RASFF, 2025).

Salmonella spp. e *Escherichia coli* (*E. coli*) estão entre os agentes patogênicos de origem alimentar mais comuns, afetando milhões de pessoas anualmente, muitas vezes com consequências graves e fatais (Soares *et al.*, 2021). Os sintomas dessas infecções podem incluir febre, dor de cabeça, náuseas, vômitos, dor abdominal e diarreia.

A gravidade dos sintomas pode variar conforme a cepa do patógeno, a quantidade ingerida e a condição de saúde do indivíduo. Em casos mais graves, a infecção pode levar a complicações sérias, como desidratação ou até mesmo à morte (WHO, 2024).

No Brasil, entre os agentes etiológicos mais frequentes em surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTHA), *E. coli* ocupa a primeira posição, sendo responsável por 34,8 % dos casos. A expressiva população de bovinos no país representa um fator de risco significativo para a disseminação desse patógeno, tornando essencial o conhecimento sobre seus diferentes sorogrupos para aprimorar as estratégias de monitoramento e controle (Brasil, 2024).

A transmissão de *E. coli* para os seres humanos ocorre principalmente pelo consumo de alimentos contaminados, como carnes malcozidas e laticínios não pasteurizados, além da ingestão de água contaminada (Castro *et al.*, 2019).

Salmonella spp. é uma bactéria da família *Enterobacteriaceae*, responsável por sérias infecções alimentares. No Brasil, a prevalência de *Salmonella* spp. em alimentos não é precisamente determinada, embora sua patogenicidade seja amplamente reconhecida. Essa bactéria possui distribuição global e fácil disseminação (Franciele; Pagano, 2019).

As enterobactérias pertencem à família *Enterobacteriaceae* e estão amplamente distribuídas no meio ambiente, sendo encontradas na água, em plantas, animais e no ser humano. Os principais membros dessa família, associados à contaminação e deterioração da carne e seus subprodutos, incluem *Escherichia coli* e bactérias dos seguintes gêneros: *Salmonella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Serratia* e *Yersinia* (EFSA, 2019).

Além dos impactos econômicos na agricultura e na indústria alimentícia, essas bactérias podem causar infecções em diferentes sistemas do organismo, incluindo as vias respiratórias, o sistema nervoso central, o trato urinário, o sistema gastrointestinal e até mesmo a corrente sanguínea, representando um risco significativo para a saúde pública (Brasil, 2019).

O grupo de aeróbios mesófilos é um importante indicador da qualidade sanitária na linha de produção de alimentos, representando um desafio para a indústria devido à sua relação com as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e a implementação do programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (Rezende *et al.*, 2021). A presença elevada desses microrganismos está diretamente associada a condições higiênicas inadequadas, podendo comprometer a segurança dos alimentos e indicar falhas nos processos de higiene e manipulação (Silva *et al.*, 2020).

A segurança dos alimentos é uma responsabilidade compartilhada entre diversas autoridades nacionais e requer uma abordagem multissetorial e de saúde única, que deve ser

aplicada em todas as fases da cadeia alimentar. Isso inclui desde a produção, o processamento e o transporte até a distribuição e o consumo dos alimentos, garantindo que sejam seguros para os consumidores. A colaboração entre diferentes setores, como saúde pública, agricultura, meio ambiente e indústria alimentícia, é essencial para prevenir contaminações e garantir que os alimentos atendam aos padrões sanitários e de qualidade estabelecidos (WHO, 2024).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica de carcaças bovinas destinadas para exportação e mercado interno, de animais abatidos em um frigorífico sob inspeção federal, na região do Triângulo Mineiro. Possui grande relevância para a saúde pública, através de dados atualizados e ações corretivas/preventivas nas indústrias produtoras de carne bovina.

2.2 Objetivos específicos

Coletar dados do controle de qualidade do abatedouro frigorífico exportador referentes às análises microbiológicas realizadas em carcaças bovinas durante o período de dois anos;

Avaliar os resultados dos laudos de análise microbiológica emitidos pelos laboratórios credenciados, bem como realizar as medidas corretivas e preventivas e também planos de ações no caso de não conformidade dos resultados e a correta destinação dos produtos envolvidos;

Analisar pelo período de dois anos a estabilidade microbiológica de carcaças bovinas quanto aos limites aceitáveis de resultados para *Salmonella* spp., Contagem de mesófilos aeróbios (CTV), *Enterobacteriaceae* e *Escherichia coli*;

Verificar o atendimento aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação Brasileira e Europeia para o controle sanitário de carcaças bovinas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cadeia produtiva da carne bovina

A carne destinada aos mercados externo e interno deve ser examinada quanto à presença, ausência ou limite aceitável de microrganismos patogênicos. Concomitantemente, a comercialização de carne bovina in natura deve atender aos requisitos microbiológicos determinados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, bem como às Boas Práticas de Fabricação (Brasil, 2019).

Para atender à alta demanda do mercado internacional, além das exigências de um produto de qualidade, é essencial que os estabelecimentos de produtos de origem animal cumpram as normas estabelecidas pela legislação sanitária (Bier *et al.*, 2018).

O abate de bovinos no Brasil registrou um aumento significativo de 24,1 % no ano de 2024. No primeiro trimestre de 2024, foram abatidas 9,24 milhões de cabeças de bovinos sob inspeção sanitária, representando um crescimento de 24,1 % em comparação com o mesmo período de 2023 e um aumento de 0,9 % em relação ao quarto trimestre de 2023. A produção de 2,38 milhões de toneladas de carcaças bovinas nesse período apresentou um incremento de 23,6 % em relação ao primeiro trimestre de 2023, embora tenha registrado uma leve retração de 2,1 % em relação ao último trimestre de 2023. Esses números ressaltam a importância da pecuária bovina para o Produto Interno Bruto (PIB) do país, consolidando o Brasil como um dos principais exportadores de carne bovina do mundo (IBGE, 2024).

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), o Brasil atingiu um novo recorde em 2023 no volume de carne bovina exportada, totalizando 2,29 milhões de toneladas enviadas para mais de 157 países. Esse desempenho gerou um faturamento de US\$ 10,55 bilhões, consolidando o país como um dos líderes no setor (ABIEC, 2024).

Com o maior rebanho comercial do mundo, estimado em 197,2 milhões de cabeças, o Brasil mantém a carne in natura como seu principal produto exportado, representando cerca de 90 % do total. A agropecuária foi um dos principais responsáveis pelo superávit da balança comercial brasileira, que totalizou US\$ 74,6 bilhões (Guedes; Centurion, 2025).

Esse cenário reforça o rigoroso controle sanitário adotado pelo Brasil, garantindo que a carne atenda aos mais altos padrões internacionais. A China permaneceu como o principal destino da carne bovina brasileira, absorvendo 54,4 % das exportações, seguida pelos Estados Unidos e pela União Europeia (ABIEC, 2024).

De acordo com as projeções, estima-se que a produção mundial de carne aumente em 41 milhões de toneladas, atingindo um total de 382 milhões de toneladas até 2030 (Malafaia *et al.*, 2021).

Esse aumento reflete o crescimento da demanda por carne, impulsionado pelo aumento da população global, mudanças nos hábitos alimentares e a expansão da classe média em várias partes do mundo, especialmente na Ásia. Esse crescimento terá implicações importantes para a indústria alimentícia, a sustentabilidade ambiental e as questões relacionadas à segurança alimentar (OECD; FAO, 2023).

3.2 Legislações

Dentre as principais legislações que regulamentam a carcaça bovina, destaca-se a Instrução Normativa nº 60, de 20 de dezembro de 2018, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Essa normativa estabelece o controle microbiológico de carcaças em abatedouros frigoríficos, com o objetivo de avaliar a higiene dos processos e reduzir a prevalência de agentes patogênicos. Esta legislação define limites aceitáveis para a presença de *Salmonella* spp. e *Enterobacteriaceae*, garantindo padrões sanitários adequados e contribuindo para a segurança dos alimentos de origem animal. Essas diretrizes são fundamentais para aprimorar a qualidade microbiológica das carcaças e minimizar os riscos de contaminação ao longo da cadeia produtiva (Brasil, 2018).

