

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CAMPUS REGIONAL II - ENCANTADO**

MICHELY FONTANA

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA COM DIFERENTES SANITIZANTES
UTILIZADOS EM FACAS E CHAIRAS NA DESOSSA DE SUÍNOS
EM UM FRIGORÍFICO NO VALE DO TAQUARI**

ENCANTADO

2023



uergs

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

PPGCTA

Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos



MICHELY FONTANA

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA COM DIFERENTES SANITIZANTES
UTILIZADOS EM FACAS E CHAIRAS NA DESOSSA DE SUÍNOS EM UM
FRIGORÍFICO NO VALE DO TAQUARI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

Orientadora: Prof. Dra. Karla Joseane Perez

ENCANTADO

2023

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

F679a

Fontana, Michely

Avaliação microbiológica com diferentes sanitizantes utilizados em facas e chairas na desossa de suínos em um frigorífico no Vale do Taquari/ Michely Fontana. – Encantado: Uergs, 2023.

109 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado, 2023.

Orientadora: Prof.^a Dra. Karla Joseane Perez

1. ATP. 2. Utensílios. 3. *Escherichia coli*. 4. Mesófilos e *Enterobacteriaceae*. 5. Dissertação. I. Perez, Karla Joseane. II. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado. III. Título.

MICHELY FONTANA

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA COM DIFERENTES SANITIZANTES
UTILIZADOS EM FACAS E CHAIRAS NA DESOSSA DE SUÍNOS EM UM
FRIGORÍFICO NO VALE DO TAQUARI**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos na Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

Orientadora: Prof. Dra. Karla Joseane Perez

Data de aprovação: 30 de março de 2023.

Dra. Fernanda Leal Leães
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Dr. Voltaire Sant'Anna
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Dra. Fernanda Cortez Lopes
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

‘No fim tudo dá certo, se não deu certo é porque ainda
não chegou ao fim’

Fernando Sabino

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, coragem, persistência, disposição para enfrentar cada etapa dessa jornada, e por ter posto em meu caminho algumas pessoas que foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

Aos meus pais Zé e Preta, que sempre confiaram em mim, me apoiando e aconselhando nos momentos difíceis e por sempre estarem ao meu lado. A minha irmã Vitória por tornar meus dias mais felizes.

Ao meu noivo, André Fabris, que sempre acreditou em mim, me incentivou e acompanhou comigo toda essa caminhada.

A todos os colegas e amigos pela parceria, incentivo, amizade e pelos momentos passados juntos. Agradecimento especial à Sabrina, Jéferson e Phelipe, pelas ideias trocadas.

A Universidade Estadual do Rio Grande do Sul pela oportunidade, e a todos os professores, pelos ensinamentos transmitidos no decorrer do curso, sem vocês nada disso seria possível! À orientadora Prof. Dra. Karla Joseane Perez, pelo apoio, tempo dedicado e pela paciência.

Agradeço a todos que acreditaram em mim, e que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos colegas de trabalho, em especial à Diana, Cristian, Maiara e Amanda, que me incentivaram e doaram parte do seu tempo para me auxiliar nesta jornada. Agradeço à empresa da qual faço parte, por dar abertura para que eu pudesse realizar o trabalho, e auxílio com as análises microbiológicas de todas as amostras.

Muito obrigada!

RESUMO

Os equipamentos e utensílios que possuem contato direto com alimentos, devem passar constantemente pela avaliação microbiológica para o controle da eficiência do procedimento de higienização e sanitização, evitando a contaminação cruzada dos alimentos produzidos. Portanto, a ação dos sanitizantes na indústria de alimentos é de suma importância para garantir uma boa higienização dos setores e equipamentos, contudo, ela pode ser afetada por inúmeros fatores, como as características das superfícies, tempo e temperatura de contato, concentrações de sanitizantes, diferentes tipos de resíduos presentes nas superfícies, pH, propriedades físico-químicas da água, substâncias inativadoras, etc. No Brasil, ainda não há legislação específica para parâmetros microbiológicos em superfície de equipamentos, mãos e utensílios utilizados pelos manipuladores. Assim, a contagem padrão de micro-organismos aeróbios mesófilos é utilizada como indicador da população bacteriana em alimentos, a presença de Enterobacteriaceae é utilizada para a avaliação das condições higiênico-sanitárias entre as quais, contagens elevadas demonstram indícios de contaminação microbiana, devido uma sanitização inadequada e por fim, *Escherichia coli* é considerada a enterobactéria mais encontrada na carne e sua contaminação ocorre, na maioria das vezes, durante o abate dos animais, pelo contato da pele do animal com resíduos de fezes, etc. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de dois sanitizantes utilizados na limpeza de facas e chairas utilizadas em um frigorífico de suínos na região do Vale do Taquari-RS, avaliando a possível redução da carga microbiana nestes utensílios, quando utilizados. Os utensílios foram imersos nos sanitizantes clorexidina (1,0%) e hipoclorito de sódio (1,5%) e, após, analisados microbiologicamente quanto à presença de micro-organismos Mesófilos, Enterobacteriaceae, e *Escherichia coli* além de ter sido utilizado também o método de ATP bioluminescência. Da mesma forma, foram avaliadas a eficiência e eficácia dos sanitizantes utilizados pela indústria do experimento (clorexidina e hipoclorito de sódio), empregados na redução destes micro-organismos, avaliando, também, a sua relação custo-benefício. Em suma, no teste com facas e chairas na sala da desossa, as coletas foram realizadas em 2 dias diferentes, onde foram coletadas o total de 128 amostras, sendo 64 de facas e 64 de chairas logo após a sua higienização e/ou sanitização. Os resultados indicam que a clorexidina apresentou maior eficiência na redução das contagens microbiológicas em comparação com o cloro, pois seus resultados não foram satisfatórios para as análises de mesófilos, e, portanto, deve-se avaliar novamente o processo utilizando concentrações mais altas de cloro e assim propor uma nova avaliação e redução de custos com a utilização deste sanitizante.

Palavras-chave: utensílios, contaminação, ATP, *Escherichia coli*, mesófilos e *Enterobacteriaceae*.

ABSTRACT

Equipment and utensils that have direct contact with food must constantly undergo microbiological evaluation to control the efficiency of the sanitation and sanitization procedure, avoiding cross-contamination of the food produced. Therefore, the action of sanitizers in the food industry is of the greatest importance to ensure a good hygiene of sectors and equipment, however, it can be affected by numerous factors, such as surfaces characteristics, contact time and temperature, sanitizer concentrations, different types of waste present in surfaces, pH, physical-chemical properties of water, inactivating substances, etc. In Brazil, there is still no specific legislation for microbiological parameters on the surface of equipment, hands and utensils used by handlers. Thus, the standard count of mesophilic aerobic microorganisms is used as an indicator of the bacterial population in food, the presence of Enterobacteriaceae is used to evaluate the hygienic and sanitary conditions among which, high counts show evidence of microbial contamination, due to inadequate sanitization and finally, *Escherichia coli* is considered the most found enterobacterium in meat and its contamination occurs, most often, during the slaughter of animals, by contact of the animal's skin with feces residues, etc. Thus, the objective of this work was to evaluate the efficiency of two sanitizers used in the cleaning of knives and sharpening steels used in a pig slaughterhouse in the Taquari Valley region-RS, evaluating the possible reduction of microbial load in these utensils when used. The utensils were immersed in chlorhexidine (1.0%) and sodium hypochlorite (1.5%) sanitizers and then microbiologically analyzed for the presence of micro-organism Mesophilics, *Enterobacteriaceae*, and *Escherichia coli*, in addition to having the bioluminescence ATP method. Similarly, the efficiency and efficacy of sanitizers used by the experiment industry (chlorhexidine and sodium hypochlorite) used in the reduction of these microorganisms was evaluated, also evaluating their cost-benefit ratio. In short, in the test with knives and chairs in the boning room, the collections were performed on 2 different days, where a total of 128 samples were collected, 64 of which were knives and 64 of chairs soon after their hygiene and/or sanitization. The results indicate that chloroxydine shows more efficient in reductions in microbiological counts compared to chlorine, because their results were not satisfactory for the analyses of mesophiles and, therefore, it should be evaluated using higher concentrations of chlorine and so, propose a new evaluation and cost with the use of this sanitizer.

Keywords: utensils, contamination, ATP, *Escherichia coli*, mesophiles and *Enterobacteriaceae*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelos de utensílios (chaira e faca).....	48
Figura 2 - Higienização dos utensílios (chaira).....	50
Figura 3 - Utensílios imersos em solução.....	51
Figura 4 - Identificação dos utensílios.....	52
Figura 5 - Locais de coletados nos utensílios.....	52
Figura 6 - Método simples para detecção de micro-organismos através da Placa de Compact Dry®.....	53
Figura 7 - Imagem de uma Placa de Compact Dry® TC.....	54
Figura 8 - Processo de inoculação da amostra em uma Placa de Petrifilm.....	55
Figura 9 - Placa de contagem Petrifilm® <i>Enterobacteriaceae</i>	56
Figura 10 - Placa de contagem Petrifilm® <i>Enterobacteriaceae</i>	56
Figura 11 - Placa de contagem Petrifilm <i>Enterobacteriaceae</i>	56
Figura 12 - Placa para a detecção de <i>Escherichia coli</i> (com contagem).....	57
Figura 13 - Placa para a detecção de <i>Escherichia coli</i> (incontável).....	58
Figura 14 - Instruções para uso do luminômetro.....	59
Figura 15 - Boxplot das amostras por sanitizante.....	76
Figura 16 - Anova Fatorial para amostra de cloro.....	76
Figura 17 - Análise da tabela de variância.....	77
Figura 18 - Análise dos dados separados por uso, se antes ou após o uso do utensílio.....	77

Figura 19 - Análise dos dados separados por uso, se antes ou após o uso do utensílio e do sanitizante.....	78
Figura 20 - Teste de Shapiro Wilk para a amostra de sanitizante clorexidina em sua contagem inicial.....	79
Figura 21 - Teste de Shapiro Wilk para a amostra de sanitizante de cloro antes do uso.....	79
Figura 22 - Resultados antes do uso dos utensílios do teste T.....	80
Figura 23 - Resultados para o teste de Wilcoxon.....	80
Figura 24 - Teste de Shapiro para cloro na sua contagem após sanitizante.....	81
Figura 25 - Teste de Shapiro para a clorexidina na sua contagem após sanitizante.....	81
Figura 26 - Teste de Wilcoxon para a comparação da eficácia dos sanitizantes.....	82
Figura 27 - Teste dos sinais para a comparação da eficácia do cloro para os utensílios na sua contagem inicial.....	83
Figura 28 - Teste dos sinais para a comparação da eficácia da clorexidina para os utensílios na sua contagem inicial.....	83
Figura 29 - Teste dos sinais para a comparação da eficácia do cloro na sua contagem após sanitizante.....	84
Figura 30 - Teste dos sinais para a comparação da eficácia da clorexidina na sua contagem após sanitizante.....	84
Figura 31 - Resultado encontrado na análise de ATP: 2.....	107
Figura 32 - Resultado encontrado na análise de Enterobacteriaceae: $<1,0.10^1$	107
Figura 33 - Resultado encontrado na análise de Mesófilos: $1,0.10^1$	108
Figura 34 - Resultado encontrado na análise de E.coli: $<1,0.10^1$	108

Figura 35 - Análises de mesófilos através teste de Fisher.....109

Figura 36 - Teste de Fisher para aparecimento de mesófilos acima de $1,0 \times 10^1$109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de contingências por características.....	46
Tabela 2 - Tipos de variáveis.....	60
Tabela 3 - Tipos de variáveis.....	62
Tabela 4 - Resultados das análises no primeiro dia, utilizando o sanitizante cloro, à concentração 1,5% e tempo de 3 minutos.....	64
Tabela 5 - Resultados das análises no primeiro dia, utilizando o sanitizante cloro, à concentração 1,5% e tempo de 7 minutos.....	64
Tabela 6 - Resultados das análises no segundo dia, utilizando o sanitizante clorexidina, à concentração 1% e tempo de 3 minutos.....	65
Tabela 7 - Resultados das análises no segundo dia, utilizando o sanitizante clorexidina, à concentração 1% e tempo de 7 minutos.....	65
Tabela 8 - Teste de grupos com tempo de 3 minutos.....	68
Tabela 9 - Teste de grupos com tempo de 7 minutos.....	68
Tabela 10 - Tabela de Contingência para análise de mesófilos quanto ao seu aparecimento.....	70
Tabela 11 - Tabela de Contingência Para análise dos mesófilos.....	70
Tabela 12 - Valores gastos com sanitizantes.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
ATP	Adenosina trifosfato
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CPP	Aeróbios Mesófilos
DTA	Doença transmitida por alimentos
E. coli	<i>Escherichia coli</i>
HACCP	<i>Hazard Analysis and Critical Control Point</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NMP	Número mais provável
OMS	Organização Mundial de Saúde
PC	Ponto de controle
PCC	Ponto crítico de controle
PPHO	Procedimento Padrão de Higiene Operacional
PSO	Procedimentos Sanitários Operacionais
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
UANs	Unidades de Alimentação e Nutrição
UFC/cm ²	Unidades Formadoras de Colônia por cm ²
URL	Unidades Relativa de luz

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. OBJETIVOS.....	20
2.1 OBJETIVO GERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	21
3.1 CARNE SUÍNA.....	21
3.2 O ABATEDOURO FRIGORÍFICO.....	21
3.2.1 Controle de Qualidade na Indústria de Cárneos.....	22
3.2.2 Desossa da carne suína.....	24
3.2.2.1 <i>Paleta</i>	25
3.2.2.2 <i>Sobrepaleta</i>	26
3.2.2.3 <i>Barriga</i>	26
3.2.2.4 <i>Costela</i>	26
3.2.2.5 <i>Carré</i>	26
3.2.2.6 <i>Lombo</i>	26
3.2.2.7 <i>Filezinho</i>	27
3.2.2.8 <i>Pernil</i>	27
3.3 MICRO-ORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE.....	27
3.3.1 Mesófilos.....	30
3.3.2 Enterobacteriaceae.....	31
3.3.3 <i>Escherichia Coli</i>.....	32

3.4 PROCEDIMENTO PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL (PPHO).....	33
3.4.1 Higienização.....	36
3.4.2 Sanitizantes.....	37
3.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	39
3.5.1 Método rápido de placas do tipo CompactDry.....	40
3.5.2 Método rápido de placas do tipo Petrifilm.....	40
3.5.3 Método de ATP bioluminescência: Adenosina trifosfato – ATP.....	41
3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICA DE DADOS BIOLÓGICOS.....	42
3.6.1 - Estatística Descritiva e Estatística Inferencial.....	42
3.6.2 - Tipos de Variáveis.....	43
3.6.3 Testes Paramétricos e Não Paramétricos.....	43
<i>3.6.3.1 Teste T de Student para uma amostra.....</i>	<i>44</i>
<i>3.6.3.2 Teste T de Student para comparação de duas médias populacionais.....</i>	<i>44</i>
<i>3.6.3.3 Teste Shapiro Wilk.....</i>	<i>44</i>
<i>3.6.3.4 ANOVA de um fator.....</i>	<i>44</i>
<i>3.6.3.5 ANOVA fatorial.....</i>	<i>45</i>
<i>3.6.3.6 Teste de Fisher.....</i>	<i>45</i>
<i>3.6.3.7 Teste de Mantel-Haenszel.....</i>	<i>46</i>
<i>3.6.3.8 Teste U de Mann-Whitney.....</i>	<i>46</i>
<i>3.6.3.9 Teste dos sinais para uma amostra.....</i>	<i>48</i>

3.6.4 Linguagem de Programação R.....	48
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	48
4.1 MATERIAIS.....	48
4.1.1 Utensílios de desossa.....	48
4.1.2 Sanitizantes.....	49
4.2 MÉTODO DE SANITIZAÇÃO.....	50
4.3 COLETA DAS AMOSTRAS.....	51
4.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	53
4.4.1 Determinação e quantificação de micro-organismos aeróbios mesófilos.....	53
<i>4.4.1.1 Interpretação dos resultados para análise de Aeróbios Mesófilos.....</i>	<i>54</i>
4.4.2 Determinação e quantificação de <i>Enterobacteriaceae</i> e <i>Escherichia coli</i>.....	54
<i>4.4.2.1 Interpretação dos resultados para análise de <i>Enterobacteriaceae</i>.....</i>	<i>55</i>
<i>4.4.2.2 Interpretação dos resultados para análise de <i>Escherichia coli</i>.....</i>	<i>57</i>
4.4.3 Determinação do ATP.....	58
<i>4.4.3.1 Interpretação dos resultados para análise de ATP.....</i>	<i>59</i>
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	60
4.5.1 Análise das variáveis.....	60
4.5.2 Definição dos modelos.....	61
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
6. CONCLUSÃO.....	90
REFERÊNCIAS.....	92
APÊNDICE.....	107

1. INTRODUÇÃO

A garantia de qualidade de um produto alimentício exige um processamento bem controlado, que começa desde a obtenção da matéria-prima até a mesa do consumidor. Um dos maiores desafios da indústria alimentícia é controlar e eliminar fontes de contaminação. Os alimentos, manipuladores, estruturas e utensílios são fontes de contaminação que compõem pontos importantes e que devem ser analisados nas Boas Práticas de Fabricação, evitando assim, um risco de contaminação para o alimento (MONTEIRO, 2021).

Milhões de pessoas no mundo todo já tiveram alguma doença transmitida por alimentos (DTA), sendo causada por agentes diversos e com grau de severidade, podendo variar de uma leve indisposição até uma doença crônica ou morte (DUCROQUET, 2010). A contaminação dos alimentos geralmente ocorre a partir do contato com utensílios, superfícies e equipamentos mal higienizados, além disso, a matéria-prima sem origem e qualidade conhecidas bem como manipuladores não treinados e nem capacitados também podem ser fatores contribuintes para contaminações (GERMANO; GERMANO, 2003; NOTERMANS; POWELL, 2005).

Para se obter um programa de higienização eficiente em uma indústria de alimentos é essencial ter conhecimento da natureza da sujidade a ser removida, sabendo escolher a maneira mais adequada para sua remoção, bem como o método mais indicado de avaliação da eficácia do mesmo, observando-se o custo-benefício. A avaliação da eficácia dos sanitizantes pode ser considerada um pouco complexa, pois pode ser afetada por vários fatores, como a concentração dos resíduos, tipo de microbiota na superfície, tempo de contato superfície/sanitizante e a concentração de micro-organismos (TELLES, 2011).

De maneira geral, espera-se que os sanitizantes apresentem toxicidade e corrosividade baixas, sejam estáveis nas mais diversas condições de uso, possuam amplo espectro de ação antimicrobiana, destruam rapidamente os agentes microbianos e sejam aprovados pelos órgãos competentes como o Ministério da Saúde. Porém, não existe um único produto que apresente todas essas características, para tanto, é importante conhecer as propriedades de cada um que esteja disponível para selecionar o mais adequado para a aplicação específica (ANDRADE, 2008; HOFFMANN, 1995).

Equipamentos e utensílios que estão em contato direto com os alimentos, devem passar, constantemente, por uma avaliação microbiológica para controle da eficiência do procedimento de higienização, evitando a contaminação dos alimentos produzidos (ANDRADE, 2003; MONTEIRO; BRUNA, 2004).

Na indústria de alimentos, uma das formas de demonstrar o correto controle do processo de higienização, pode ser representado pelos resultados microbiológicos das amostragens em superfícies, mediante métodos de validação para indicadores de higiene e bactérias patogênicas de interesse (EHEDG, 2004). Todavia, ações preventivas são fundamentais nesses aspectos, a fim de evitar futuros problemas de contaminação e prevalências da presença de micro-organismos contaminantes, como a formação de biofilmes.

Assim sendo, o propósito deste estudo consistiu em avaliar a eficácia de dois agentes sanitizantes (clorexidina e hipoclorito de sódio), rotineiramente empregados na higienização de lâminas (facas) e afiadores (chairas) utilizados em um abatedouro de suínos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência de dois sanitizantes (clorexidina e hipoclorito de sódio) na higienização de facas e chairas utilizados em um frigorífico de suínos, no Vale do Taquari.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar contagens microbiológicas e avaliar a redução da carga microbiana em facas e chairas usadas na linha de desossa de suínos submetidas à tratamento com clorexidina (na concentração de 1,0%) e hipoclorito de sódio (na concentração de 1,5%);
- Realizar uma análise financeira para avaliar a relação entre custo e benefício do sanitizante hipoclorito de sódio produzido internamente e outro sanitizante comercial disponível (clorexidina).

3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3.1 CARNE SUÍNA

Conforme a EMBRAPA (2020), a carne suína possui um sabor diferenciado e marcante e ainda é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo.

A produção brasileira de carne suína no ano de 2020 foi de 4,4 milhões de toneladas, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2021). O destino da produção foi 77% voltado ao mercado interno e 23% às exportações. O consumo *per capita* aumentou de 15,3kg no ano de 2019 para 16,0 kg/habitante no ano de 2020. Os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul correspondem a um total de 70,91% do abate brasileiro, sendo 30,73%, 21,10% e 19,08%, respectivamente.

A carne possui em sua composição química elementos nutritivos importantes para a alimentação humana, mas que também favorecem o crescimento microbiano, podendo ocorrer a contaminação em várias etapas do processo industrial (MOLINA, 2009).

Para preservar a qualidade da carne, é importante conhecer e prevenir a presença de micro-organismos que encontram nela um ambiente propício para a sua proliferação (FONTOURA *et al.*, 2010), desta forma, programas como Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO) e Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) são ferramentas importantes para auxiliar no controle destes fatores e consequentemente na conservação da carne.

3.2 O ABATEDOURO FRIGORÍFICO

Segundo o RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2017), os estabelecimentos de carnes e derivados são classificados em:

- I. Abatedouro frigorífico: denominação esta utilizada para designar o local destinado ao abate dos animais produtores de carne, recepção, manipulação, acondicionamento,

rotulagem, armazenagem e expedição dos produtos obtidos do abate, com instalações de frio industrial, podendo receber, manipular, industrializar, acondicionar, rotular, armazenar e expedir produtos comestíveis e não comestíveis.

- II. Unidade de beneficiamento de carne e produtos cárneos: denominação dada aos estabelecimentos destinados à recepção, manipulação, acondicionamento, rotulagem, armazenagem, e expedição de produtos cárneos, podendo industrializar os produtos comestíveis, recepcionar, manipular, acondicionar, rotular, armazenar e expedir produtos não comestíveis.

Conforme o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2017), todo estabelecimento que realize o comércio interestadual ou internacional de produtos de origem animal deve estar registrado no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal ou relacionado junto ao serviço de inspeção de produtos de origem animal na unidade da federação, conforme Lei n.º 1.283, de 1950.

3.2.1 Controle de Qualidade na Indústria de Cárneos

A qualidade da carne é uma das principais preocupações do mercado, visto que os consumidores estão mais exigentes, buscando cada vez mais por alimentos frescos, menos processados e seguros. Visando assegurar a inocuidade do alimento, as indústrias de processamento de carne buscam sempre desenvolver, implementar e gerenciar efetivamente os programas de controle de perigos, por meio de Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO), Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), o que tem melhora a qualidade do produto (BRASIL, 2005).

As BPFs envolvem uma união de medidas que precisam ser seguidas pelas indústrias de alimentos e serviços de alimentação para garantir a qualidade higiênico sanitária e a conformidade dos alimentos com a legislação sanitária. O Manual de Boas Práticas descreve os procedimentos feitos pelo estabelecimento no que se refere aos requisitos higiênicos-sanitários dos edifícios, entre os quais, a manutenção e higienização das instalações, equipamentos e utensílios, o controle da água de abastecimento, o controle integrado de vetores e pragas

urbanas, a capacitação profissional, o controle de higiene e saúde dos manipuladores, o manejo de resíduos e o controle e a garantia de qualidade do alimento preparado (BRASIL, 2004).

Os PSOs descrevem os procedimentos de forma objetiva, estabelecendo instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na manipulação de alimentos, objetivando evitar, eliminar ou reduzir contaminações (BRASIL, 2005).

O Sistema APPCC ou HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) é uma ferramenta desenvolvida para garantir alimento seguro para os astronautas e hoje serve de base para a fabricação de alimentos seguros (ORTEGA; BORGES, 2012).

De acordo com CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (2003), o APPCC é implementado por meio de doze etapas sequenciais composta de cinco passos preliminares e os sete princípios do sistema. As vantagens da abordagem APPCC são reconhecidas internacionalmente, por meio da Comissão do Codex Alimentarius, onde foi acordado que o sistema é baseado em sete princípios (BROWN, 2000):

- Princípio 1: Realizar uma análise de perigos;
- Princípio 2: Determinar os PCC;
- Princípio 3: Estabelecer limites críticos;
- Princípio 4: Estabelecer procedimentos de monitoramento dos PCC;
- Princípio 5: Estabelecer ações corretivas que serão adotadas quando o monitoramento indicar que um determinado PCC está fora de controle;
- Princípio 6: Estabelecer procedimentos de verificação para confirmar que o sistema APPCC está funcionando com eficácia;
- Princípio 7: Estabelecer um sistema de documentação de todos os procedimentos e os registros apropriados.

Segundo Barbosa e Rosa (2003), a APPCC é utilizada por empresas do mundo inteiro, sob o respaldo de organizações internacionais, na busca pela garantia da qualidade e segurança alimentar. Para Figueiredo e Neto (2001), a ferramenta é um importante método para se fazer

um estudo sistematizado dos perigos que podem comprometer a segurança do produto alimentício, pois tem uma atitude voltada para o controle preventivo ao longo do processo, ao invés da inspeção do produto final.

A APPCC, quando aplicada em conjunto com as Boas Práticas de Fabricação, apresenta melhor resultado, pois existe uma complementação de esforços para controlar os pontos que oferecem perigos de contaminação do produto (FIGUEIREDO, NETO 2001).

O sistema APPCC, visa a garantia da segurança dos alimentos produzidos, é considerado proativo, pois se baseia na prevenção da ocorrência de perigos e na busca de ações corretivas para os desvios identificados, garantindo que o alimento não chegue inseguro às mãos do consumidor. Esse sistema é baseado nas Boas Práticas de Fabricação, sendo um conjunto de requisitos para o controle e registro de todas as etapas produtivas, promovendo a rastreabilidade no processo de fabricação. Além disso, é considerado um pré-requisito para a implantação do sistema APPCC uma vez que alguns de seus muitos pontos de controle (PC) passam a ser pontos críticos de controle (PCC) em que o controle é fundamental para garantir a ausência de perigos químicos, físicos e microbiológicos (BISCOLA, 2020).

3.2.2 Desossa da carne suína

Para a padronização de cortes de carne, foram lançadas portarias como a portaria ministerial n.º 304, de 22 de abril de 1996, que trata de pontos importantes para a manutenção da qualidade higiênico-sanitária das carnes adquiridas nos estabelecimentos sob a inspeção sanitária federal oficial e, concomitantemente trata da modernização e racionalização dos sistemas de obtenção, preparação e comercialização da carne (SOUSA, 2018).

Antes do processo de desossa convém lembrarmos das etapas do abate, realizados por etapas unitárias e seguem a seguinte ordem, segundo o estabelecido pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2017), no qual se divide em área suja e inclui o manejo pré-abate, insensibilização, sangria, escaldagem, depilação, exposição do tendão, pré-toaleta, chicote secador, chamuscamento de carcaça, chamuscamento de cabeça, toaleta, remoção do ouvido e box de chuveiro. E a área limpa que

inclui processos como oclusão do reto, amarração do reto, abertura da papada e abertura do tórax, soltura da língua e abertura do abdômen, inspeção da cabeça, inspeção da papada, desprendimento das vísceras, remoção das vísceras, desnucamento da cabeça e remoção da glândula da papada, serrar a carcaça, inspecionar a carcaça, remover as patas e sangria, remover cabeça e papada, retirada do rabo, retirada da medula, retirada da banha rama, reinspeção SIF (Serviço de Inspeção Federal), carimbo da carcaça, tipificação e pesagem, lavagem, acondicionamento e resfriamento (BRASIL, 2004).

A carcaça suína é o animal abatido, escaldado, depilado, eviscerado, desprovido de pênis (nos machos), gordura abdominal e gordura perirrenal, sem a medula espinhal, podendo ter ou não o rabo na meia carcaça direita. Pode ser comercializada com a cabeça e sem cabeça. Pode ainda ser encontrada sem papada e patas dianteiras, em que a separação é feita no ponto da articulação carpo-metacárpica e sem os rabos (ABCS, 2014).

A meia carcaça é conduzida por trilho para a esteira com serra de corte, onde é dividida em grandes cortes, ou seja, cortes primários, os quais são: dianteiro, inclui, paleta e sobrepaleta (copa-lombo), parte central do corpo do animal (carré e barriga com costela), o pernil e os pés (ABCS, 2010). A padronização dos cortes e nomenclaturas que empregam na designação dos cortes é importante por tornar a comunicação mais clara e objetiva na indústria e no comércio com clientes e consumidores (FELÍCIO, 2005).

Os cortes secundários são aqueles removidos da carcaça manualmente com o auxílio da faca e possuem ou não osso. São eles a paleta, sobrepaleta, barriga, costela, carré, lombo, filezinho, pernil, joelhos e rabo, pés inteiros ou cortados (ABCS, 2014).