A Circular nº 11, de 2023, da União Europeia determina que o Brasil implemente e atenda aos critérios microbiológicos estabelecidos pelo Regulamento (CE) 2073/2005 para o monitoramento de carcaças bovinas. Para cumprir os requisitos sanitários exigidos pela União Europeia e garantir a certificação internacional, todos os estabelecimentos brasileiros habilitados para exportação de carne bovina a esse bloco devem adotar o monitoramento microbiológico das carcaças, que inclui a contagem de aeróbios mesófilos (CTV), *Enterobacteriaceae* e *Salmonella* spp., assegurando padrões sanitários rigorosos e a segurança do produto exportado (Circular, 2023; Europa, 2005).

A Circular nº 1058, de 2008, e Circular nº 835, de 2006, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) determinam a realização de análises microbiológicas em carcaças bovinas para a detecção de *Escherichia coli*. Além disso, essas circulares estabelecem a frequência das análises com base no volume de produção e abate, seguindo as diretrizes da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC). Essas normas visam assegurar a segurança dos alimentos

e o controle da qualidade microbiológica das carcaças, atendendo aos padrões exigidos para a produção e exportação de carne bovina (Brasil, 2008; Brasil, 2006).

3.3 Surtos alimentares no Brasil

O Sistema de Vigilância Epidemiológica de Doenças Transmitidas por Alimentos (SISVAN) registrou 1.162 surtos de doenças transmitidas por alimentos entre 2014 e 2023, resultando em 31 óbitos durante esse período (Brasil, 2024).

Hábitos higiênicos inadequados favorecem tanto o surgimento quanto a manutenção das Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), além de contribuírem para a disseminação crescente de patógenos associados a surtos (Antônio; Carvalho; Antônio, 2021). A maioria desses surtos está relacionada ao consumo de produtos cárneos crus ou malcozidos, sendo que a contaminação pode ocorrer durante o processo de abate, especialmente em decorrência de falhas nas etapas de esfola, evisceração e oclusão do reto (WHO, 2022).

A indústria alimentícia de produtos de origem animal tem a responsabilidade de garantir a qualidade, segurança e sanidade dos produtos que oferece aos consumidores. A qualidade no processamento das matérias-primas, produtos e subprodutos de origem animal é de suma importância para o controle da saúde animal e do consumidor. Além disso, a não implantação correta dos Programas de Autocontrole (PACs) compromete a qualidade e a segurança alimentar dos produtos, aumentando o risco de veiculação de doenças transmitidas por alimentos, com relevância para a saúde pública (Silva *et al.*, 2024).

Segundo Alves (2020), um programa de autocontrole em uma empresa alimentícia é composto por várias partes, cada uma garantindo a segurança e a qualidade dos alimentos. Os PACs devem ser desenvolvidos, implantados, monitorados e verificados pela Garantia da Qualidade. O serviço de inspeção realiza a verificação oficial desses programas, tanto *in loco* quanto documental, assegurando o controle do processo.

A produção de alimentos seguros é um dos maiores desafios globais, pois é essencial garantir que não prejudiquem a saúde dos consumidores. Isso envolve a inspeção de produtos de origem animal, a segurança da saúde pública e a colaboração entre economias sociais e políticas, que são responsáveis pelo controle das condições sanitárias e técnicas na indústria de produtos de origem animal (Santos *et al.*, 2019).

Os microrganismos comensais habitam o trato gastrointestinal dos bovinos e, por isso, as práticas e tratativas adotadas durante o processo produtivo são fundamentais para garantir a qualidade dos produtos (Sy; Tree, 2020).

Os cuidados adotados exigem o controle desde o início do processo, no banho dos animais, seguindo a remoção completa de sujidades aderidas à pele. Todo o processo de esfola deve ser monitorado e realizado seguindo as normas de PSO – Procedimentos Sanitários Operacionais, a fim de reduzir a carga microbológica que possa ainda estar presente na pele do animal e nos utensílios de trabalho (Papaet; Toledo, 2023).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Classificação do estabelecimento

Para determinar a quantidade de amostras coletadas para análise, foi verificado o histórico de resultados das análises microbiológicas de *E. Coli*, contagem total viável, *salmonela* spp. e enterobactérias no período de 2022 a 2023, utilizando-se a frequência de amostragem baseada na classificação do estabelecimento e os resultados obtidos através do teste “t” Tukey. Essa classificação considera o volume médio diário de abate do frigorífico, conforme descrito na Tabela 1.

O frigorífico onde este estudo foi realizado é exportador e classificado como 'muito grande' (>800), com capacidade para abater 1.200 animais por dia de produção, atendendo tanto ao mercado interno quanto ao externo.

Tabela 1 - Classificação dos abatedouros frigoríficos de bovinos de acordo com o volume médio de abate

| Classificação dos abatedouros | Volume médio de abate de bovino/dia |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Pequeno (p) | ≤200 |
| Médio (m) | 201-500 |
| Grande (g) | 501-800 |
| Muito grande (gg) | >800 |

Fonte: Europa, 2005

4.2 Métodos de coleta de amostras

Todos os procedimentos de coleta foram realizados de acordo com as legislações vigentes dos países importadores e apresentados mensalmente ao serviço de inspeção federal do frigorífico, acompanhados dos respectivos laudos e gráficos. As coletas foram conduzidas por profissionais treinados e aptos para a função.

Existem duas metodologias utilizadas para a coleta de amostras em carcaças: o método destrutivo e o não destrutivo. A escolha do método de coleta, sua frequência, os microrganismos pesquisados e a quantidade de amostras por ponto seguem as exigências de cada legislação, conforme o mercado a ser atendido (interno ou externo). Esses dados estão compilados na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 - Comparativos das legislações exigidas e utilizadas para análise microbiológica de carcaças

| Microrganismos | Mercado | Método | Frequência de coleta | Quantidade de amostras por ponto | Pontos de coleta |
|---------------------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------------------------|------------------|
| <i>Salmonella</i> spp. | Interno ^b | Não destrutivo | Semanal | 5 amostras | 4 ^e |
| | Externo ^c | | Quinzenal | | |
| <i>Enterobacteriaceae</i> | Interno ^b | Não destrutivo | Quinzenal | 5 amostras | 4 ^e |
| | Externo ^c | Destrutivo | | | |
| <i>E. coli</i> | Externo ^d | Não destrutivo | Diária | 1 amostra a cada 300 animais | 3 ^f |
| CVT ^a | Externo ^c | Destrutivo | Quinzenal | 5 amostras | 4 ^e |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Nota: ^aContagem de microrganismos viáveis totais; ^bInstrução Normativa nº 60 de 20/12/2018; ^cCircular nº 11/2023/CGCOA/DIPOA/SDA/MAPA e Regulamento (CE) 2073-2005; ^dCircular nº 1058/2008 e Circular nº 835/2006/CGPE/DIPOA; ^ealcatra, vazio, peito e pescoço; ^falcatra, peito e pescoço.

4.2.1 Método não destrutivo

O método não destrutivo consiste na coleta de amostras da superfície das carcaças sem causar danos, conforme as etapas descritas a seguir, em conformidade com as normas regulamentares instrução Normativa nº 60, de 20/12/2018; Circular nº 1058/2008; Circular nº 835/2006; Circular nº 11/2023 (Brasil, 2018; Brasil, 2008; Brasil, 2006; Circular, 2023).

As carcaças foram separadas e selecionadas após a etapa de lavagem final e antes da entrada no resfriamento e para *E. coli* após o resfriamento, as carcaças foram direcionadas para a amostragem em local apropriado e a execução do procedimento de colheita; usou-se moldes delimitadores de papel esterilizados de área (100 cm²) e sacos estéreis devidamente identificados que ficaram disponíveis para o acondicionamento das amostras.

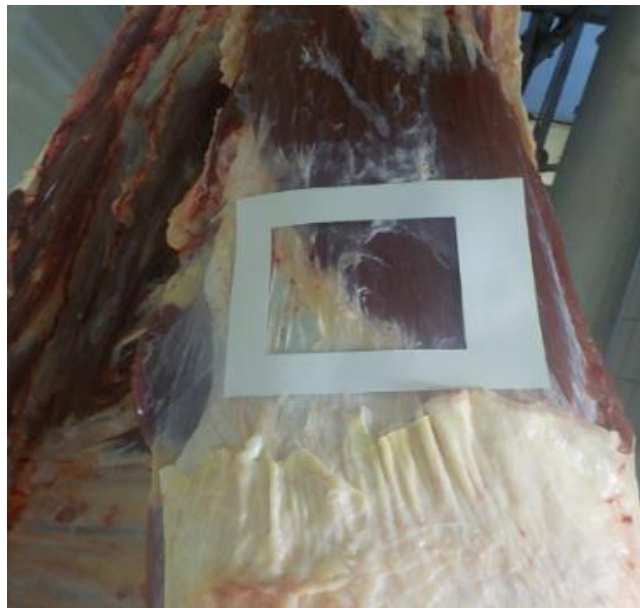
O swab/esponja foi umedecido em solução estéril de 0,1 % de peptona + 0,85 % de NaCl por cerca de cinco segundos (Figura 1); o molde foi alocado sobre o primeiro ponto a ser amostrado, aplicando a maior pressão possível e logo em seguida, o swab/esponja foi friccionado por toda a área delimitada pelo molde, por tempo não inferior a 20 segundos, iniciando o procedimento no sentido vertical, depois esfregando horizontalmente e, por fim, no sentido diagonal (Figuras 2 e 3); as amostras foram acondicionadas individualmente, em sacos estéreis, e mantidas sob refrigeração entre 1 °C a 8 °C até o momento da análise laboratorial (Figura 4); as amostras foram analisadas em até 24 horas após coletadas.