.2.2.1 Paleta

A paleta do suíno localiza-se no terço dianteiro da carcaça sendo obtida por secção dos músculos que formam o membro anterior do animal, limitando-se a cartilagem superior da escápula até a articulação rádio-carpo-ulnar. Tem formato triangular, coloração mais escura nos músculos que recobrem o rádio e a ulna e pode ter gordura de cobertura entre os músculos. No comércio é vendida com osso, com ou sem pele (ABCS, 2014).

3.2.2.2 Sobrepaleta

A sobrepaleta é formada pelos músculos do pescoço, apresenta formato cilíndrico e seus músculos têm coloração mais escura que os outros apresentando gordura intermuscular. É vendida por nome de copa, lombo, sobrepaleta ou postas da sobrepaleta que é o corte com osso e sem o osso temos o corte em bifês e o suan que são os ossos (ABCS, 2014).

3.2.2.3 Barriga

A barriga é o corte formado por massas musculares, gordura e pele do flanco do animal. Para fazer o bacon, os músculos mais externos da costela e as cartilagens costais não são retirados (ABCS, 2014). Segundo MUCCILOLO (*et al.*, 1943) o suíno é o único animal com o bacon, porque ele tem o panículo cárneo espesso e gordura revestindo a face interna e externa, a qual é uma característica singular ao bacon.

3.2.2.4 Costela

A costela é obtida pela retirada da pele, parte torácica da barriga e da separação da paleta, ela é removida da parte torácica abaixo das massas musculares do dorso por meio de corte com serra (MUCCILOLO, *et al.*, 1943). Tem forma de meia-lua com ossos, cor rosa clara e apresenta gordura intermuscular (ABCS, 2014).

3.2.2.5 Carré

O carré é obtido após remoção da sobrepaleta, paleta, pernil, costelas e toucinho, com formato de prisma, cor torácica escura e gordura intermuscular. As partes lombares são de cor rosa clara, não possuindo gordura (ABCS, 2014).

3.2.2.6 Lombo

O lombo é constituído pelos músculos que formam o dorso da meia carcaça, incluindo a parte anterior do pescoço e parte posterior ao pernil, de forma cilíndrica e equivale ao

contrafilé, as partes torácicas têm coloração mais escura e gordura intermuscular, já as porções lombares têm coloração rosa clara, sem gordura. Comercialmente vendido como lombo com gordura, lombo aberto e borboleta (ABCS, 2014).

3.2.2.7 *Filezinho*

O filezinho é formado pelos músculos que estão na face ventral das últimas vértebras torácicas, lombares, fêmur e ilíaco. Tem formato semelhante a um peixe e coloração rósea, além de ser sem gordura (BRASIL, 1988; ABCS, 2014).

3.2.2.8 *Pernil*

O pernil é obtido da parte posterior da carcaça suína, formado pelos músculos e ossos da região sacrococcígea, pélvica e membro posterior sem o pé. Possui coloração rósea, mas pode haver outras tonalidades com gordura intermuscular. O pernil pode ser desossado em cortes iguais aos do bovino, sendo eles o coxão mole, duro, lagarto, patinho e alcatra, além da picanha suína (BRASIL, 1988; ABCS, 2014).

Mesmo havendo controle para evitar a perda de qualidade da carne em todas as etapas do processo, segundo a legislação brasileira (portaria nº 711 de 01/11/1995 do MAPA), é preciso atentar-se para a temperatura da sala de desossa, e ainda a temperatura das carcaças e da carne. Assim, a temperatura máxima na sala de desossa deve ser de 10 °C, a fim de que as carcaças e as carnes sejam mantidos em temperatura ≤ 7 °C (BRASIL, 1996; BRASIL, 2004).

3.3 MICRO-ORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE

Os sistemas de controle de qualidade consideram parâmetros para a avaliação das condições de higiene nas superfícies e nos ambientes, podendo ser utilizados indicadores de contaminação fecal, como, por exemplo, a família Enterobacteriaceae. Entretanto, para a avaliação das condições higiênicas do processo todo, pode ser realizada a contagem de bactérias

mesófilas aeróbias (GHAFIR *et al.*, 2008). No Brasil, o Ministério da Saúde, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA vêm sistematicamente definindo leis que visam à proteção do consumidor final. No entanto, na legislação brasileira não há parâmetros microbiológicos oficiais para superfícies dos equipamentos, mãos e luvas de manipuladores de alimentos, por isso as empresas habilitadas à exportação seguem os requisitos dos mercados destino (BARRETO, 2017).

Os principais mercados importadores da carne suína brasileira são o mercado asiático e a União Europeia (ABPA, 2017). O regulamento 471/2001 da Comissão Europeia estabelece os controles regulares à salubridade das condições de produção em abatedouros (BRASIL, 2003). Sendo assim, o Ministério de Agricultura, desde a Divisão de Controle do Comércio Internacional – DCI, mediante a CIRCULAR N.º 463/2004/DIPOA, indicam às empresas exportadoras desses mercados a seguir os limites previstos na legislação da União Europeia.

Na mencionada regulamentação, a verificação da limpeza e desinfecção em superfícies tem apenas duas categorias de resultados na avaliação, aceitável e não aceitável. Conforme o regulamento, as contagens totais viáveis (mesófilos aeróbios - CTV) são aceitáveis até 10 UFC/cm² e em enterobactérias até 1 UFC/cm². A frequência é cada duas semanas do mês e os locais que devem ser objeto de maior atenção são as áreas destinadas a entrar em contato com o produto ou em que seja possível que tal aconteça (BARRETO, 2017).

A presença de micro-organismos nos alimentos não significa necessariamente um risco para o consumidor ou uma qualidade inferior desses produtos. Na realidade, excetuando-se o reduzido número de produtos submetidos à esterilização comercial, os alimentos podem conter leveduras inócuas, fungos filamentosos, bactérias e outros micro-organismos. A maioria dos alimentos torna-se potencialmente perigosa para o consumidor somente após terem sido violados os princípios de higiene, limpeza e desinfecção. Se os alimentos têm estado sujeitos a condições que pudessem permitir a entrada e/ou multiplicação de agentes infecciosos, ou, tóxicos, podem se constituir em veículo de transmissão de enfermidades (ICMSF, 2000).

Segundo Landgraf (2008), micro-organismos indicadores são grupos ou espécies de micro-organismos que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre

a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento, além de poderem indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento.

A Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas para Alimentos (ICMSF, 1984) agrupou os micro-organismos indicadores em duas categorias:

1. Micro-organismos que não oferecem risco direto à saúde, mas oferecem uma estimativa acerca de uma condição: como a contagem padrão de mesófilos, as contagens de psicrotróficos, de termófilos, de bolores e leveduras.
2. Micro-organismos que oferecem um risco baixo ou indireto à saúde e cuja presença pode indicar condições indesejáveis: como as estimativas de coliformes totais, de coliformes fecais ou termotolerantes, de enterococos, enterobactérias totais e de *Escherichia coli*.

Alguns critérios devem ser considerados na definição de um micro-organismo ou grupo de micro-organismos como um indicador: o mesmo deve ser de rápida e fácil detecção; deve ser facilmente distinguível de outros micro-organismos da microbiota do alimento; não deve estar presente como contaminante natural do alimento; deve estar sempre presente quando o patógeno associado o estiver; a contagem bacteriana deve correlacionar-se com o do patógeno alvo; deve apresentar necessidades e velocidade de crescimento semelhantes às do patógeno; deve ter velocidade de morte que seja ao menos semelhante à do patógeno e, se possível, sobrevivência levemente superior à do patógeno; deve estar ausente nos alimentos que estão livres do patógeno, ou estar presente em quantidades mínimas. No entanto, nem sempre todas essas características são conjuntamente possíveis ou observadas (LANDGRAF, 2008).

A estimativa da contagem de bactérias viáveis baseia-se no número de colônias que se desenvolvem nas placas com agar nutritivo, que foram previamente inoculadas com quantidades conhecidas de amostra diluída do alimento e incubadas sob condições previamente determinadas, principalmente de temperatura e tempo. Cada tipo de estimativa de micro-organismos viáveis é potencialmente útil para finalidades específicas, como a estimativa de termófilos ou de proteolíticos, assim como a contagem total de bactérias mesófilas aeróbias e

facultativas viáveis (CBT ou “TVC”) é a análise mais frequentemente utilizada para avaliar a qualidade sanitária dos alimentos (ICMSF, 2000).

A análise microbiológica é de extrema importância pelo fato de fornecer informações sobre condições higiênicas da produção que podem sugerir a presença de patógenos (CAPITA *et al.*, 2003; GHAFIR *et al.*, 2008).

No Brasil, ainda não há legislação específica para parâmetros microbiológicos em superfície de equipamentos, mãos e utensílios utilizados pelos manipuladores. (BARRETO, 2017). Contudo, para alimentos, os padrões microbiológicos seguem a IN 60/2019 da ANVISA (BRASIL, 2019).

3.3.1 Mesófilos

O grupo dos aeróbios mesófilos é composto por micro-organismos da família *Enterobacteriaceae*, além de representantes dos gêneros *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, dentre outros (LANNA, 2013). Além disso, todas as bactérias patogênicas de origem alimentar pertencem ao grupo dos mesófilos, onde uma elevada contagem indica que houve condições favoráveis para que esses patógenos se multiplicassem (FRANCO e LANDGRAF, 2005).

A contagem padrão de micro-organismos aeróbios mesófilos é usada como indicador da população bacteriana em uma amostra. É uma contagem genérica para micro-organismos que crescem aerobicamente ou facultativamente em temperaturas de incubação que variam entre 15 e 45 °C (CARVALHO, 2001; MORTON, 2001).

É um dos indicadores microbiológicos de qualidade mais comumente utilizados, mas não é aplicável aos alimentos nos quais há processo de fermentação. Indica se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante os processos de tratamento industrial, transporte e armazenamento foram realizados de forma adequada (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods* – ICMSF, 1982). Pode transmitir informação ao processador de alimentos a respeito da vida útil ou tendência a mudanças sensoriais (MORTON, 2001).

Contagem elevada deste grupo de bactérias nos alimentos perecíveis também é indicativa do uso de matéria-prima contaminada ou processamento insatisfatório, do ponto de vista sanitário (FRANCO & LANDGRAF, 1996). E, como a maioria das bactérias patogênicas é mesófila, uma alta contagem pode ser indicativa de maior possibilidade de ocorrência de bactérias patogênicas (CARVALHO, 1999).

Segundo a APHA, a contagem de mesófilos aeróbios em superfícies de equipamentos e utensílios higienizados é aceitável até 2 UFC/cm². Entretanto, para Silva (2005) e Andrade (2008), esta recomendação americana seria muito rígida para as condições brasileiras, no que diz respeito a restaurantes brasileiros, aumentando-a até 50 UFC/cm² de aeróbios mesófilos por superfície para equipamentos e utensílios e estendendo-a para a recomendação em mãos de manipuladores de alimentos em até 10⁴ UFC/mãos. Contudo, as avaliações encontradas utilizando esses parâmetros foram somente em artigos acadêmicos.

3.3.2 Enterobacteriaceae

A presença de Enterobacteriaceae é utilizada para avaliar as condições higiênico-sanitárias, sendo que contagens elevadas mostram indícios de contaminação microbiana, por falhas na limpeza e na sanitização inadequada. Vários micro-organismos dessa família representam perigo à saúde dos consumidores. Segundo GHAFIR (*et al.*, 2008), se apenas uma categoria de micro-organismos indicadores deve ser escolhida para monitoramento do processo, o grupo Enterobacteriaceae deve ser escolhido em razão de sua correlação com a presença de *Escherichia coli* e sua presença e distribuição no ambiente.

A família Enterobacteriaceae está constituída por bacilos Gram-negativos, aeróbios e anaeróbios facultativos, oxidase negativos, fermentadores de glicose e produtores de catalase, enzima que destrói peróxidos tóxicos que se acumulariam durante o metabolismo aeróbico (ADAMS e MOSS, 2008).

As enterobactérias, pelo fato de serem sensíveis aos sanitizantes, mesmo não indicando a contaminação fecal nos alimentos como os coliformes, são indicadores da condição sanitária, pois colonizam locais onde o saneamento foi ineficaz (TORTORELLO, 2003; MANAFI, 2003).

A presença de Enterobacteriaceae é utilizada para avaliar as condições higiênico-sanitárias que, em contagens elevadas, representam indícios de contaminação do processo. Isso deve-se às condições favoráveis à multiplicação microbiana, ou seja, limpeza e sanitização inadequadas que propiciam a presença de enteropatógenos nos equipamentos. Vários microorganismos da família Enterobacteriaceae representam perigo à saúde dos consumidores, visto possuírem a capacidade de desenvolverem quadros de infecções e/ou intoxicações de origem alimentar quando da ingestão, respectivamente, de suas células viáveis e/ou toxinas em certas quantidades (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

A avaliação higiênico-sanitária de superfícies pela contagem de enterobactérias indica possíveis falhas de higiene no processo, podendo ocasionar contaminação cruzada pelo contato da carcaça com superfícies mal higienizadas ou com conteúdo contaminado, como o conteúdo gastrointestinal do animal (KICH & SOUZA, 2015). Além disso, a contagem de mesófilos aeróbios é realizada para monitorar a qualidade do processamento de alimentos, ela está relacionada com a baixa qualidade da higiene do processo (BARROS *et al.*, 2007). Para Serraino (*et al.* 2012), são indicadores genéricos das condições inadequadas de produção, conservação ou mesmo transporte.

As salmonelas também pertencem à família Enterobacteriaceae, possuem forma de bastonetes Gram-negativos, geralmente móveis e sendo eliminadas em grande proporção nas fezes, contaminando água e solo (BRASIL, 2011). Encontram-se distribuídas amplamente na natureza, sendo seus principais reservatórios naturais o homem e os animais, podendo ser encontrada no trato intestinal de mamíferos, aves, anfíbios e répteis (HUR, JAWALE, LEE, 2012). A *Salmonella* sp. também é uma bactéria entérica, envolvida em surtos registrados em vários países por ser responsável por graves infecções alimentares (MAIJALA, RANTA, SEUNA, 2005; TESSARI *et al.*, 2003).

3.3.3 *Escherichia coli*

Escherichia coli é uma bactéria anaeróbica facultativa, Gram-negativa, pertencente à família Enterobacteriaceae, originária da microbiota intestinal que possui o formato de coco-bacilo (FUNASA, 2006).

Micro-organismo habitante do trato intestinal de humanos e animais endotérmicos, mas, se direcionado para a circulação sanguínea, pode provocar doenças e infecções no organismo hospedeiro. Além disso, podem ser contraídas cepas da bactéria pela ingestão de água ou alimentos contaminados, pelo contato com animais doentes e instrumentos médicos contaminados, podendo causar graves infecções no trato urinário, sendo uma das infecções mais contraídas por seres humanos (BOLAND, *et al.*, 2000).