Figura 1- Swab/e esponja em solução estéril



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

Figura 2- Molde estéril de 100 cm²



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

Figura 3- Amostra utilizando a esponja abrasiva



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

Figura 4- Amostra devidamente identificada no saco estéril de coleta



Fonte Elaborada pelo autor, 2023

4.2.2 Método destrutivo

É o método utilizado para fazer a coleta por meio da retirada de pequenos pedaços em áreas delimitadas da superfície das carcaças após o resfriamento, de acordo com a Circular nº 11 de 2023 (Circular, 2023). Para tal, as carcaças foram separadas e selecionadas para a

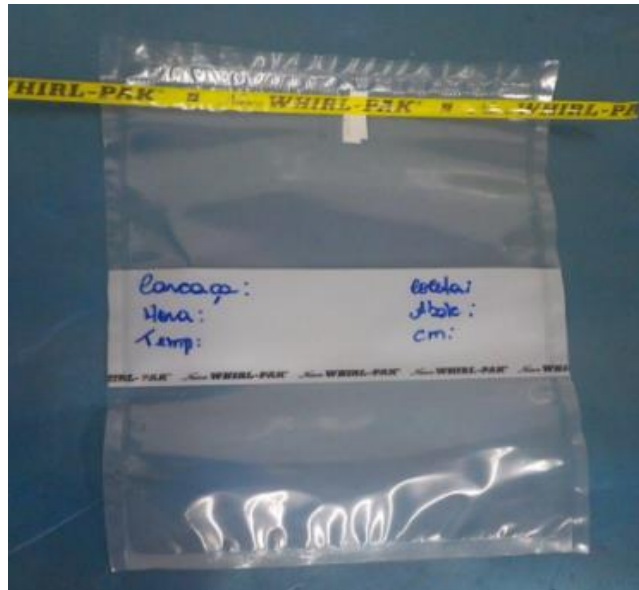
amostragem em local apropriado para a execução dos procedimentos de coletas; os moldes delimitadores de papel estéreis de área conhecida (2,5 cm²) e os sacos estéreis devidamente identificados, ficaram disponíveis para o acondicionamento das amostras (Figuras 5 e 6) e com a ajuda de um bisturi e ou faca e pinça estéreis, foram retiradas porções do músculo de espessura não superior a 5 mm (Figura 7), em pontos previamente estabelecidos nas carcaças (alcatra, vazio, peito e pescoço). Após a retirada das porções de músculo os mesmos foram acondicionados em um único recipiente de amostra (saco estéril (Figura 8), sob refrigeração entre 1 °C a 8 °C até o momento da análise laboratorial. As amostras foram analisadas em até 24 horas após coletadas.

Figura 5- Molde estéril de 2,5 cm² aplicado à carcaça



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

Figura 6- Saco estéril identificado



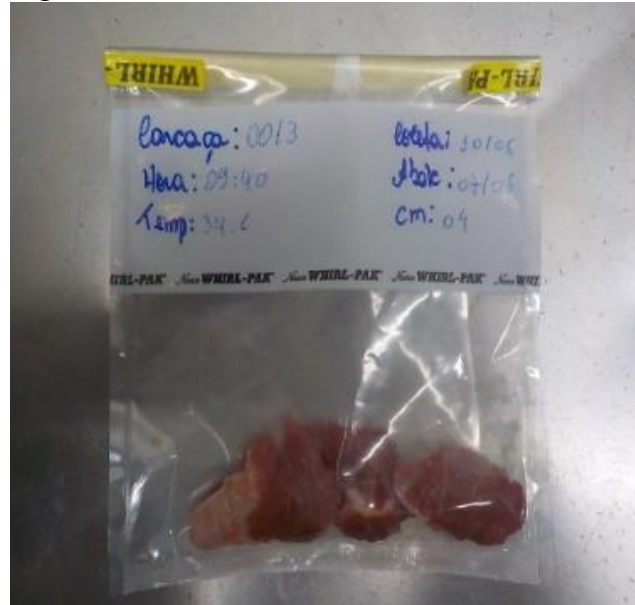
Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

Figura 7- Coleta de porções da amostra



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

Figura 8- Amostra identificada

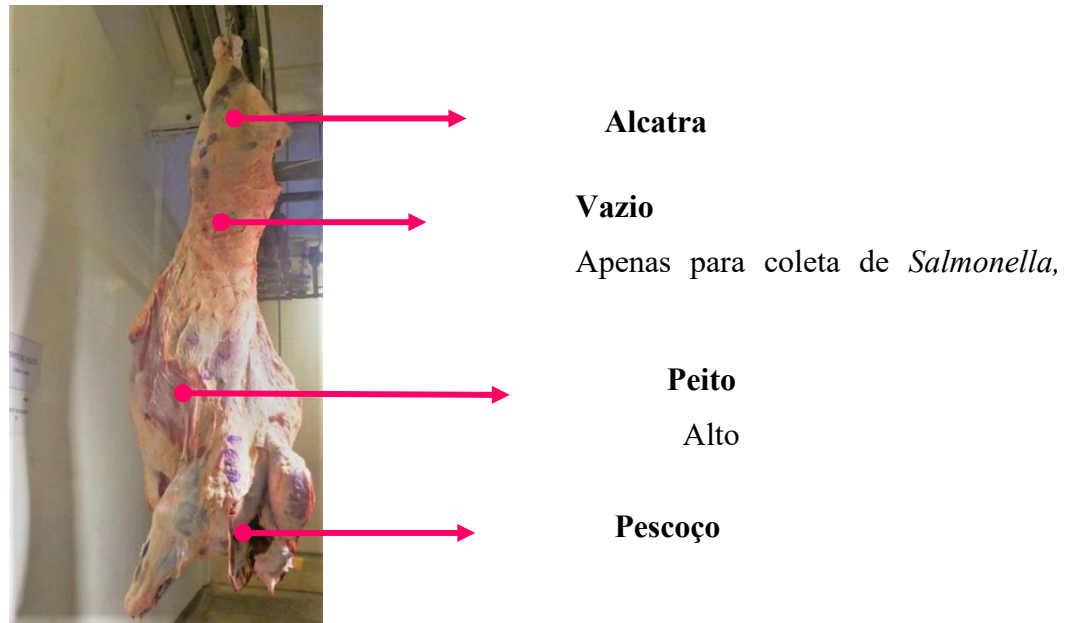


Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

4.3 Pontos de coleta em carcaças bovinas

Os pontos de coleta de amostras, tanto pelo método destrutivo quanto pelo não destrutivo, abrangeram quatro regiões da superfície das carcaças bovinas: alcatra, vazio, peito e pescoço. No entanto, para a coleta de *E. coli*, foram amostrados apenas três pontos: alcatra, peito e pescoço, conforme determinado pelas Circulares nº 1058/2008 e nº 835/2006, além das diretrizes da AOAC para amostragem em 300 cm². A distribuição dos pontos de coleta está demonstrada na Figura 9.

Figura 9- Pontos de coleta em carcaças bovinas



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Nota: Seguindo o que define a Instrução Normativa nº 60 de 20/12/2018, Circular 11/2023, Circular nº 1058/2008 e Circular nº 835/2006/CGPE/DIPOA.

4.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas em laboratório de referência, seguindo metodologias oficiais (Silva *et al.*, 2021), descritas a seguir.

4.4.1 *Salmonella* spp.

Foram utilizados os métodos da ISO 6579-1 para presença/ausência de *Salmonella* spp. em alimentos. O método consiste em etapas de pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo, plaqueamento diferencial, seleção das colônias e purificação das culturas, confirmação bioquímica e sorológica, descritas a seguir.

- a. Pré-enriquecimento: homogeneização de 25 gramas de amostra em 225 mL de Água Peptonada Tamponada (APT) seguida de incubação a 37 ± 1 °C/ 18 ± 2 h.
- b. Enriquecimento seletivo: após agitação cuidadosa do frasco de pré-enriquecimento (APT) e foram transferido 0,1 mL para 10 mL de Caldo Rappaport-Vassilidis Soja (RVS) e 1 mL para 10 mL de Caldo Tetrionato Muller Kauffmann Novobiocina (MKTTn). Em seguida foram incubados o Caldo RVS a $41,5 \pm 1$ °C/ 24 ± 3 h e o Caldo MKTTn a 37 ± 1 °C/ 24 ± 3 h.

c. Plaqueamento diferencial: de cada cultura em RVS, foram estriado uma alçada (estrias de esgotamento) em Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e uma alçada em um segundo meio, de livre escolha do laboratório. Esse procedimento foi repetido com o caldo MKTTn. As placas de XLD foram incubadas invertidas, a 37 ± 1 °C/ 24 ± 3 h. As placas do segundo meio opcional foram incubadas de acordo com a orientação do fabricante.

d. Seleção das colônias e purificação das culturas para a confirmação: após o período de incubação, foi verificado o desenvolvimento de colônias típicas de *Salmonella* spp. nos meios de plaqueamento diferencial. No ágar XLD as colônias típicas são cor de rosa escuro, com centro preto e uma zona avermelhada levemente transparente em redor. Cepas de *Salmonella* H₂S fortemente positivas podem produzir colônias com centro preto grande e brilhante, ou mesmo inteiramente pretas. Cepas de *Salmonella* spp. H₂S negativas produzem colônias cor de rosa com centro rosa mais escuro, mas não preto. Cepas de *Salmonella* spp. lactose positivas produzem colônias amarelas com ou sem centro preto. No segundo meio de plaqueamento, foram observadas as orientações do fabricante para verificar as características típicas das colônias de *Salmonella* spp. No fundo de cada placa inoculada, foram marcadas cinco colônias típicas para a confirmação e, se houver menos de cinco, todas foram marcadas. Uma das colônias marcadas foi selecionada e submetida à confirmação e, se o resultado dessa for negativo, outras serão submetidas à confirmação.

e. Confirmação bioquímica: foi feita utilizando-se os testes de crescimento em ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI); teste de urease; teste de lisina descarboxilase (LIA); teste de Voges-Proskauer (VP); teste de indol e teste de β-galactosidase.

e.1) TSI: com uma agulha de inoculação, foram inoculadas cada cultura em um tubo inclinado de TSI, por picada e estrias na rampa. Os tubos foram incubados a 37 ± 1 °C/ 24 ± 3 h, com as tampas ligeiramente afrouxadas, para manter condições aeróbicas e prevenir a excessiva produção de H₂S. Foi observado se havia ocorrência de reação típica de *Salmonella* spp.: rampa alcalina (vermelha), fundo ácido (amarelo) com produção de gás (bolhas ou rachaduras no meio de cultura), com ou sem produção de H₂S (escurecimento ou não do meio no fundo).

e.2) Urease: foi inoculado cada cultura em um tubo de Ágar Uréia de Christensen inclinado (estrias na rampa). Os tubos foram incubados a 37 ± 1 °C/ 24 ± 3 h e observado a ocorrência de viragem alcalina do indicador, com alteração da cor do meio de pêssego para cor de rosa escuro (teste positivo), ou permanência do meio na cor original (teste negativo), conforme observado na amostra analisada.

e.3) LIA: Foi inoculado cada cultura em um tubo de Caldo Descarboxilase 0,5 % L-Lisina, logo abaixo da superfície do líquido. Foi incubado a 37 ± 1 °C/ 24 ± 3 h e observado se ocorreu

turvação com viragem alcalina do indicador, alterando a cor do meio para roxo azulado (teste positivo) ou viragem ácida para amarelo (teste negativo). A maioria das salmonelas são lisina-positivas, mas as cepas do sorotipo Paratyphi são negativas.

e.4) Teste de Voges-Proskauer: foram inoculados cada cultura em um tubo com 3 mL de caldo VM-VP e incubar a 37 ± 1 °C/24 \pm 3 h. Após a incubação, foi adicionado ao tubo os Reagentes de VP: duas gotas de solução aquosa 0,5 % de creatina monohidrato, três gotas de solução de α -naftol 5 % e duas gotas de solução de KOH a 40 %, nesta sequência e agitando o tubo entre um reagente e outro. O desenvolvimento de uma cor rosa escuro ou vermelha no meio de cultura, no intervalo de 15 min, indica teste positivo. O não desenvolvimento da cor rosa ou vermelha indica teste negativo. As salmonelas são VP negativas.

e.5) Teste de Indol: foram inoculados cada cultura em um tubo com 5 mL de Caldo Triptona 1 % suplementado com 1g/L de DL-Triptofano e incubado a 37 ± 1 °C/24 \pm 3 h. Após a incubação adicionado para cada 5 mL de cultura, 1 mL do Reagente de Kovacs para teste de indol e observado se houve desenvolvimento de um anel vermelho-violeta na superfície do meio de cultura (teste positivo), ou se o anel permanece amarelado, cor do reagente de Kovacs (teste negativo). A maioria das cepas de *Salmonella* são indol-negativas.

e.6) Teste de β -galactosidase: Uma alçada de cada cultura foi suspensa em um tubo com 0,25 mL de solução salina a 0,85 % estéril, sendo adicionado a esse tubo uma gota de tolueno e incubado em seguida em banho a 37 ± 1 °C/5 min, após agitação. Posteriormente, foi adicionado ao tubo 0,25 mL do reagente de β -galactosidase (orto-nitrofenil-b-D-galactopiranosídeo, ONPG) e incubar em banho a 37 ± 1 °C/24 \pm 3 h, após agitação, examinando periodicamente. O desenvolvimento de uma cor amarela no líquido, geralmente no intervalo de 20 min, é indicativa de teste positivo. A maioria das cepas de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* são negativas.

f. Confirmação sorológica:

f.1) Detecção dos antígenos somáticos (poli O): Dois quadrados de aproximadamente 2 cm² foram marcados em uma lâmina de vidro, usando um lápis de marcar vidro de material hidrofóbico. Uma gota de solução salina a 0,85 % estéril foi colocada em um dos quadrados e uma gota de anti-soro somático polivalente anti-*Salmonella* no outro. Uma parte da colônia suspeita foi emulsionada na gota de solução salina e outra parte na gota de anti-soro. Segurando a lâmina contra um fundo preto bem iluminado, foram feitos movimentos sutis de inclinação e rotação da lâmina, para movimentar a emulsão, observando se ocorre aglutinação no quadrado com o anti-soro. A aparência da emulsão foi comparada com o quadrado com salina (controle negativo), para não confundir a aparência turva da emulsão com reação de

aglutinação. Eventualmente poderá ocorrer aglutinação em ambos os quadrados, indicação de que a cepa é auto-aglutinante. Essas cepas não precisarão ser submetidas a outros testes sorológicos.

f.2) Detecção do antígeno Vi: o procedimento foi o mesmo descrito para os antígenos somáticos, substituindo o anti-soro polivalente somático pelo Vi.

f.3) Detecção dos antígenos flagelares (poli H): foi inoculado cada cultura em um tubo de Ágar Nutriente semi sólido (0,4 % de ágar) não inclinado e incubado a 37 ± 1 °C/ 24 ± 3 h. A partir dessa cultura, foi realizado o teste de aglutinação em lâmina, da mesma forma descrita para o teste sorológico somático, substituindo o anti-soro somático pelo anti-soro flagelar polivalente anti-*Salmonella*.