A *E. coli* é o exemplo mais expressivo de bactérias Gram-negativas, relacionada com várias doenças pela sua patogenicidade, determinadas pela colonização no hospedeiro, penetração em superfícies com mucosas e inibição dos mecanismos de defesa do hospedeiro (NAVEEN, 2005).

A *E. coli* é considerada a enterobactéria mais encontrada na carne e sua contaminação ocorre, na maioria das vezes, durante o abate, pelo contato da pele do animal com resíduos de fezes. A higiene incorreta dos utensílios e equipamentos utilizados no processo industrial, assim como as mãos dos colaboradores, são fatores importantes que contribuem com o aumento da contagem de micro-organismos deteriorantes e patogênicos nas amostras de carne após a manipulação (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

E. coli é o principal micro-organismo aeróbio facultativo do trato intestinal de homens e animais de sangue quente, por este motivo é considerado um indicativo de contaminação fecal, direta ou indireta de águas e alimentos (DOYLE e PADHYE, 1989; MANNING, 2010). A bactéria inicia a colonização no trato intestinal, já nas primeiras horas de vida destes (ESLAVA *et al.*, 2003).

3.4 PROCEDIMENTO PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL (PPHO)

O MAPA define PPHO como um programa de higiene que tem por objetivo descrever de maneira detalhada os procedimentos de higienização de ambientes, equipamentos, superfícies e utensílios destinados à produção de alimentos, com ênfase nas superfícies que entram em contato com os alimentos, visando a prevenir a contaminação e a contaminação cruzada do produto (BRASIL, 2003).

O processo de higienização é dividido nas etapas de limpeza e sanitização. Este processo é de extrema importância no controle sanitário em uma indústria alimentícia. O procedimento de limpeza é dividido em operações de pré-lavagem (remoção inicial da sujidade macroscópica e grosseira), lavagem com detergentes (remoção de resíduos orgânicos e inorgânicos aderidos às superfícies através da utilização de detergentes alcalinos ou ácidos através do esfregado com o auxílio de fibras) e enxágue (remoção dos resíduos de detergentes), como descrito por Gava *et al.* (2008).

A sanitização é um procedimento obrigatório que deve ser feito após a limpeza dos equipamentos e superfícies, visando a eliminar os micro-organismos patogênicos e deteriorantes presentes. De acordo com Kasnowski e colaboradores (2010), existem inúmeros agentes sanitizantes utilizados em frigoríficos, destacando-se o emprego de compostos clorados, iodados e quaternário de amônia, ácidos e peróxido de hidrogênio, sendo que a aplicação direta ou pulverizada destas substâncias sobre as superfícies ajudam a controlar o crescimento da microbiota presente, podendo eliminar ou inibir sua multiplicação e formação de biofilmes.

A não realização ou deficiência do procedimento de higienização pode resultar na formação de biofilmes nas superfícies, tornando-se uma potencial fonte de contaminação para os alimentos. A formação de biofilmes dificulta a higienização das superfícies, pois os micro-organismos aderem à superfície em razão do acúmulo de células viáveis e permanecem sob uma matriz de exopolissacarídeos que age como adesivo e barreira defensiva, protegendo as células de agentes antimicrobianos, evitando sua remoção pelo fluxo destas substâncias (STOCCO *et al.*, 2017). Inúmeros micro-organismos patogênicos e deteriorantes são capazes de aderir a uma superfície e formar biofilmes. Entre os deteriorantes estão *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fragi*, *Micrococcus* spp., e em relação aos patogênicos, incluem-se *Listeria monocytogenes*, *Yersina enterocolitica*, *Salmonella thyphimurium*, *Escherichia coli* O157: H7 e *B. cereus* (STOCCO *et al.*, 2017).

Blume e Ribeiro (2006), afirmaram que mesmo não havendo uma referência específica para níveis de contaminação microbiana, com riscos à saúde para as pessoas, é adotado o valor de 10² UFC/superfície total (Unidades Formadoras de Colônia por superfície total), como sendo

representativo de uma alta contaminação por bactérias; visto que a resolução RDC n.º 12 de janeiro de 2001 estabelece este limite de tolerância para a contaminação microbiana em diversos tipos de alimentos.

O monitoramento eficaz, realizado de forma preventiva pelos profissionais responsáveis pelo controle de qualidade através da avaliação microbiológica do ambiente, dos equipamentos, dos utensílios e dos manipuladores podem melhorar a qualidade dos alimentos. Os resultados obtidos com esse monitoramento, normalmente, são comparados às especificações ou às recomendações propostas por órgãos oficiais, ou por entidades científicas conceituadas, tais como a *American Public Health Association* (APHA) e a Organização Mundial de Saúde (OMS). Dependendo dos resultados, mantêm-se as técnicas de higienização adotadas ou são tomadas medidas corretivas (ANDRADE *et al.*, 2003).

A higienização tem como objetivo preservar a qualidade microbiológica do alimento, através do controle e prevenção da formação de biofilmes, de maneira a se obter um produto que, além das propriedades nutricionais e sensoriais, possua boa condição higiênico-sanitária, não oferecendo risco para a qualidade e segurança do produto. O processo de limpeza se caracteriza pela eliminação de restos de alimentos e outras sujidades presentes sobre as superfícies, já a desinfecção consiste na destruição ou remoção dos micro-organismos (ANDRADE, 2008).

Para se obter um programa de higienização eficiente, é essencial ter conhecimento da natureza da sujidade a ser removida, sabendo-se escolher a maneira mais adequada para sua remoção, bem como, o método mais indicado de avaliação da eficácia do mesmo, observando-se o custo-benefício. A avaliação da eficácia dos sanitizantes pode ser considerada um pouco complexa, pois pode ser afetada por vários fatores, como a concentração dos resíduos, tipo de microbiota na superfície, tempo de contato superfície/sanitizante e a concentração de micro-organismos (TELLES, 2011).

3.4.1 Higienização

Equipamentos e utensílios mal higienizados são responsáveis por surtos de doenças de origem alimentar ou por alterações de alimentos processados, exclusivamente ou associados a outros fatores, com relatos do aparecimento de aproximadamente 16% desses surtos (ANDRADE, 2003; CHESCA *et al.*, 2003), pois no geral, a higienização de utensílios em indústrias e estabelecimentos processadores de alimentos não é efetuada corretamente (SILVA, 2006).

Dentre os micro-organismos importantes para a ocorrência de toxinfecção alimentar, destacam-se a *E. coli*, que indica contaminação fecal; *Staphylococcus aureus*, indicador de presença de material nasal ou orofaríngeo (que também pode ser colonizador da microbiota do humano) e *B. cereus*, indicador de contaminação ambiental. As possíveis formas de contaminação do alimento por *S. aureus* se dão através de secreções nasais, pelo *B. cereus*, ocorre durante o manuseio e processamento dos alimentos e a por *E. coli* através das fezes e da água contaminada (MURRAY *et al.*, 2009).

Uma avaliação microbiológica constata a eficácia de higienização através da análise de micro-organismos indicadores de contaminação fecal. Em utensílios previamente higienizados, a verificação segue alguns passos como: visual, que é a observação da ausência/presença de qualquer resíduo; de contato, usada quando a vista não alcança as sujidades e pode ser feita com o uso de um *swab* para a detecção de matéria orgânica ou até mesmo micro-organismos (SILVA, 2006).

Para a determinação da qualidade microbiológica de alimentos, considera-se o número e tipo de micro-organismos (contaminação inicial), seguido de sua multiplicação no alimento ou ambiente. Em condições ideais, as bactérias são micro-organismos com maior velocidade de crescimento (tempo de geração 15 a 20 minutos) e são responsáveis pela maior incidência de casos de contaminação em alimentos (FRANCO, 1996; SILVA, 2006).

A grande maioria das bactérias patogênicas de origem alimentar são mesófilas. Portanto, uma alta contagem de bactérias mesófilas aeróbias significa ocorrência de condições favoráveis à multiplicação. Não há padrões microbiológicos estabelecidos para mesófilas aeróbias, porém

esta contagem é comumente empregada para indicar algum procedimento inadequado do ponto de vista sanitário (FRANCO, 1996).

3.4.2 Sanitizantes

A ação dos sanitizantes é afetada pelas características das superfícies, tempo e temperatura de contato, concentrações, diferentes tipos de resíduos presentes nas superfícies, pH, propriedades físico-químicas da água e substâncias inativadoras. O tipo e a concentração dos micro-organismos contaminantes de superfície também influenciam, como, por exemplo, os esporos que apresentam maior resistência que as células vegetativas. Além disso, os sanitizantes são mais efetivos sobre bactérias Gram-negativas do que em Gram-positivas devido à diferenciação da parede celular de ambas (ANDRADE, 2008).

A utilização de antimicrobianos nas formulações de sanitizantes e desinfetantes contribuem para a manutenção dos níveis de higienização. Tais produtos, quando usados como parte de um programa de higiene e sanitização, alinhados com os princípios da análise de perigos e pontos críticos de controle, ajudam a manter os micro-organismos patogênicos sob controle. Estes antimicrobianos são particularmente importantes em ambientes de alto risco de contaminação, como as indústrias de processamento de alimentos (LEITÃO, 1984; MACEDO, 2000).

O detergente neutro pode ser aplicado em utensílios, equipamentos e na lavagem das mãos, removendo material orgânico e sujidades (antes da desinfecção), porque dissolve as gorduras, melhora a penetração da água e diminui a tensão superficial da gordura (SILVA; SILVA, 2006).

Segundo Rêgo e Faro (2003), o cloro é largamente utilizado na indústria de alimentos por apresentar vantagens como baixo custo comparado com os demais sanitizantes, como também, por mostrar-se eficaz em diferentes diluições e ser de fácil preparo e aplicação. A ação do cloro se dá com a destruição da cápsula bacteriana de proteção e oxidação do protoplasma celular, exercendo sua ação sanitizante, também formando cloraminas tóxicas que alteram a

permeabilidade celular e impedem a regeneração enzimática (RÊGO; FARO, 1999; GERMANO; GERMANO, 2003).

Evangelista (2000) afirma que apesar do baixo custo e facilidade de preparo e aplicação, o hipoclorito de sódio é altamente corrosivo, podendo danificar juntas de peças de borrachas, reagir com matéria orgânica, podendo irritar a pele, mucosa e vias respiratórias dos manipuladores onde for utilizado. É um produto de amplo espectro, em concentrações altas pode transmitir sabores e odores indesejáveis na área aplicada, bem como irritabilidade para olhos e pele (SILVA *et al.*, 2010).

A produção de hipoclorito de sódio *in loco* ocorre por meio da eletrólise e é uma alternativa para a desinfecção de água que tem se mostrado bastante promissora. A solução oxidante produzida é resultado da eletrólise do cloreto de sódio e contém o ácido hipocloroso em equilíbrio com o íon hipoclorito, outras espécies do cloro, além de traços de outros oxidantes (OLIVEIRA, 2009).

Os geradores de solução oxidante *in loco* seguem como uma das tecnologias alternativas para desinfecção de água que tem se evidenciado e que está acessível no mercado brasileiro. A solução é produto da reação eletrolítica do cloreto de sódio e contém o ácido hipocloroso em equilíbrio com o íon hipoclorito (cloro livre), outras espécies de cloro, além de traços de outros oxidantes, como peróxido de hidrogênio, ozônio e há uma certa quantidade de hidróxido de sódio e o gás hidrogênio (o qual é liberado para a atmosfera). A solução pode ser produzida em batelada ou de forma contínua e, nesse caso, dosada diretamente na água a ser desinfetada (OLIVEIRA, 2009).

Para a produção dessa solução por meio da eletrólise é necessária a combinação de três elementos: sal (cloreto de sódio), água e eletricidade. A eletrólise caracteriza um processo não espontâneo de descarga de íons, baseado na conversão de energia elétrica em energia química. A reação química ocorre quando é aplicada uma corrente elétrica externa. A finalidade dessa aplicação é decompor ou sintetizar novos produtos químicos, como a eletrólise do cloreto de sódio em solução aquosa formando cloro, hidróxido de sódio, hidrogênio e hipoclorito de sódio (GARCIA, 2018).

O ácido peracético é também um dos sanitizantes mais utilizados na indústria de alimentos (ROSSONI; GAYLARDE, 2000; SOUZA; DANIEL, 2005). Segundo Andrade e Macedo (2008), as concentrações de ácido peracético mais comumente utilizadas nas indústrias de alimentos variam de 300 a 700 $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$. O quaternário de amônio quando em contato com membrana celular dos micro-organismos, alteram sua permeabilidade, estimulando a glicólise e provocando assim o esgotamento celular. Possuem a vantagem de ser de fácil preparo e aplicação, neutralizam odores, com um amplo espectro de ação, com exceção das bactérias Gram-negativas. O custo desse composto é elevado, pouco eficiente em meio ácido e em contato com proteínas (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

A clorexidina caracteriza-se por ser um poderoso antisséptico de amplo espectro no controle de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos. Sua ação microbicida baseia-se na capacidade de produzir alterações e danos irreversíveis na membrana celular microbiana, causando a morte da célula e, dessa maneira, não permitindo a criação de resistência (RELATÓRIO TÉCNICO DA CLOREXIDINA, s.d.).

3.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Análises laboratoriais são indispensáveis para verificar se os padrões e especificações microbiológicas, nacionais ou internacionais são atendidos adequadamente. Atualmente, os métodos laboratoriais são comumente divididos em métodos “tradicionais ou convencionais” e métodos “rápidos”. Os métodos convencionais estão descritos em publicações consideradas de referência, internacionalmente aceitas, porém, requerem grande disponibilidade de tempo e excessivo trabalho laboratorial (SILVA *et al.*, 2006; FRANCO, 2008).

Os métodos rápidos surgiram a partir da década de 70, como consequência da necessidade de se abreviar o tempo necessário para a obtenção de resultados analíticos e melhorar a produtividade laboratorial. Além desses objetivos, esses métodos visam também a simplificação do trabalho e a redução de custos. Para alguns métodos, essas vantagens aliam-se a outras como a maior sensibilidade e especificidade (FRANCO, 2008). Durante mais de duas décadas, os métodos rápidos têm sido desenvolvidos para substituir a metodologia

tradicional, oferecendo resultados mais rápidos e sensíveis, aumentando a produtividade do laboratório (PRIEGO, R.; MEDINA, L.M.; JORDANO, R., 2000).