4.4.2 *Enterobacteriaceae*

Para a enumeração de *Enterobacteriaceae* por grama de amostra foi utilizado o método da ISO 21528-2. Para tanto, foi pesado 25 gramas da amostra e acrescentado 225 mL de APT. Após homogeneização, foram realizadas diluições seriadas. A partir das diluições, foi inoculado 1 mL de cada diluição em placas e acrescentado Ágar Vermelho Violeta Bile com Glicose (VRBG) para *Enterobacteriaceae*. Foram utilizados a técnica de plaqueamento (Pour Plate) em profundidade acrescentando 10 mL de meio. Após a completa solidificação do ágar, foi coberta com uma sobrecamada de 15 mL do mesmo meio. As placas foram incubadas na posição invertida, a 30 ± 1 °C/ 24 ± 2 h. Foi utilizada a temperatura de 37 °C quando as análises tivessem como finalidade a avaliação da contagem de *Enterobacteriaceae* como indicador de higiene. Alternativamente, as placas foram incubadas a 30 ± 1 °C, quando a contagem foi feita com finalidade tecnológica, com a inclusão de enterobactérias psicrotóficas, como é o caso do presente estudo, pois se tratam de amostras sob refrigeração.

Para a quantificação, foram selecionadas placas com contagens entre 15 e 150 colônias (conforme preconizado na metodologia oficial) e, de cada placa, foram escolhidas cinco colônias típicas para a confirmação (se houvessem menos de cinco colônias em alguma placa, selecionou-se todas). As colônias típicas de *Enterobacteriaceae* no VRBG são vermelho púrpura, com 0,5 mm ou mais em diâmetro, rodeadas por um halo avermelhado de precipitação de sais biliares. Em placas muito cheias as colônias são menores, não atingindo 0,5 mm. Algumas *Enterobacteriaceae* provocam descoloração das colônias ou do meio de cultura. Portanto, se não for observada a presença de colônias vermelhas, essas colônias esbranquiçadas foram selecionadas para confirmação. A partir de cada colônia selecionada,

foi coletada uma alçada da cultura (estrias de esgotamento) em uma placa de Agar Nutriente (NA) e as placas incubadas a $37 \pm 1^\circ \text{C}/24 \pm 2 \text{ h}$. Uma colônia bem isolada foi selecionada para os testes de confirmação descritos a seguir:

a. Teste de oxidase: Foi colocado um disco ou fita de papel de filtro no interior de uma placa de Petri, embebendo o centro do papel com o reagente de Kovacs para teste de oxidase (solução aquosa 1 % de cloridrato de N,N,N,N-tetrametil-p-fenilenodiamina). Com uma alça de platina coletou-se uma pequena quantidade da colônia que foi espalhada sobre o reagente no papel, observando se ocorreu o desenvolvimento de uma cor azul intensa, em aproximadamente dez segundos (teste positivo). O não-desenvolvimento da cor azul no intervalo de dez segundos foi indicativo de teste negativo. *Enterobacteriaceae* são oxidase negativas.

b. Teste de fermentação da glicose: Com uma agulha de inoculação, foi inoculado cada cultura em um tubo de Ágar Glicose (não inclinado), por picada. Os tubos foram incubados a $37 \pm 1^\circ \text{C}/24 \pm 2 \text{ h}$, com as tampas ligeiramente afrouxadas, para manter condições aeróbicas. Crescimento com viragem para amarelo (viragem ácida do indicador) foi indicativo de fermentação da glicose. Crescimento sem alteração da cor do meio para amarelo foi indicativo de não fermentação da glicose. *Enterobacteriaceae* fermentam a glicose.

Para o cálculo dos resultados, foi considerado como confirmadas todas as culturas oxidase positivas que fermentarem a glicose. O cálculo os resultados foi realizado seguindo a fórmula: $\text{UFC.g}^{-1} = \sum a / [v \cdot (n1 + 0,1 \cdot n2) \cdot d]$

Onde:

a = (b.C/A) sendo,

C = número total de colônias presentes em cada placa selecionada para contagem,

A = número de colônias submetidas à confirmação (geralmente cinco)

b = número de colônias confirmadas, dentre as que foram submetidas à confirmação;

v = volume inoculado em cada placa;

n1 = número de placas contadas da primeira diluição selecionada;

n2 = número de placas contadas da segunda diluição selecionada;

d = primeira diluição retida para contagem ($100 = 1$; $10^{-1} = 0,1$; $10^{-2} = 0,01$ e assim por diante).

4.4.3 *Escherichia coli*

A quantificação de *E. coli* foi realizada seguindo o método AOAC Official Methods 991.14 e 998.08, para coliformes totais e *E. coli* em alimentos. Para tanto, foi retirada uma alíquota de 25 gramas de amostra adicionada em 225 mL de solução tampão fosfato e realizada diluições seriadas. Três diluições adequadas da amostra foram selecionadas e, de cada diluição, foi inoculado 1 mL em uma placa de Petrifilm[®], seguindo as orientações do fabricante, apresentadas a seguir: colocar a placa de Petrifilm[®] em uma superfície plana, levantar o filme superior e posicionar a ponta da pipeta perpendicular ao centro do filme inferior. Foi depositado o volume de 1 mL e baixou-se o filme superior sobre o líquido, evitando a formação de bolhas. O difusor plástico foi posicionado sobre centro do filme superior, com o lado liso para baixo. Com leve pressão, espalhou-se o líquido sobre todo o filme inferior. Não deve-se arrastar o difusor sobre a placa, apenas pressionar levemente. Removeu-se, então, o difusor e aguardou-se de dois a cinco minutos, para a total solidificação do gel. As placas foram incubadas a 35 ± 1 °C/24 ± 2 h. Placas com contagens entre 15 e 150 colônias foram selecionadas para contagem. Foram consideradas na contagem apenas as colônias típicas, com as seguintes características: colônias azuis ou vermelho azuladas com bolhas de gás. Não havendo desenvolvimento de colônias típicas de *E. coli* em 24 horas, as placas foram reincubadas e foi realizada uma nova contagem após 48 ± 2 horas. O número de UFC.g⁻¹ foi determinado multiplicando-se o número de colônias típicas pelo inverso da diluição (UFC.g⁻¹ = N° colônias/diluição).

4.4.4 Contagem de microorganismos viáveis totais (CVT)

Foi realizada pelo método de plaqueamento ISO 4833-1 para contagem total de aeróbios mesófilos em alimentos. Para tal, foi pesado 25 gramas de amostra diluída em 225 mL de APT e realizado diluições seriadas em seguida. Foi então, selecionado pelo menos duas diluições adequadas da amostra, inoculando 1 mL de cada diluição em placas de Petri separadas, estéreis e vazias. Foi vertido nas placas inoculadas um volume de 12 a 15 mL de Ágar Padrão para Contagem (PCA), previamente fundido e resfriado a 44 - 47 °C. A homogeneização do inóculo com meio de cultura foi realizada movimentando-se suavemente as placas numa superfície plana, em movimentos circulares. As placas foram distribuídas em uma bancada fria, sem empilhar, para solidificação do meio. As placas foram incubadas a 30 ± 1 °C/72 ± 3 h, invertidas. Para o cálculo dos resultados, foram selecionadas placas com contagem entre 10 e 300 colônias. A regra geral para cálculo do resultado é: $UFC.g^{-1} = \sum c/V \times 1/d$

Onde:

$\sum c$ é a soma das colônias contadas em duas placas de duas diluições consecutivas;

V é o volume de cada diluição colocado nas placas (em mL);

d é a primeira diluição cuja placa foi contada.

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados no experimento envolveram um delineamento inteiramente casualizado (DIC) ou planejamento completamente aleatorizado. Análise de variância (Anova) foi a técnica estatística que permitiu avaliar as afirmações sobre as médias dos dados coletados no experimento.

A análise de variância (Anova) verificou se existe uma diferença significativa entre as médias e se os fatores hipotéticos exerceram influência em alguma variável pesquisada. A Anova foi complementada com o Teste de TuKey com 5 % de significância, entretanto, as frequências relativa, absoluta e a relativa em porcentagem foram as melhores ferramentas estatísticas para a avaliação dos dados coletados (Montgomery, 2012).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do “t” ($p > 0,05$) aplicado aos valores absolutos e após expressá-los em log 10, UFC/cm² e Ausência/Presença verificou-se que não houve diferença significativa entre meias-carcaças quentes e refrigeradas.

Na tabela 4 estão apresentadas as frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) das populações de microrganismos *Escherichia coli* - Circular nº 1058/2008 e Circular nº 835/2006/CGPE/DIPOA, obtidas a partir de amostras da superfície de carcaças bovinas colhidas após 48 horas sob refrigeração, bem como o resultado da análise estatística através do “t”. (Brasil, 2008; Brasil, 2006).

No presente estudo verificou-se através dos dados analisados, que no ano de 2022, foram testadas 1.156 amostras de carne bovina, com resultado positivo para *E. coli* em uma amostra, representando um percentual de desvio de 0,01 %. Em 2023, foram analisadas 1.112 amostras de carne bovina para análise de *E. coli* com resultado de cem por cento de conformidade.

Das 2.268 amostras analisadas entre 2022 e 2023 para identificação de *E. coli*, somente uma apresentou desvio no resultado, acima do limite superior de contagem do microrganismo. Sendo importante salientar que foi identificado o desvio para *Escherichia coli* no mês de Julho no ano de 2022 em uma amostra das 4 coletadas no dia, imediatamente após a identificação as medidas e ações foram aplicadas.

A Circular nº 1058/2008 e Circular nº 835 /2006/CGPE/DIPOA , determinam como resultado final o limite inferior de $\leq 0,083$ UFC/cm² e o superior até $\leq 0,375$ UFC/cm² para o microrganismo analisado, a referida amostra não conforme obteve resultado acima de $\leq 0,375$ UFC/cm² (Brasil, 2008; Brasil, 2006).

Noronha *et al.* (2019) relatam que a presença de *E. coli* em alimentos indica falhas nos procedimentos sanitários e higiene, evidenciando a contaminação por coliformes fecais. Essa contaminação pode causar diarreia com muco ou sangue, dores estomacais, vômitos, febre e refluxo. Em casos mais graves, quando não tratada adequadamente, pode levar a complicações renais em seres humanos.

A detecção de *E. coli* em 2022 mostrou que as BPFs juntamente com os outros programas de autocontrole não foram eficazes em atenuar os riscos de contaminações. Os programas como APPCC, que prevê a identificação e o controle de Pontos Críticos de Controle (PCCs), devem ser aplicados, monitorados e verificados. A higienização adequada, o refile correto das carcaças e produtos finais, além do controle rigoroso da temperatura e do ambiente, são fundamentais para prevenir a propagação de microrganismos. (Fernandes, 2019).

A empresa adotou medidas corretivas e preventivas e como resultado, em 2023 não houve detecção de *E. coli*, alcançando 100 % de conformidade. Esse desempenho reflete a eficácia das ações implementadas para mitigar a presença do patógeno em carcaças bovinas, incluindo o reforço das práticas sanitárias e a implementação de planos de ação e melhorias nos processos de controle microbiológico, fundamentais para prevenir novas ocorrências. O plano de ação desenvolvido pela empresa segue abaixo:

Tabela 3 - Plano de ação oficial - Detecção de *Escherichia coli*

| PLANO DE AÇÃO REFERENTE AO DESVIO MICROBIOLÓGICO DE <i>E. COLI</i> EM CARCAÇA DE BOVINO | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Desvio encontrado mediante ao autocontrole da empresa | Medida corretiva proposta ou realizada | Data proposta ou de realização | Medida preventiva proposta ou realizada | Data proposta ou de realização |
| 1. Detecção de <i>E. coli</i> em carcaça de bovino data de produção: 22/07/2022. | 1.1 c) Realizar a destinação do lote com rastreabilidade 22/07/2022 para termoprocessamento. | 1.1 c) 29/07/2022 | 1.3 p) Realizar a revisão dos planos de autocontrole APPCC, PSO e BPF estabelecendo os limites críticos de desvios conforme estabelecido em legislações, matriz de causa raiz e ações preventivas. | 1.3 p) 29/07/2022 |
| | 1.2c) Realizar treinamento de reciclagem com os colaboradores da linha de retirada da pele e evisceração, sobre contaminações de origem gastrintestinais e a importância de seguir as regras estabelecidas no POP (Procedimento Operacional Padrão) durante as atividades para mitigar a ocorrência de contaminações durante o processo de esfolação. | 1.2 c) 29/07/2022 | 1.4 p) Acompanhamento in loco com o gestor junto aos colaboradores responsáveis pela esfolação dos animais, durante 7 dias, conforme descreve o programa de autocontrole da empresa (POP). | 1.4 p) 29/07/2022 |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Os resultados que apresentaram conformidade em 2023, reforçam a importância dos monitoramentos e análises realizadas para garantir o autocontrole industrial. Os trabalhos da garantia de qualidade foram primordiais para realizar as ações higiênicas corretivas/preventivas para reduzir a contaminação das carcaças pelo conteúdo intestinal e evitar a contaminação cruzada na linha de produção (Mendes; Campos, 2021). A seguir na tabela 4 está relacionada a frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) de *Escherichia coli* nos meses dos anos de 2022 e 2023.

Tabela 4- Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) da presença de *Escherichia coli* de amostra de carne bovina comercializada no mercado interno e/ou externo nos meses dos anos de 2022 e 2023

| Mês | 2022 | | 2023 | |
|--------------|-------------|------|-------------|-----|
| | FA | FR | FA | FR |
| Janeiro | 0 (n = 89) | 0,0 | 0 (n = 99) | 0,0 |
| Fevereiro | 0 (n = 95) | 0,0 | 0 (n = 78) | 0,0 |
| Março | 0 (n = 108) | 0,0 | 0 (n = 63) | 0,0 |
| Abril | 0 (n = 82) | 0,0 | 0 (n = 82) | 0,0 |
| Mai | 0 (n = 95) | 0,0 | 0 (n = 103) | 0,0 |
| Junho | 0 (n = 93) | 0,0 | 0 (n = 100) | 0,0 |
| Julho | 1 (n = 101) | 0,01 | 0 (n = 99) | 0,0 |
| Agosto | 0 (n = 100) | 0,0 | 0 (n = 97) | 0,0 |
| Setembro | 0 (n = 100) | 0,0 | 0 (n = 99) | 0,0 |
| Outubro | 0 (n = 99) | 0,0 | 0 (n = 99) | 0,0 |
| Novembro | 0 (n = 94) | 0,0 | 0 (n = 100) | 0,0 |
| Dezembro | 0 (n = 100) | 0,0 | 0 (n = 93) | 0,0 |
| Total | 1156 | | 1112 | |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Os resultados microbiológicos obtidos para as amostras de carcaças bovinas para *E.coli* apresentaram conformidade na maior parte das análises realizadas. A maioria das amostras esteve dentro dos limites estabelecidos pelas normas sanitárias, no entanto, uma amostra apresentou um valor acima do limite permitido, indicando um possível desvio em um dos pontos críticos do processo de abate. Diante de um resultado inaceitável ou uma tendência insatisfatória nos resultados uma revisão dos controles, no sentido de apurar a causa e prevenir a reincidência são fatores indispensáveis e na Resolução RDC nº 331/2019 da ANVISA estabelece os padrões microbiológicos para alimentos, no qual, produtos de origem animal como carnes bovinas, não podem conter microrganismos patogênicos, suas toxinas ou metabólitos em quantidades que causem danos para a saúde humana como o *E. coli* que acima do limite estabelecido representa não conformidade (Brasil, 2019).

Após a investigação da causa raiz e a análise dos registros de monitoramento diário do processo produtivo, verificou-se que a falha ocorreu devido a erros operacionais. A contaminação da carcaça foi favorecida por falhas na esfola, limpeza inadequada dos animais antes do abate e manipulação incorreta de equipamentos e utensílios, facilitando a presença do patógeno (Silva *et al.*, 2020).

O lote com desvio foi destinado para termoprocessamento, seguindo todas as normas internas dos planos de autocontrole do estabelecimento e da legislação brasileira. (Brasil, 2020)

Segundo Antônio; Carvalho; Antônio (2021) as boas práticas de fabricação, associadas a procedimentos de higiene aplicados de forma correta e elaboração de

programas de educação continuada e treinamentos para os colaboradores envolvidos na manipulação de alimentos, contribuem para a qualidade dos produtos elaborados.

Em 2023, após as medidas corretivas que foram adotadas e após a realização de treinamentos voltados para o cumprimento de normas de boas práticas de fabricação, as amostras estavam em conformidade, ou seja, dentro do limite aceitável para *E. coli* nas 1112 amostras testadas, comprovando que os procedimentos de higiene, nos processos de abate, as boas práticas como a limpeza rigorosa dos bovinos antes do abate, o controle sanitário dos utensílios, e o monitoramento dos protocolos de controle de qualidade contribuíram para a conformidade do processo (Fernandes, 2019).

Nos dados abaixo estão relacionados as tabelas 5, 6 e 7 análises realizadas para monitoramento das carcaças seguindo as legislações da Instrução Normativa nº 60 de 20/12/2018 (*Salmonella* spp., mercado interno em ausência/presença)/ (Enterobactérias, mercado interno em ausência/presença); Circular nº 11/2023/CGCOA/DIPOA/SDA/MAPA e Regulamento (CE) 2073-2005; (*Salmonella* spp., mercado externo em ausência/presença)/ (Contagem Total Viável em Log de 2,5 a 5,0 e Enterobactérias em Log 10, mercado externo) respectivamente.