Os gastos relacionados com as análises microbiológicas foram no total de R\$: 5.376,00. O valor em análises de mesófilos foi de R\$: 1.536,00, já quanto as análises de *Enterobacteriaceae* teve o custo de R\$: 1.088,00, para as análises de *Escherichia coli* foi gasto o valor de R\$: 1.504,00, e para as análises de ATP o gasto foi de R\$: 1.248,00

3.5.1 Método rápido de placas do tipo CompactDry

O *Compact Dry* é um método de ensaio microbiológico simples, seguro e específico, que permite determinar e quantificar micro-organismos de alimentos, matérias-primas e ambientais. Possui uma fácil absorção das amostras inoculadas (LABORCLIN, 2019).

Compact Dry TC é um meio para contagem bacteriana total viável, que contém Ágar Padrão de Nutrientes. As colônias que crescem no Compact Dry TC são vermelhas devido ao indicador redox sal de tetrazólio (LABORCLIN, 2019).

A contagem padrão de micro-organismos aeróbios mesófilos é utilizada como indicadora da população bacteriana em uma amostra. Este grupo possui relevância por serem indicadores genéricos das condições inadequadas de produção, conservação ou mesmo transporte (SERRAINO *et al.*, 2012). É uma contagem genérica para micro-organismos que crescem aerobicamente ou facultativamente em temperaturas de incubação que variam entre 15 °C e 45 °C (CARVALHO, 2001).

3.5.2 Método rápido de placas do tipo Petrifilm

As placas *PetrifilmTM*, desenvolvidas na década de 80, constituem em um método alternativo para enumerar micro-organismos indicadores em alimentos (BELOTI *et al.*, 2003). O *PetrifilmTM* EC é reconhecido por várias organizações internacionais (AOAC e APHA) como método oficial para contagem de coliformes e *Escherichia coli* em todos os tipos de alimentos (APHA, 1992).

As placas de Petrifilm são compostas por nutrientes ou agentes seletivos e diferenciais revestidos por filmes, com um agente geleificante solúvel em água fria e cloreto de trifeniltetrozólíio. Um mL da diluição é plaqueada diretamente sobre as placas, espalhadas através da pressão sobre o inóculo contra um filme sobreposto, com auxílio de um espalhador plástico (difusor). A contagem das colônias é realizada após a incubação das placas inoculadas, nas mesmas condições que o plaqueamento convencional (SENYK *et al.*, 1987).

3.5.3 Método de ATP bioluminescência: Adenosina trifosfato – ATP

O teste de ATP em superfície UltraSnap é um dispositivo independente para uso com luminômetros Hygiena. O dispositivo de teste e o luminômetro criam um sistema usado para o monitoramento da condição higiênica de superfícies de equipamentos de processamento e outros ambientes numa ampla gama de setores. O sistema funciona ao medir a adenosina trifosfato (ATP), a molécula de energia universal encontrada em todas as células de animais, plantas, bactérias, leveduras e mofo. Resíduos de produtos de matéria orgânica deixados nas superfícies contêm ATP. A contaminação microbiana na superfície contém ATP, mas, normalmente, em quantidades menores. Após uma limpeza adequada, todas as fontes de ATP devem estar significativamente reduzidas. Quando é coletada uma amostra e o ATP é colocada em contato com o reagente luciferase/ luciferina líquido, estável e exclusivo do dispositivo de teste *UltraSnap*, é emitida uma luz diretamente proporcional à quantidade de ATP presente na amostra. O luminômetro mede a luz gerada e informa os resultados em unidades relativas de luz (URL). O resultado em URL fornece informações sobre o nível de contaminação em questão de segundos. Quanto mais alto for o número URL, maior será a presença de ATP e mais suja estará a superfície. É importante observar que o UltraSnap foi projetado para detectar quantidades invisíveis/ vestígios de resíduos. Sobrecarregar o cotonete com matéria física ao passá-lo por uma superfície visivelmente suja inibirá a reação bioluminescente e produzirá resultados imprecisos (Manual Hygiena - Teste de ATP em superfície UltraSnap™, 2019).

ATP é a sigla utilizada para se referir à adenosina trifosfato, um composto organofosfatado presente em todos os organismos biologicamente ativos, incluindo maior parte dos alimentos e resíduos alimentares (CALVERT, *et al.*, 2000; KIM *et al.*, 2011).

O ATP está presente em reações bioenergéticas de todas as células vivas, sendo um importante agente na maioria das reações enzimáticas bioquímicas, como síntese de proteínas, transporte ativo, movimentos e transmissão de impulsos nervosos, atuando como fonte primária de energia para o metabolismo celular (HEUNNEKENS & WHITELY, 1960; EDWIN, TIFFT & STUART, 1976; PACIELLO *et al.*, 2013).

O ATP liberado por micro-organismos destruídos (não viáveis) é rapidamente ativado por outros organismos ou pelo ambiente a sua volta e convertido em formas diferentes de fosfato. Portanto, a determinação de ATP pode ser considerada a medição dos organismos vivos de um sistema (LEVIN, CHEN & DAVIS, 1967).

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICA DE DADOS BIOLÓGICOS

3.6.1 - Estatística Descritiva e Estatística Inferencial

Conforme afirma MORETTIN (2010, p.- 1) “[...] podemos dizer que a essência da Ciência é a **observação** e que seu objetivo básico é a **inferência**, que pode ser **dedutiva** (na qual se argumenta das premissas às conclusões) ou **indutiva** (por meio da qual se vai do específico ao geral).”

A estatística descritiva baseia seu estudo em determinar medidas de posição, como média, mediana, variância, traçar e analisar gráficos. MORETTIN (2010) traz que tradicionalmente a análise descritiva de dados limitava-se a calcular algumas medidas de posição e variabilidade, porém uma tendência mais moderna, liderada por TUKEY (1977), utiliza principalmente técnicas gráficas, em oposição a resumos numéricos.

A inferência é um passo seguinte à análise descritiva, por ela tenta-se responder se as hipóteses do trabalho científico são verdadeiras. MORETTIN (2010) define os objetivos da inferência estatística: a coleta, redução, análise e modelagem dos dados, a partir do que, finalmente, faz-se a inferência para uma população da qual os dados (a amostra) foram obtidos.

3.6.2 - Tipos de Variáveis

As variáveis podem ser divididas em qualitativas e quantitativas. As variáveis qualitativas são conhecidas também como não métricas ou categóricas. Já as variáveis quantitativas são conhecidas como métricas.

As variáveis qualitativas podem ser nominal, ou ordinal, segundo FÁVERO (2017), "A escala nominal classifica as unidades em classes ou categorias em relação à característica representada, não estabelecendo nenhuma relação de grandeza ou de ordem. É denominada nominal porque as categorias se diferenciam apenas pelo nome."

Já sobre as ordinais FÁVERO (2017, p. 10) as define da seguinte forma:

Uma variável não métrica em escala ordinal classifica as unidades em classes ou categorias em relação à característica representada, estabelecendo uma relação de ordem entre as unidades das diferentes categorias. A escala ordinal é uma escala de ordenação, designando uma posição relativa das classes segundo uma direção. Qualquer conjunto de valores pode ser atribuído às categorias das variáveis, desde que a ordem entre elas seja respeitada.

As variáveis quantitativas podem ser discretas quando possuem valores naturais e enumeráveis, ou contínuas quando pertencem a um conjunto de números reais.

3.6.3 Testes Paramétricos e Não Paramétricos

Segundo FÁVERO (2017), os testes paramétricos são utilizados quando os testes são formulados sobre os parâmetros das populações (média, variância), os não paramétricos são formulados sobre características categóricas da população. Os testes paramétricos precisam que a amostra siga a distribuição normal, já os não paramétricos podem ser feitos para qualquer distribuição.

Abaixo foram detalhados alguns destes testes.

3.6.3.1 Teste *T* de Student para uma amostra

O teste *T* é aplicado para comparar a média de uma amostra, contra a média de uma população, para utilizá-lo é necessário que a distribuição da amostra siga uma distribuição normal. Para isso foi preciso realizar um teste para a normalidade como o teste Shapiro Wilk.

3.6.3.2 Teste *T* de Student para comparação de duas médias populacionais

O teste *T* é aplicado para comparar duas médias relativas à mesma população, como o teste *T* de Student para uma amostra, o mesmo precisa que as amostras possuem distribuição normal. O teste utilizado para verificar a normalidade da amostra, é o teste de Shapiro Wilk, como no teste *T* de Student para uma amostra.

3.6.3.3 Teste Shapiro Wilk

Segundo FÁVERO (2017), "O teste de Shapiro-Wilk (S-W) é baseado em Shapiro e Wilk (1965) e pode ser aplicado para amostras de tamanho $4 < "n" < 2.000$, sendo uma alternativa ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (K-S) no caso de pequenas amostras ($n < 30$)"

O teste assume às hipóteses abaixo:

H_0 : a amostra provém de uma população com distribuição normal

H_1 : a amostra não provém de uma população com distribuição normal

3.6.3.4 ANOVA de um fator

A ANOVA é a extensão do teste *T* de Student, para duas médias populacionais, ela permite verificar várias médias simultaneamente, para FÁVERO *et al.* (2009), citado por FÁVERO (2017), "a ANOVA de um fator permite verificar o efeito de uma variável explicativa

de natureza qualitativa (fator) em uma variável dependente de natureza quantitativa. Cada grupo inclui as observações da variável dependente em uma categoria do fator."

As hipóteses que a ANOVA responde são:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1: \exists_{(i,j)} \mu_i \neq \mu_j, i \neq j$$

3.6.3.5 ANOVA fatorial

A ANOVA fatorial utiliza as mesmas hipóteses que a ANOVA de um fator, porém é utilizada quando quer analisar mais de uma variável categórica, inclusive a interação entre elas. É preciso cuidado, e posterior análise para montagem do modelo, pois segundo MAROCO (2014), citado por FÁVERO (2017), "o modelo torna-se muito complexo, já que o efeito de múltiplas interações pode confundir o efeito dos fatores."

3.6.3.6 Teste de Fisher

O teste exato de Fisher é alvo de várias publicações e polêmicas, segundo AGRETI, 1992, ele é usado para tabelas de contingência 2x2 e tenta inferir sobre as proporções de aparecimento de um fenômeno, ele utiliza a distribuição hipergeométrica, e as hipóteses para o teste são:

$$H_0: p_1 = p_2$$

$$H_1: p_1 \neq p_2$$

Onde "p" é considerado a proporção de aparecimento de um evento. A principal polêmica é, pôr o teste ser um teste exato, teoricamente não teria nexos estabelecer um nível de significância.

3.6.3.7 Teste de Mantel-Haenszel

O teste Mantel-Haenszel também é um teste exato como o de Fisher, porém ele utiliza mais de um fator para fazer a análise das proporções. O teste é feito a partir da seguinte fórmula:

$$T_{mh} = \frac{\sum_i x_i - \sum_i \frac{r_i c_i}{n_i}}{\sum_i \frac{r_i c_i (n_i - r_i)(n_i - c_i)}{n_i^2 (n_i - 1)}}$$

TABELA 1. Tabela de contingências por características

	Característica		Total
	Presença	Não	
Grupo A	x_i	$r_i - x_i$	r_i
Grupo B	$c_i - x_i$	$n_i - r_i - c_i + x_i$	$n_i - r_i$
Total	c_i	$n_i - c_i$	n_i

Fonte: AUTOR (2023).

Para cada variável categórica, foi criado uma tabela de contingência (tabela 1), sendo que o teste de hipótese é o mesmo do teste exato de Fisher, e por esse teste foi possível ver se uma variável qualitativa diferente não está influenciando no teste.

3.6.3.8 Teste U de Mann-Whitney

Segundo FÁVERO (2017, p. 277),

O teste *U* de Mann-Whitney é um dos testes não paramétricos mais poderosos, aplicado para variáveis quantitativas ou qualitativas em escala ordinal, e tem como objetivo verificar se duas amostras não

pareadas ou independentes são extraídas da mesma população. É uma alternativa ao teste t de *Student* quando a hipótese de normalidade for violada ou quando o tamanho da amostra for pequeno, podendo ser considerado a versão não paramétrica do teste t para duas amostras independentes.

Como os dados originais são transformados em postos (ordenações), perdemos alguma informação, ou seja, o teste U de Mann-Whitney não é tão poderoso como o teste t .

Diferente do teste t , que verifica a igualdade das médias de duas populações independentes e com dados contínuos, o teste U de Mann-Whitney testa a igualdade das medianas.

3.6.3.9 Teste dos sinais para uma amostra

O teste dos sinais para uma amostra substitui o teste T quando não há pressuposto de normalidade, ou quando a amostra é muito pequena. Tanto ele como o teste U de Mann-Whitney, há uma perda de informação por transformar uma amostra quantitativa em qualitativa, ou por ranques.

3.6.4 Linguagem de Programação R

Para a análise foi utilizado a linguagem de programação R, em sua versão 4.0.2. R é uma linguagem desenvolvida e pensada para a análise de dados com licença livre. A linguagem possui muitas bibliotecas para a análise de dados, e já possui muitos testes e variações, tornando o trabalho estatístico muito mais simples.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na planta industrial de um frigorífico abatedouro de suínos, situado na região do Vale do Taquari que atua sob Serviço de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A planta possui capacidade total de abate de 2.800 animais por dia e sua sala de desossa tem capacidade para manipulação de 40.000 peças por dia, em um único turno. As amostras de facas e chairas avaliadas foram coletadas aleatoriamente, na linha de produção da desossa e as análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da empresa.

O presente estudo foi realizado no primeiro turno da desossa, o qual abrange uma extensão de 503 m² e emprega 280 colaboradores em sua operação. Dentro dessa área, podem ser encontradas cinco esteiras de corte que são utilizadas de forma contínua e eficiente em todo o processo de desossa.

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Utensílios de desossa

Foi observado que cada colaborador da sala de desossa possuía um conjunto de ferramentas, incluindo uma faca e uma chaira com cabos de cores distintas, utilizados alternadamente durante o turno. No âmbito deste estudo, foram avaliadas especificamente as facas com lâminas de aço inoxidável e cabo de polipropileno, bem como as chairas com corpo de aço inoxidável, de acordo com os modelos ilustrados na Figura 1.

FIGURA 1. Modelos de utensílios (chaira e faca)



Fonte: LOJÃO DE OFERTAS (2023).

A cada duas horas de trabalho, os colaboradores trocam suas facas e chairas por um conjunto de cabo de cores diferentes. Em seguida, os utensílios substituídos são higienizados na sala de limpeza dedicada a tal finalidade. Esse procedimento é executado de forma contínua ao longo do turno, assegurando que todas as ferramentas utilizadas na desossa estejam constantemente higienizadas e prontas para uso.

4.1.2 Sanitizantes

Os sanitizantes utilizados foram o Neobiodine da marca Neobrax (São Paulo), cujo nome químico é Digluconato de Clorexidina. Esse sanitizante apresenta uma solução incolor amarelo palha, límpida a ligeiramente opalescente, inodora e com sabor amargo, e tem um pH entre 5,5 e 7,0. Além disso, também foi utilizado o hipoclorito de sódio (cloro), produzido pela empresa a partir da utilização de energia elétrica, água e sal.