Tabela 5- Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) da presença de *Salmonella* spp. em amostras de carne bovina comercializadas nos mercados interno e externo nos anos de 2022 e 2023

| Ano | Mercado | FA | FR |
|--------------|----------------|-------------|-----------|
| 2022 | Interno | 0 (n = 240) | 0,0 |
| | Externo | 0 (n = 120) | 0,0 |
| 2023 | Interno | 0 (n = 240) | 0,0 |
| | Externo | 0 (n = 120) | 0,0 |
| Total | | 720 | |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Nota: *Valores de 0 foi considerado como ausência da bactéria.

Tabela 6- Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) da presença de *Enterobacteriaceae* em amostras de carne bovina comercializadas nos mercados interno e externo nos anos de 2022 e 2023

| Ano | Mercado | FA | FR |
|--------------|----------------|--------------|-----------|
| 2022 | Interno | 0 (n = 120)* | 0,0 |
| 2023 | Interno | 0 (n = 120) | 0,0 |
| Total | | 240 | |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Nota: *Valores de Log acima de 2,5 foi considerado como presença da bactéria.

Tabela 7- Frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) da presença de mesófilos e *Enterobacteriaceae* em amostras de carne bovina comercializadas no mercado externo nos anos de 2022 e 2023

| Mês | 2022 | | 2023 | |
|--------------|-------------|-----|------------|-----|
| | FA | FR | FA | FR |
| Janeiro | 0 (n = 10)* | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Fevereiro | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Março | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Abril | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Maiο | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Junho | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Julho | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Agosto | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Setembro | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Outubro | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Novembro | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Dezembro | 0 (n = 10) | 0,0 | 0 (n = 10) | 0,0 |
| Total | 120 | | 120 | |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Nota: *Valores de Log acima de 5,0 foi considerado como presença das bactérias.

O levantamento de dados sobre as análises laboratoriais realizadas pelo frigorífico, em conformidade com as legislações Instrução Normativa nº 60/2018 e Circular nº 11/2023, revelou que os resultados obtidos para a ausência de *Salmonella* spp. no mercado interno e externo foram semelhantes aos encontrados por Teixeira *et al.* (2021). Não houve detecção positiva de *Salmonella* spp., esses resultados satisfatórios, em conformidade com a legislação vigente, reforçam a importância do controle sanitário.

Salmonella spp. é um dos principais agentes de infecção alimentar associados à ingestão de carnes e ovos, podendo causar infecção intestinal com duração de 4 a 7 dias e, em casos mais graves, levar ao óbito quando não há o devido tratamento (Silva *et al.*, 2019).

Também foram analisados microrganismos indicadores de condições sanitárias inadequadas, contagem de mesófilos aeróbios e Enterobactérias para mercado interno e externo no ano de 2022 e 2023, com todos os resultados microbiológicos em conformidade, considerando a legislação utilizada para interpretação dos resultados a Circular nº 11/2023; de acordo com Silva *et al.* (2020). A amostragem destes microrganismos permitem avaliar as condições de higienização sanitária e possibilita a detecção de falhas no processo de higienização que levam a ocorrer contaminação do produto.

Estabelecer a contagem de microrganismos mesófilos e enterobactérias é um indicativo de qualidade microbiológica do alimento, ou seja, indica se está sendo executada a desinfecção de forma adequada, contribuindo para não haver risco de desenvolvimento de

patógenos e posteriormente causar intoxicação alimentar por ingestão do elevado número do microrganismo no alimento (Araujo Júnior *et al.*, 2020).

7 CONCLUSÃO

Comparando as exigências de cada país, foi observado que as análises aplicadas nas carcaças bovinas seguem as determinações sanitárias e estão de acordo com legislações vigentes e programas de autocontroles, que estabelecem regras para o monitoramento regular de higiene realizado pelo frigorífico. A baixa ocorrência de amostra positiva para *E. coli* identificada neste estudo sugere um indicativo positivo para o setor de carne bovina, considerando o número de amostras testadas anualmente.

Por outro lado, a ausência de cepas em 2023 e conformidades nas análises de *Salmonella* spp., Contagem de mesófilos aeróbios e Enterobactérias em 2022 e 2023, sugere que houve melhorias nas práticas de higiene e controle microbiano dos processos de produção no estabelecimento em questão e cumprimento dos programas de autocontrole.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. Uma abordagem sobre os Programas de Autocontrole (PAC). **Portal Efood colaborativo para profissionais, empresas, estudantes e professores da área de Segurança de Alimentos**, [S.l.], 01 set. 2020. Disponível em: <https://portalefood.com.br/gestao/uma-abordagem-sobre-os-programas-de-autocontrole-pac/>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Modulo 2: Gram-negativos fermentadores. *In: Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde*. Brasília, DF: ANVISA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/manuais-guias-e-orientacoes/cartilha-boas-praticas-para-servicos-de-alimentacao.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- ANTÔNIO, L. dos S; CARVALHO, G. D.; ANTÔNIO, M. L. Notificações de surtos de doenças veiculadas por alimentos no Estado de São Paulo, no período de 2011 a 2018. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Rioja, v. 15, n. 2, p.1-17, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20210016>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Beef Report**: perfil da pecuária no Brasil. Brasília, DF: ABIEC, 2024. Disponível em: <http://abiec.com.br>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- ARAÚJO JÚNIOR, G. M; PEDROSA, K. Y. F; SILVA, H. T; BEZERRA, D. C; COIMBRA, V. C. S; IMPROTA, C. T. R; BEZERRA, N. P. C. Condições de comercialização da carne bovina em mercados municipais e percepção de atores sociais sobre a qualidade. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 15369–15386, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8123>. Acesso em: 19 fev. 2025.
- BIER, D; KICH, J; DUARTE, S; SILVA, M; VALSONI, L; RAMOS, C. A; RODRIGUES, D; ARAÚJO, F. Survey of *Salmonella* spp. in beef meat for export at slaughterhouses in Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédia, RJ, v. 38, n. 11, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5867>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/YJ3zc8GzP4kMdfStL7brgdm/?lang=en>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 60 de 20 de dezembro de 2018. Fica estabelecido o controle microbiológico em carcaça de suínos e em carcaça e carne de bovinos em abatedouros frigoríficos, registrados no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), com objetivo de avaliar a higiene do processo e reduzir a prevalência de agentes patogênicos, na forma desta Instrução Normativa e dos seus Anexos. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, p. 04, 24 dez. 2018. Brasília, DF. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/dipoa_baselegal/in_60-2018_ecoli_e_salmonella_pncp_su%C3%ADnos_bovinos.pdf. Acesso em: 15 dez. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Salmonella** (Salmonelose). Brasília, DF: MS, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/salmonella-salmonelose>. Acesso em: 23 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Surtos de doenças transmissão hídrica e alimentar no Brasil. *In*: Manual Integrado de Vigilância, Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimentos. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf. Acesso em: 28 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar no Brasil: informe 2024**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2024/view>. Acesso em: 04 dez. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: seção: 1, Brasília, DF, ano 249, p. 133, 2019. Brasília, DF. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 11 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Circular nº 835 CGPE/DIPOA, de 13 de novembro de 2006. Testes microbiológicos de carcaças de bovinos. Aditamento à Circular Nº 463/2004/DCI/DIPOA**. Brasília, DF, : [s.n.], 2006. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=abreLegislacaoFederal&chave=50674&tipoLegis=A>. Acesso em: 11 set. 2023.

BRASIL. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal - RIISPOA. Decreto n. 10.468 de 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, ano 159, p. 5, 2020. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=abreLegislacaoFederal&chave=50674&tipoLegis=A>. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Ofício Circular nº11/2023/CGCOA/DIPOA/SDA/MAPA, de 18 de Janeiro de 2023. Auditoria presencial sul-coreana 2023. Abertura de chamada pública**. Brasília, DF: [s.n.], 2023. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/SEI_MAPA26266925OficioCircularchamadacoreia.pdf. Acesso em: 30 set. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019: Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, ano 249, p. 96, 2019. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/rdc0331_23_12_2019.pdf. Acesso em: 22 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Vigilância Epidemiológica das Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. **Manual de treinamento, surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 2024. p. 1-15. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/doencas-transmitidas-por-alimentos-dta/manual_dtha_2021_web.pdf. Acesso em: 11 jan. 2025.