A clorexidina é definida como substância sintética, oriunda de uma bis-biguanida, composto químico catiônico com molécula simétrica. Possui atividades como antisséptico, desinfetante não específico de segunda geração e conservante (SILVA *et al.*, 2000).

O digluconato de clorexidina pode ser utilizado em várias concentrações, mas a excelência se dá em concentração a 2%. Não há significativa diferença no poder antimicrobiano nas concentrações de 2% e 4% (KAWAGOE, 2004). Nas concentrações de 0,2%, 0,5% e 0,75% o efeito de início é bacteriostático e, permanecendo à exposição do digluconato de clorexidina, ocorre morte do micro-organismo por lise da bicamada lipídica e extravasamento citoplasmático.

A solução de hipoclorito de sódio (cloro) é um processo que consiste na separação dos elementos químicos de um composto através do uso da eletricidade. Procede-se primeiro à decomposição (ionização ou dissociação) do composto em íons e, posteriormente, com a passagem de uma corrente contínua através destes íons, são obtidos os elementos químicos. Em muitos casos, dependendo da substância a ser eletrolisada e do meio em que ela ocorra, além de formar elementos, ocorre também a formação de novos compostos. O processo da eletrólise

é uma reação de oxirredução oposta àquela que ocorre numa célula galvânica, sendo, portanto, um fenômeno físico-químico não espontâneo.

Com a aplicação da eletricidade nos eletrodos submersos em uma solução de salmoura (solução de NaCl 3%), ocorre a separação dos íons do sal e da água.

A solução apresenta alta pureza devido à construção dos eletrodos, construídos com metais nobres como titânio, por exemplo. Na reação é liberado gás hidrogênio, o qual é destinado para a atmosfera por via de tubulação, não permanecendo no ambiente onde está instalado o equipamento.

O procedimento de eletrólise consiste em adicionar sal ao tanque saturado de salmoura, mantendo o volume mínimo e máximo permitido, onde a solução fica saturada a 30%. O volume na proveta graduada do controlador de vazão de água para o gerador, deve ficar entre 160 e 200 mL. Este volume é importante para a salmoura entrar no gerador com saturação em torno de 3%. No quadro de amperagem de automação, o valor deve ficar em torno de 170 A, pois quando chegar a 200 °C, irá desarmar por segurança. A vazão da dosadora da salmoura, deve ficar entre 30 a 40% da vazão nominal.

4.2 MÉTODO DE SANITIZAÇÃO

A higienização dos utensílios iniciava-se logo após a primeira troca, mediante um pré-enxágue com água morna (em torno de 47 °C). Em seguida, os utensílios eram minuciosamente esfregados com esponja e detergente neutro e, por fim, enxaguados na mesma água morna, como ilustrado na Figura 2.

FIGURA 2. Higienização dos utensílios (chaira)



Fonte: AUTOR (2022).

O tanque era higienizado com detergente alcalino e hipoclorito de sódio e após o enxágue os utensílios eram imersos nas soluções com os sanitizantes (cloro e clorexidina) em concentrações a 1,5% e 1,0%, conforme figura 3.

FIGURA 3. Utensílios imersos em solução



Fonte: AUTOR (2022).

4.3 COLETA DAS AMOSTRAS

Os pontos de coleta nas superfícies de equipamentos e utensílios foram determinados conforme o plano de amostragem já adotado pela empresa, que prioriza as superfícies de maior contato com os utensílios.

No teste com facas e chairas na sala da desossa, as coletas foram realizadas em 2 dias diferentes (análises sem duplicatas), onde foram coletadas o total de 128 amostras, sendo 64 de facas e 64 de chairas, logo após a sua higienização/sanitização. A coleta para as análises de *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* e para a contagem padrão de mesófilos foi realizada por meio de um *swab* com caldo Letheen (Hexis Científica/São Paulo). O *swab* foi retirado da embalagem com uma luva estéril, friccionado na superfície dos utensílios (lâmina da faca e haste da chaira) e posteriormente inserido no tubo com o caldo. Deste modo, para cada amostra de faca e chaira foi utilizado um *swab* para cada coleta.

O conjunto de utensílios (faca e chaira), foram identificadas de 1 a 5, conforme figura 4, realizado as coletas após serem higienizadas/sanitizadas (resultando na contagem inicial), logo em seguida os utensílios entregues para os colaboradores na linha da desossa para uso

(conforme os locais descritos na figura 5), na realização dos cortes das carcaças. Após este procedimento, elas foram recolhidas higienizadas/sanitizadas e realizada uma nova coleta (resultado da contagem após sanitizante).

FIGURA 4. Identificação dos utensílios



Fonte: AUTOR (2022).

FIGURA 5. Locais de coletados nos utensílios

Facas/Chairas coletadas
Faca/Chaira 1 - Descourear carré
Faca/Chaira 2 - Desossar paleta
Faca/Chaira 3 - Toalete da costela
Faca/Chaira 4 - Toalete do pernil
Faca/Chaira 5 - Toalete da sobrepaleta

Fonte: AUTOR (2022).

Logo após coletadas, foram identificadas e acondicionadas em caixa isotérmica do tipo isopor e as amostras foram transportadas imediatamente ao laboratório de microbiologia da empresa.

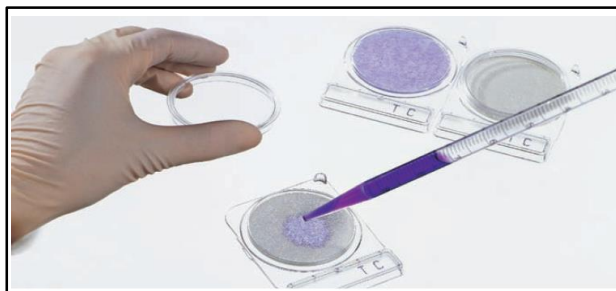
4.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

4.4.1 Determinação e quantificação de micro-organismos aeróbios mesófilos

Para esta quantificação foi utilizado o teste Compact Dry® TC (fabricado por HyServe, Alemanha), sendo um teste rápido para contagem bacteriana total viável, que contém ágar padrão de nutrientes. As colônias que crescem no Compact Dry® TC são vermelhas devido ao indicador redox sal de tetrazólio (LABORCLIN, 2020).

Após a coleta da amostra com o *Swab* com caldo de Lethen, é realizada a transferência de 1 mL direto do tubo de caldo Lethen para a placa de Compact Dry® TC, que foi considerada a diluição 0, conforme o ilustrado pela figura 6.

FIGURA 6. Método simples para detecção de micro-organismos através da Placa de Compact Dry®



Fonte: HYSERVE – COMPACT DRY® (2018).

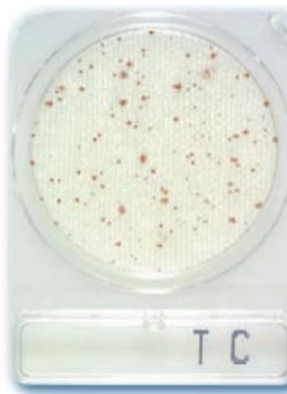
Incubou-se as placas na posição invertida, em estufa 35 a 37 °C por 48 h. Não há limite de empilhamento de placas.

4.4.1.1 Interpretação dos resultados para análise de Aeróbios Mesófilos

É preciso considerar algumas observações:

- a) Contar todas as colônias vermelhas independentemente do tamanho ou intensidade da cor conforme a figura 7.
- b) O resultado é expresso em: UFC/g (carnes), UFC/mL (águas), UFC/100 cm² (carcaças e monitoramento de higiene).
- c) Se a área amostrada foi modificada, alterar a forma de expressão do resultado.

FIGURA 7. Imagem de uma Placa de Compact Dry® TC

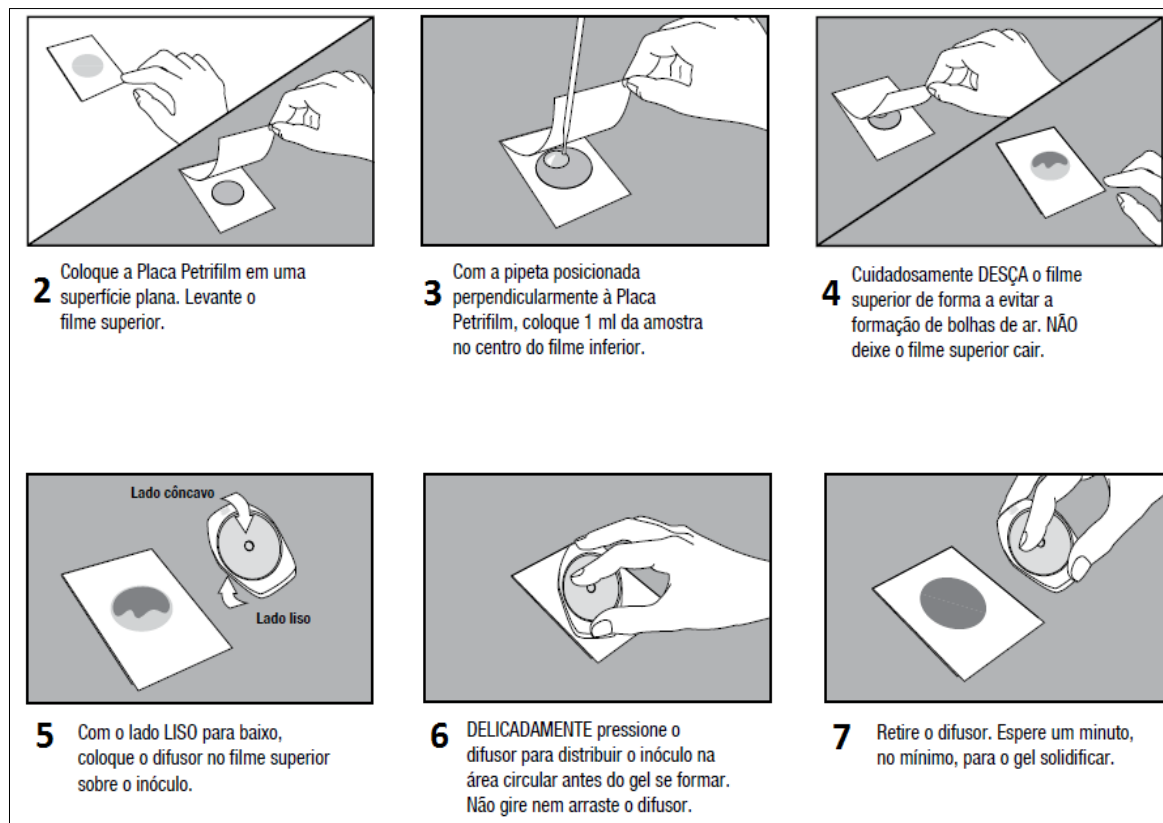


Fonte: HYSERVE – COMPACT DRY® (2018).

4.4.2 Determinação e quantificação de *Enterobacteriaceae* e *Escherichia coli*

Após a coleta da amostra com o *Swab* com caldo de Letheen, é realizada a transferência de 1 mL direto do tubo de caldo letheen para a placa de PetrifilmTC (fabricante 3M Microbiologia do Brasil, São Paulo), que foi considerada a diluição 0. O procedimento de inoculação das amostras para analisar ambos os micro-organismos seguem o descrito no esquema representado pela figura 8, conforme orientação do fabricante das placas prontas.

FIGURA 8. Processo de inoculação da amostra em uma Placa de Petrifilm



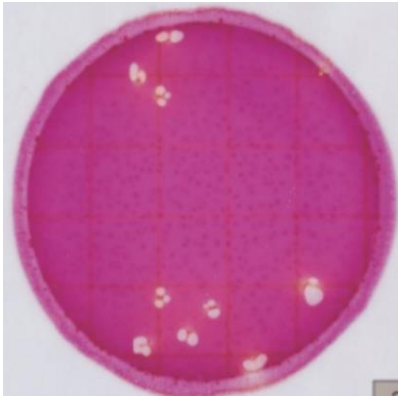
Fonte: GUIA DE INTERPRETAÇÃO 3M™ PETRIFILM™ (2009).

Incubou-se as placas na posição horizontal com o lado transparente para cima em pilhas de até 20 placas, em estufa: $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 ± 4 h para *E. coli* e $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ou $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ou ainda $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 h para *Enterobacteriaceae*.

4.4.2.1 Interpretação dos resultados para análise de *Enterobacteriaceae*

Contou-se todas as colônias vermelhas com zonas amarelas e/ou colônias vermelhas com bolhas de gás com, ou sem zonas amarelas, conforme as figuras 9, 10 e 11.

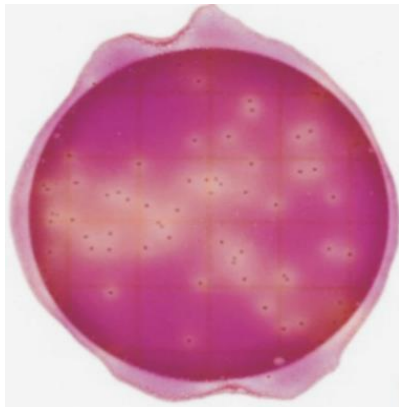
FIGURA 9. Placa de contagem Petrifilm® *Enterobacteriaceae*



Contagem de *Enterobacteriaceae*=9

Fonte: GUIA DE INTERPRETAÇÃO 3M™ PETRIFILM™ (2009).

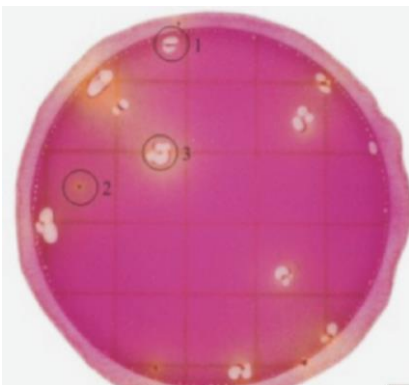
FIGURA 10. Placa de contagem Petrifilm® *Enterobacteriaceae*



Contagem de *Enterobacteriaceae*=77

Fonte: GUIA DE INTERPRETAÇÃO 3M™ PETRIFILM™ (2009).

FIGURA 11. Placa de contagem Petrifilm *Enterobacteriaceae*



Círculo 1 = Colônias associadas a bolhas de gás e sem zonas ácidas.

Círculo 2 = Colônias com zonas ácidas amarelas sem produção de gás.

Círculo 3 = Ambas as colônias produtoras de gás ou ácido.

Fonte: GUIA DE INTERPRETAÇÃO 3M™ PETRIFILM™ (2009).

Para a leitura de ambas as placas deve-se considerar algumas observações:

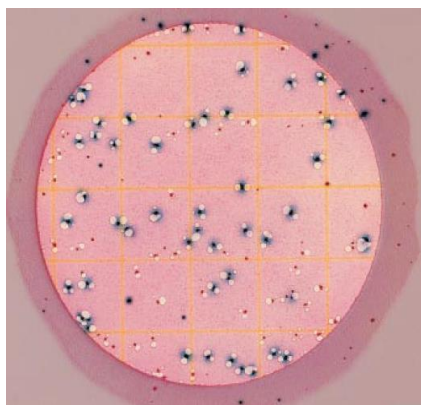
a) Não numerar colônias presentes na espuma, pois elas não estão sob a ação dos agentes de seletividade do meio e nem bolhas de ar artificial.

b) A área de crescimento circular é de 20 cm². Em placas que contenham mais de 100 colônias, as contagens podem ser estimadas, contando-se o número de colônias em um ou mais quadrados representativos e determinando-se o número médio por quadrado. Multiplicar o número por 20 para determinar a contagem estimada por placa.

4.4.2.2 Interpretação dos resultados para análise de *Escherichia coli*

Após o período de incubação as placas são retiradas da estufa, sendo realizada a leitura da mesma, conforme exemplos representados pelas figuras 12 e 13.

FIGURA 12. Placa para a detecção de *Escherichia coli* (com contagem)

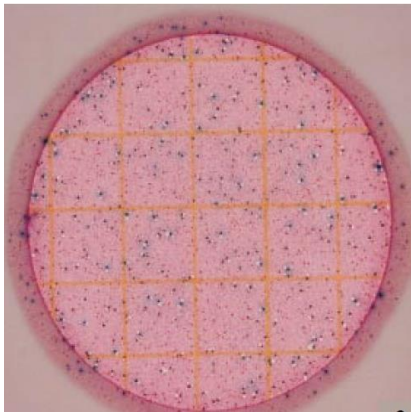


Contagem de *E.coli*= 49

(Colônias azul com produção de gás)

Fonte: GUIA DE INTERPRETAÇÃO 3M™ PETRIFILM™ (2009).

FIGURA 13. Placa para a detecção de *Escherichia coli* (incontável)



Contagem de *E.coli* = incontável

Fonte: GUIA DE INTERPRETAÇÃO 3M™ PETRIFILM™ (2009).

A interpretação se dá devido à produção de glicuronidase por *Escherichia coli* que reage com o corante indicador na placa, formando um precipitado azul em torno da colônia. A maioria das linhagens de *Escherichia coli* também produzem gás, que fica retido pelo filme superior. Deve-se contar as colônias azuis associadas às bolhas de gás.

4.4.3 Determinação do ATP

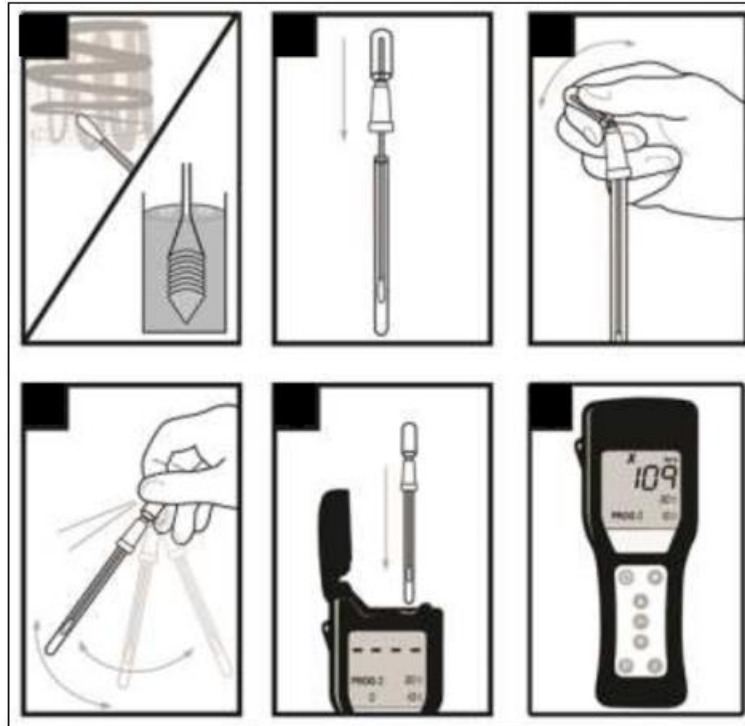
O procedimento descrito conforme a figura 14, consiste em ligar o luminômetro e automaticamente ele irá se calibrar durante 60 segundos. Abrir a tampa do luminômetro e inserir um *swab* de ATP, não é necessário quebrá-lo, fechar a tampa e pressionar OK. Repetir o mesmo procedimento até que a leitura do luminômetro seja zero (controle em branco).

Para a coleta da amostra, deve-se retirar o *swab* do tubo e passá-lo por toda a área a ser analisada, no sentido vertical e após no sentido horizontal, sempre em movimento de rotação.

Após passar o *swab*, deve-se colocá-lo de volta em seu tubo, quebrada sua parte superior e apertada até que todo o reagente desça para a parte inferior do tubo. Antes de inserir no equipamento para a leitura é necessário homogeneizar o *swab* em movimento pendular por 5

segundos. Após inserir o *swab* no luminômetro, fechar a tampa e pressionar OK. É necessário segurar o luminômetro verticalmente e a leitura se dará em 15 segundos.

FIGURA 14. Instruções para uso do luminômetro



Fonte: HYGIENA. SystemSURE Plus and EnSURE™ Operator Manual V5.0, 2020.

4.4.3.1 Interpretação dos resultados para análise de ATP

Após tempo de análise, o aparelho mostra no visor o resultado, sendo considerado um valor inferior a 50 URL/faca ou chaira como aceitável. Resultado acima de 50 URL por utensílio é rejeitada a higienização e o procedimento de limpeza/sanitização deve ser realizado novamente.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram executados Teste T de Student para uma amostra, Teste T de Student para duas amostras, Teste Shapiro Wilk, Análise de ANOVA, Teste de Fisher, Teste de Mantel-Haenszel e Teste U de Mann-Whitney, ANOVA Fatorial e Teste dos Sinais para as análises microbiológicas de Mesófilos, Enterobacteriaceae, *Escherichia coli* e ATP em facas e chairas antes e após o uso, em dois dias diferentes de coletas.

4.5.1 Análise das variáveis

Para proceder na escolha do modelo, as variáveis foram divididas conforme dados descritos na tabela 2:

TABELA 2. Tipos de variáveis

Variáveis	Tipo de Variáveis	Valores que pode assumir
Mesófilos	Quantitativa	$>1,0 \times 10^1$ ou $<1,0 \times 10^1$, sendo considerado zero
ATP	Quantitativa	≥ 0
<i>Escherichia coli</i>	Quantitativa	$>1,0 \times 10^1$ ou $<1,0 \times 10^1$, sendo considerado zero
Enterobacteriaceae	Quantitativa	$>1,0 \times 10^1$ ou $<1,0 \times 10^1$, sendo considerado zero
Tempo de Banho	Qualitativa	3 minutos e 7 minutos
Utensílio	Qualitativa	Faca e Chaira
Momento da Coleta	Qualitativa	contagem inicial e contagem após sanitizante
Sanitizante	Qualitativa	Cloro e Clorexidina

Fonte: AUTOR (2023).

Dado que a análise de mesófilos é uma contagem sempre baixa, a mesma foi transformada em uma variável qualitativa em que será constatado o aparecimento acima ou abaixo do limite. Para reforçar o modelo, foi realizada a análise da medida acima de $1,0 \times 10^1$, ou abaixo desse valor.

Os mesmos testes foram feitos para *Escherichia coli* e Enterobacteriaceae. Apenas para a análise de ATP, foi possível continuar usando uma variável quantitativa.

4.5.2 Definição dos modelos

A definição do modelo foi baseada em CAMPBELL (2016) e RODRIGUES (2014), onde eles relacionam o tipo de variável com o tipo de retorno esperado. Abaixo foram descritos testes que foram realizados, conforme dados apresentados na tabela 3.

TABELA 3. Tipos de variáveis

Entrada	Tipo de Entrada	Saída	Tipo de Saída	Teste
Sanitizante	Qualitativa	Mesófilos (acima ou abaixo do limite)	Qualitativa	Teste Exato de Fisher
Sanizante, Tempo de Banho, Utensílio, Momento da Coleta	Qualitativas	Mesófilos (acima ou abaixo do limite)	Qualitativa	Teste de Mantel-Haenszel
Sanizante, Tempo de Banho, Utensílio, Momento da Coleta	Qualitativas	ATP	Quantitativa	Anova Fatorial
Sanitizante	Qualitativa	ATP	Quantitativa	Teste T ou Teste U de Mann Whitney
Sanitizante	Qualitativa	ATP (1 amostra)	Quantitativa	Teste dos Sinais

Fonte: AUTOR (2023).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas análises microbiológicas de facas e chairas utilizadas na sala de desossa, durante o período de junho a setembro do ano de 2022. Os utensílios foram submetidos a um processo de higienização seguido de enxágue e, em seguida, foram imersos em soluções contendo sanitizantes, sendo utilizadas concentrações de 1,5% e 1,0% para o cloro e a clorexidina, respectivamente.

Os resultados encontrados para as análises de Mesófilos, *Enterobacteriaceae*, *E. coli* e ATP em facas e chairas antes e após o uso, em dois dias diferentes de coletas, podem ser observados nas tabelas 4, 5, 6 e 7.

TABELA 4. Resultados das análises no primeiro dia, utilizando o sanitizante cloro, à concentração 1,5% e tempo de 3 minutos

Análise	Limite	Contagem inicial		Contagem após sanitizante		Contagem inicial		Contagem após sanitizante	
		Faca 1I	Chaira 1I	Faca 1AS	Chaira 1AS	Faca 2I	Chaira 2I	Faca 2AS	Chaira 2AS
Análise de Mesófilos (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	5,8 x 10³	<1,0 x 10 ¹	6,0 x 10¹	<1,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹
Análise de <i>Enterobacteriaceae</i> (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de ATP (URL/100 cm²)	50	3	0	22	14	4	0	32	4

* (I)= Contagem Inicial e (AS)= Contagem Após Sanitizante

TABELA 5. Resultados das análises no primeiro dia, utilizando o sanitizante cloro, à concentração 1,5% e tempo de 7 minutos

Análise	Limite	Contagem inicial		Contagem após sanitizante		Contagem inicial		Contagem após sanitizante	
		Faca 3I	Chaira 3I	Faca 3AS	Chaira 3AS	Faca 4I	Chaira 4I	Faca 4AS	Chaira 4AS
Análise de Mesófilos (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	5,0 x 10³	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de <i>Enterobacteriaceae</i> (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de ATP (URL/100 cm²)	50	3	0	13	20	1	3	12	14

* (I)= Contagem Inicial e (AS)= Contagem Após Sanitizante

TABELA 6. Resultados das análises no segundo dia, utilizando o sanitizante clorexidina, à concentração 1% e tempo de 3 minutos

Análise	Limite	Contagem inicial		Contagem após sanitizante		Contagem inicial		Contagem após sanitizante	
		Faca 5I	Chaira 5I	Faca 5AS	Chaira 5AS	Faca 6I	Chaira 6I	Faca 6AS	Chaira 6AS
Análise de Mesófilos (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de <i>Enterobacteriaceae</i> (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de ATP (URL/100 cm²)	50	7	4	6	4	10	17	6	25

* (I)= Contagem Inicial e (AS)= Contagem Após Sanitizante

TABELA 7. Resultados das análises no segundo dia, utilizando o sanitizante clorexidina, à concentração 1% e tempo de 7 minutos

Análise	Limite	Contagem inicial		Contagem após sanitizante		Contagem inicial		Contagem após sanitizante	
		Faca 7I	Chaira 7I	Faca 7AS	Chaira 7AS	Faca 8I	Chaira 8I	Faca 8AS	Chaira 8AS
Análise de Mesófilos (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	5,0 x 10 ¹
Análise de <i>Enterobacteriaceae</i> (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 cm²)	1,0 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Análise de ATP (URL/100 cm²)	50	5	0	2	16	2	6	7	5

*UFC/cm² - Unidades Formadoras de Colônia por cm²

* (I)= Contagem Inicial e (AS)= Contagem Após Sanitizante

Fonte: AUTOR (2022).

Em relação aos parâmetros microbiológicos, utilizou-se o padrão interno da empresa, estabelecendo valores máximos para cada indicador, os quais foram definidos da seguinte forma: para Mesófilos, o máximo permitido é de $1,0 \times 10^2$ UFC/100 cm²; para Enterobacteriaceae, o limite máximo permitido é de $1,0 \times 10^2$ UFC/100 cm²; no caso da *Escherichia coli*, a presença é tolerada em um máximo de $1,0 \times 10^2$ UFC/100 cm², mas a ausência é altamente desejável; e para ATP, o limite máximo permitido é de 50 URL/faca e chaira. Tais critérios foram adotados com o intuito de garantir a qualidade dos utensílios utilizados na linha de desossa, bem como de assegurar a segurança dos produtos finais destinados ao consumo humano. Embora as referências bibliográficas possam sugerir limites mais elevados para os níveis de ATP, a empresa adotou uma postura mais rigorosa, levando em consideração o histórico de análises realizadas e optando por estabelecer um limite mais restritivo para esse parâmetro.

De acordo com Brasil *et al.* (2017), apesar dos avanços tecnológicos nos últimos anos na indústria de carnes, a manutenção do controle higiênico-sanitário de equipamentos e utensílios utilizados durante o processamento, ainda é um problema. Equipamentos e utensílios podem contaminar os alimentos se não forem higienizados adequadamente, reduzindo assim o prazo de validade e a segurança do produto.

A legislação brasileira, não define parâmetros microbiológicos para superfícies de equipamentos e utensílios utilizados no processamento de alimentos. Entretanto, para os abatedouros exportadores para o mercado asiático e a União Europeia, os parâmetros microbiológicos para aeróbios mesófilos aceitáveis são de até 1 log UFC/cm² e ausência para *Enterobacteriaceae* (EC, 2005).

Os resultados das análises microbiológicas realizadas no primeiro dia de coleta utilizando o sanitizante cloro, com concentração de 1,5% e tempo de imersão de 3 minutos, estão descritos na tabela 4. Observou-se um aumento de 2 log na contagem de mesófilos para a “Chaira 1AS”, que apresentou resultado de $5,8 \times 10^3$ UFC/cm² após o uso do sanitizante, enquanto a faca manteve-se dentro dos limites aceitáveis. O utensílio “Chaira 2I”, que apresentou resultado inicial de $6,0 \times 10^1$ UFC/cm², teve uma redução para $1,0 \times 10^1$ UFC/cm² após o processo de sanitização “Chaira 2AS”. É importante ressaltar que, apesar de serem os mesmos

utensílios, a superfície de coleta não é a mesma, o que pode ter influenciado nos resultados. Durante o estudo, foi observado que todos os utensílios estavam aparentemente limpos, sem presença de matéria orgânica e gorduras visíveis. Ressalta-se que quanto às análises de ATP, foi estabelecido o limite aceitável de 50 URL/cm², o qual foi mantido em todas as análises realizadas.