CASTRO, V. S.; FIGUEIREDO E. E. S; STANFORD K; McALLISTER T; JUNIOR C. A. C. Shiga-Toxin producing *Escherichia coli* in Brazil: a systematic review. **Microorganisms**, Basileia, Suíça, v. 16, n.7, p. 137, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/microorganisms7050137>. Acesso em: 27 jul. 2024.

EUROPEAN FOOD SAFETY. The European Union One Health 2019 Zoonoses Report. **EFSA Journal**, Europa, v. 17, n. 12, p. 5926, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6406>. Acesso em: 21 jul. 2024.

EUROPA. Regulamento 2073, 15 de novembro de 2005. Comissão Europeia. Atividades da UE. p. 1–26. **Jornal Oficial da União Europeia**, Europa, n. 51, p. 141-166, 15 nov. 2005. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content>. Acesso em: 15 jun 2023.

FERNANDES, F. F. **Verificação Oficial de Elementos de Controle**. 2019. Brasília, DF: [s.n.], 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/treinamento-sif-2019-voec-com-comentarios.pdf> Serviços e Informações do Brasil. Acesso em: 18 jan. 2024.

FRANCIELE, M. C.; PAGANO, M. Prevalência de infecções causadas por *Salmonella* spp. no Brasil no período de 2013 a 2017. **Journal of Infection Control**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 56–62, 2019. Disponível em: <https://www.jic-abih.com.br/index.php/jic/article/view/255>. Acesso em: 28 jan. 2024.

GUEDES, C.; CENTURION, M. Brasil bate recorde nas exportações de carne bovina em 2024. **Abiec**, Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/brasil-bate-recorde-nas-exportacoes-de-carne-bovina-em-2024/>. Acesso em: 29 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cresce o abate de bovinos, frangos e suínos no 1º tri de 2024**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/37070-cresce-o-abate-de-bovinos-frangos-e-suinos-no-1-tri-de-2023>. Acesso em: 10 jan. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6579-1: norma brasileira. Microbiologia de alimentos para consumo humano e animal - Método horizontal para detecção, enumeração e sorotipagem de Salmonella - Parte 1: detecção de salmonella spp.** 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 2021. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/56712.html>. Acesso em: 23 jun. 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 21528-2: Microbiologia da cadeia produtiva de alimentos - Método horizontal para a detecção e enumeração de Enterobacteriaceae - Parte 2: método de contagem de colônias.** 1.ed. Rio de

Janeiro, RJ: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/63504.html> Acesso em: 23 jun. 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 4833-1**: Microbiologia da cadeia produtiva de alimentos - Método horizontal para a enumeração de microrganismos - Parte 1: Contagem de colônias a 30 ° C pela técnica de pour plate. 1.ed. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/53728.html>. Acesso em: 23 jun. 2023.

MALAFAIA, G. C; BISCOLA, P. H. N; DIAS, F. R. T. Projeções para o mercado de carne bovina do Brasil–2029/2030. **Portal Embrapa**, Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 18 jan. 2024.

MENDES, S. L.; CAMPOS, G. Avaliação dos riscos de contaminação da carne bovina em açougues. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, MG, v. 19, n. 1, p. 14-31, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v19i1.6319>. Disponível em: http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/viewFile/6319/pdf_965. Acesso em: 18 jan. 2024.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 7. ed. New York: John Wiley & Sons, 2012.

NORONHA , T. H; VIEIRA , D. G; ANDRADE, E. G. S; SANTOS, W. L. Indicador de contaminação fecal alimentar e prevenção de doenças. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, Brasília, DF, v. 2, n. 4, p 150-157, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4458735>. Disponível em: <https://zenodo.org/records/4458735>. Acesso em: 18 jan. 2024.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Agricultural Outlook 2023-2032**. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>. Disponível em: <https://chooser.crossref.org/?doi=10.1787%2F08801ab7-en>. Acesso em: 05 jan. 2025.

RAPID alert system for food and feed. **Food Safety**, Europa, 2025. Disponível em: https://food.ec.europa.eu/food-safety/rasff_en. Acesso em: 12 jan. 2025.

REZENDE, C. L; CASTANIA, V. P.; REZENDE-LAGO, N. C. M; MARCHI, P. G. F; SILVA, L. A; AMORIM, G. C; VITAL, J.; JUSTO, K. N.; SOUZA, M. L.; BRANDÃO, L.S.; TORRES, O. S.; MAIA, G.; MESSIAS, C. T. Microbiological quality of food. **Research, Society and Development**, Itabira, MG, v. 10, n. 14, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22344>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22344>. Acesso em: 05 jan. 2025.

QUARTIERI, C. H; BUENO, S. M. Contaminação microbiológica x boas práticas de fabricação (BPF) em alimentos fast-food. **Revista Científica**, [S.l.], v. 1, n. 1, jan. 2022. Disponível em: <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/639>. Acesso em: 07 nov. 2024.

PAPAET, A. R.; TOLEDO, R. S. Frequência de não conformidades no Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e Procedimento Sanitário Operacional (PSO) na sala de abate de um frigorífico de ruminantes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.9, n.7, p.

21675-21689, jul., 2023. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n7-035>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/61330>. Acesso em: 07 nov. 2024.

SANTOS, W. L. M.; SANTOS, T. M.; ASSIS, I. C. S.; ORNELLAS, C. B. D.; ASSIS, D. C. S. A inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal no Brasil: legislação, história e desenvolvimento. **Higiene alimentar**, São Paulo, SP, v. 33, n. 288/289, p. 52-56, 2019. Disponível em: https://higienealimentar.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Anais-Higienistas-2019_VERS%C3%83O-ATUALIZADA-FINAL_compressed.pdf. Acesso em: 21 fev. 2024.

SILVA, A. J. H.; ANJOS, C.P ; NOGUEIRA, L.S ; RIBEIRO, A.R ; FRAGA, E.S. *Salmonella* spp. um agente patogênico veiculado em alimentos. Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC). **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Manguinhos, RJ, v. 5, n. 1, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000500031>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/vzk44zy3zYQxMD5YN38jY4s/?lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2024.

SILVA G.S. A relevância dos programas de autocontrole na saúde pública em indústrias de produtos de origem animal. **Revista FT**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 138, set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.69849/revistaft/ar10202409301349>. Disponível em: <https://revistaft.com.br/expediente/>. Acesso em: 21 fev. 2024.

SILVA, M. V.; RAIMUNDO, I. T.; FALCOCHIO, M. C.; SOUZA, B. M. S. Dinâmica da carga microbiana de uma unidade de beneficiamento de carne e produtos cárneos. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, SP, v. 36, n. 2, p. 72–77, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15361/2175-0106.2020v36n2p72-77>. Disponível em: <https://arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/view/1296>. Acesso em: 21 fev. 2024.

SOARES, V. M.; PADILHA M. B.; GUERRA M. E. M.; SCHNEIDER F. A.; GASPARETTO R; SANTOS, E. A. R.; TADIELO, L. E.; BRUM, M. C. S.; TRAESEL C. K.; PEREIRA J. G. Identification of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and indicator microorganisms in commercialized raw meats and fresh sausages from Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 51, n. 6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200569>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/H7YrN7Kx6Ch6s3vB3CVBwmr/?lang=en>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SY, B. M.; TREE, J. J. Small RNA Regulation of Virulence in Pathogenic *Escherichia coli*. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, Switzerland, v. 27, n. 10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.622202>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2020.622202/full>. Acesso em: 10 fev. 2025.

TEIXEIRA, A.S; SANTOS, K.G; SANTOS, A.P; SILVA, G.B; MOREIRA, S.C; SANTOS, V.B. Avaliação microbiológica de amostras de carne moída coletadas de diferentes pontos comerciais da região sul fluminense. **Revista Episteme Transversalis**, Volta Redonda, RJ, v. 12, n. 2, set. 2021. Disponível em: <https://www.conic-semesp.org.br/anais/files/2017/trabalho-1000026351>. Acesso em: 10 fev. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Control measures for Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) associated with meat and dairy products** – meeting report. Rome : WHO, 2022. (Microbiological Risk Assessment Series, v. 39). DOI: 10.4060/cc2402en. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/f047d7c7-37fe-46fc-926c-83bd603364a2>. Acesso em: 10 fev. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Food Safety**, Switzerland: WHO,, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. Acesso em: 12 jan. 2025.