Os resultados descritos na tabela 5 revelam que, no primeiro dia de coleta, durante as análises microbiológicas, foi utilizado o sanitizante cloro em uma concentração de 1,5% e um tempo de imersão de 7 minutos e demonstram que houve um aumento de 2 log na contagem de mesófilos para a “Chaira 3AS”, cujo resultado foi de 5×10^3 UFC/cm². No entanto, a contagem de mesófilos para o utensílio faca permaneceu dentro dos limites aceitáveis. É importante salientar que o sanitizante utilizado não foi efetivo, uma vez que, mesmo ao aumentar o tempo de contato, não foi possível obter resultados dentro dos limites aceitáveis.

De acordo com os resultados apresentados nas tabelas 6 e 7, as análises microbiológicas realizadas no segundo dia utilizando o sanitizante clorexidina em duas diferentes concentrações (1%) e tempos de imersão (3 e 7 minutos), demonstraram que todas as contagens se mantiveram dentro dos limites aceitáveis. É importante ressaltar que tanto o cloro quanto a clorexidina foram eficazes para essas condições de tempo e concentração. Dessa forma, os baixos valores de contagem encontrados neste estudo podem ser atribuídos à eficiência das práticas higiênicas adotadas no estabelecimento.

Posteriormente, com base nos resultados do teste exato de Fisher (encontra-se no apêndice, conforme a figura 35), foram realizadas análises estatísticas em que foi possível chegar à conclusão que não deveria se rejeitar a hipótese nula, de que os dois sanitizantes possuem a mesma eficácia para manter os níveis de mesófilos abaixo do limite, a um nível de significância de 5%. Porém, para uma análise mais aprofundada, foi utilizado mais variáveis para analisar se as características das amostras influenciam na proporção de vezes que a amostra ficou acima do limite, onde foi utilizado o teste de Mantel-Haenszel bilateral, avaliando se a clorexidina tem eficácia diferente do hipoclorito. Para tanto foi montado o seguinte teste de hipótese:

$$H_0: p_{\text{clorexidina}-i} = p_{\text{cloro}-i}$$

$$H_1: p_{\text{clorexidina}-i} \neq p_{\text{cloro}-i}$$

Onde "p" consiste na proporção de aparecimento de sucessos e fracassos separado pelas características da amostra (tabelas 8 e 9), separada em grupos e compará-lo com o teste $Z_{1-\alpha}$, no nosso caso, bilateral, para tanto foi utilizado o teste de Mantel-Haenszel, comparando as características.

TABELA 8. Teste de grupos com tempo de 3 minutos

	Faca 3m antes		Faca 3m depois		Chaira 3 m antes		Chaira 3m depois	
	Sucesso	Fracasso	Sucesso	Fracasso	Sucesso	Fracasso	Sucesso	Fracasso
Clorexidina	2	0	2	0	2	0	2	0
Cloro	2	0	2	0	2	0	1	1
Total	4	0	4	0	4	0	3	1

Fonte: AUTOR (2023).

TABELA 9. Teste de grupos com tempo de 7 minutos

	Faca 7m antes		Faca 7m depois		Chaira 7m antes		Chaira 7m depois	
	Sucesso	Fracasso	Sucesso	Fracasso	Sucesso	Fracasso	Sucesso	Fracasso
Clorexidina	2	0	2	0	2	0	2	0
Cloro	2	0	2	0	2	0	1	1
Total	4	0	4	0	4	0	3	1

Fonte: AUTOR (2023).

Após a realização do teste chegou-se ao valor de 1,41. Consultando a tabela z, foi possível chegar ao valor de 1,65. Logo, a 5% de significância não se rejeita a hipótese H_0 , onde temos que a clorexidina possui o mesmo poder sanitizante para todas as características descritas nas amostras. Confirmando o achado no teste de Fisher. No entanto, deve-se ter cautela, pois a amostra por grupo é reduzida e pode causar distorções.

Para confirmar o resultado, foi usada outra tabela de contingência (tabela 10), essa baseada na medida de mesófilos, realizada através do teste exato de Fisher. O resultado do teste feito em R, encontra-se no apêndice, conforme figura 36.

Para analisar a amostra, foi inicialmente definida a categorização das variáveis, em seguida definido um conjunto de dados e, em sequência, analisado um teste de hipótese, onde segundo FÁVERO (2017, p. 173),

Um teste de hipótese é um procedimento para decisão sobre a veracidade ou falsidade de determinada hipótese. Para que uma hipótese estatística seja validada ou rejeitada com certeza, seria necessário examinarmos toda a população, que, na prática, é inviável.

Como alternativa, extraímos uma amostra aleatória da população de interesse. Como a decisão é tomada com base na amostra, podem ocorrer erros (rejeitar uma hipótese quando ela for verdadeira ou não rejeitar uma hipótese quando ela for falsa) [...].

As amostras coletadas estão descritas nas tabelas 4, 5, 6 e 7, respectivamente, que a partir dos dados completos foi utilizado informações selecionadas para a definição dos modelos. Para as análises, foram necessários selecionar informações específicas das mesmas tabelas descritas acima, onde foram identificadas antes da definição de cada teste. A principal hipótese a ser testada, é verificar se houve diferença na eficácia entre os dois tipos de sanitizantes, em contraposição à hipótese nula de que ambos apresentam a mesma eficácia. Para avaliar a eficácia, foi utilizada uma medida que vai compor o modelo.

Para analisar e comparar a eficácia do hipoclorito de sódio e da clorexidina, são iguais para os mesófilos, foram criadas duas tabelas de contingências (tabela 10 e 11). Na tabela 10, foi usado limite de $1,0 \times 10^2$, se a amostra encontrada está abaixo ou acima do limite em sequência após a utilização do teste exato de Fisher, escolhido pelas caselas possuírem menos

que 5 observações, sendo que para confrontar o resultado dos testes, foi estabelecido o limite de $1,0 \times 10^1$ (limite de detecção do aparelho). Também foi criada uma nova tabela de contingência (conforme dados da tabela 11).

TABELA 10. Tabela de Contingência para análise de mesófilos quanto ao seu aparecimento

Sanitizante	Característica		Total
	Acima de $1,0 \times 10^1$	Abaixo de $1,0 \times 10^1$	
Cloro	3	13	16
Clorexidina	3	13	16
Total	6	26	32

Fonte: AUTOR (2023).

TABELA 11. Tabela de Contingência Para análise dos mesófilos

Sanitizante	Característica		Total
	Acima do limite	Abaixo do limite	
Cloro	2	14	16
Clorexidina	0	16	16
Total	2	30	32

Fonte: AUTOR (2023).

Com os dados registrados na tabela de contingência (tabela 11), foi utilizado o seguinte teste de hipótese:

$$H_0 : P_{\text{clorexidna}} = P_{\text{cloro}}$$

$$H_1 : P_{\text{clorexidna}} \neq P_{\text{cloro}}$$

Foi utilizada a linguagem 'R', na IDE RStudio, realizando o Teste Exato de Fisher do pacote stats, pacote integrante do R (R CORE TEAM 2022), a resposta encontra-se no apêndice, conforme figura 36.

Os sistemas de controle de qualidade consideram parâmetros para a avaliação das condições de higiene nas superfícies e nos ambientes, podendo ser utilizados micro-organismos indicadores de contaminação fecal, como, por exemplo, a família *Enterobacteriaceae*. Entretanto, para a avaliação das condições higiênicas do processo todo, pode ser realizada a contagem de bactérias aeróbias (GHAFIR *et al.*, 2008). Isso pode estar atribuído ao fato de que a contagem total de micro-organismos aeróbios mesófilos é uma contagem genérica para micro-organismos que crescem aerobiamente ou facultativamente em temperaturas de incubação que variam entre 15 °C e 45 °C (CARVALHO, 2001).

França Filho (2005) encontrou valores máximos de contagem de mesófilos de $5,5 \times 10^4$ UFC/cm², avaliando meias-carcaças oriundas de matadouros-frigoríficos do estado de Goiás. Segundo GILL *et al.* (2000), quando o número de bactérias mesófilas, na superfície de carcaças de bovinos e pequenos ruminantes é superior a 10^5 UFC/cm² há indícios de que o abate ocorreu em más condições de higiene.

Alimentos obtidos a partir de fontes animais, como o caso da carne suína, podem ser considerados importantes fontes de infecção para o consumidor, devido à possibilidade da presença de uma série de bactérias patogênicas (CHOI *et al.*, 2013; NORRUNG; BUNCIC, 2008). De fato, a carne suína é um dos principais produtos envolvidos nos casos de infecções ocasionadas pela ingestão de alimentos e, reconhecidamente importante, fonte de salmonelose em humanos (ARGUELLO *et al.*, 2013; CDC, 2013).

Segundo os estudos de ROÇA & SERRANO (1995), a deterioração da carne tem seu início quando as contagens estão na faixa de 10^6 UFC/g, com descoloração da superfície. Entre 10^7 e 10^8 UFC/g, surgem odores estranhos, entre 10^8 e 10^9 UFC/g, acontecem alterações indesejáveis de sabor e em contagens por volta de 10^9 UFC/g, aparece a limosidade superficial. Portanto, levando-se em conta esse indicador, os autores concluíram que os retalhos de carne que fizeram parte do presente estudo foram obtidos em boas condições higiênicas, ou seja, as boas práticas de fabricação e outros programas de qualidade foram executados a contento.

De acordo com os estudos de Gandra (2011), referente a Identificação de pontos de contaminação por *Salmonella spp.* e por indicadores de qualidade higiênico-sanitária no abate e processamento de bovinos localizado na região sul do Rio Grande do Sul, as mãos dos manipuladores, apresentaram as maiores concentrações de micro-organismos mesófilos aeróbios, com valor médio de 4,51 log UFC/mão¹, antes do início do processo de cortes e de 5,60 log UFC/mão⁻¹ durante a execução dos cortes.

A avaliação do grau de contaminação de bactérias aeróbias mesófilas não possui padrões microbiológicos para a superfície analisada. Porém, como ressalta SILVA JÚNIOR (2005), esses micro-organismos estão presentes no ambiente. Portanto, a presença de bactérias totais são indicadores das condições higiênico-sanitárias do local de preparo. A avaliação dessa contagem é comumente empregada como indicação de qualidade na produção de alimentos. Dessa forma, a presença de bactérias mesófilas aeróbias acima dos níveis aceitáveis indica haver necessidade de maiores cuidados quanto à qualidade de matérias-primas, ao binômio tempo x temperatura, às condições de manipulação no processamento dos alimentos e às falhas nos pontos críticos de controle, seja nos métodos de higienização ou na técnica envolvendo tempo e temperaturas de segurança (SILVA JÚNIOR, 2005 e AGUIAR *et al.*, 2006).

No trabalho de MARRA (2009), em um abatedouro frigorífico da região Centro-Oeste, encontrou micro-organismos mesófilos nas superfícies das chairas, onde 100% apresentaram-se acima do limite estabelecido para superfícies de equipamentos pela Decisão 471(MAPA, 2002), sendo que as contagens de mesófilos variaram de 15 a 15^8 UFC/cm². Além disso, foi observado o acúmulo de matéria orgânica, com destaque para gorduras, na junção da lâmina com o cabo das facas e chairas, que é de difícil remoção e insolúvel em água, protegendo

fisicamente os micro-organismos. Portanto, é de extrema importância que haja uma rigorosa higienização dos instrumentos de trabalho durante o processo de desossa.

Devido ao fato de que os valores de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli* estavam abaixo do limite de detecção do instrumento de medição, não foi possível realizar nenhum teste estatístico para esses micro-organismos. No entanto, pode-se considerar que ambos os sanitizantes utilizados - tanto o cloro quanto a clorexidina - foram eficazes para as amostras coletadas, visto que as contagens microbiológicas se mantiveram dentro dos limites aceitáveis.

A contagem de Enterobacteriaceae é utilizada para avaliar as condições higiênico-sanitárias, sendo que, quando elevadas, são indícios de contaminação do processo, ou seja, limpeza e sanitização inadequadas. Vários micro-organismos da família Enterobacteriaceae apresentam perigo à saúde dos consumidores, visto que possuem a capacidade de desenvolverem quadros de infecções e/ou intoxicações de origem alimentar quando da ingestão, respectivamente, de suas células viáveis e/ou toxinas em certas quantidades (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

Conforme GHAFIR *et al.* (2008), se for necessário escolher apenas uma categoria de micro-organismos indicadores para monitorar o processo, o grupo Enterobacteriaceae deve ser selecionado, pois apresenta uma forte correlação com a presença de *Escherichia coli* e está amplamente distribuído no ambiente. Portanto, se as condições de crescimento forem favoráveis, esses micro-organismos podem se disseminar e representar um risco para a segurança alimentar (DANTAS, 2014).

De acordo com os estudos microbiológicos realizados por Secchi *et al.* (2015), que avaliaram a presença de micro-organismos em serras e facas em um frigorífico da Região Norte do Rio Grande do Sul, verificou-se que houve contaminação por Enterobacteriaceae na faca 1 (1 UFC/cm²) e na faca 3 (1 UFC/cm²) após 2 horas de uso. No entanto, os resultados encontram-se dentro dos padrões aceitáveis estabelecidos.

A Decisão 471 (MAPA, 2002), estabelece limites de 1 a 10UFC/cm² para contagens de micro-organismos mesófilos em superfícies de equipamentos. No estudo realizado por MARRA (2009), relativo à, dinâmica da carga microbiana da sala de desossa em um

matadouro-frigorífico de Goiânia-GO, durante a jornada de trabalho, 80% dos resultados das contagens de mesófilos nas mesas utilizadas na sala de desossa, encontram-se acima dos limites estabelecidos pela Decisão 471(MCE, 2001). Entretanto, MENEZES *et al.* (2007), ao analisarem equipamentos de abatedouros, encontraram 16,6% dos equipamentos com contagens consideradas inaceitáveis pela Decisão 471 (MAPA, 2002), ou seja, de $4,0 \times 10^1$ a 5×10^1 UFC/cm². Os resultados apresentados por MENEZES *et al.* (2007), que ao analisarem 36 *swabs* de equipamentos de abatedouros, verificaram que 44% apresentaram contagem de Enterobacteriaceae superior a 1 UFC/cm², sendo que os valores oscilaram de 2 a $5,3 \times 10^2$ /UFC/cm².

A contagem de enterobactérias é mais específica que a contagem total de aeróbios mesófilos, entretanto ambos são considerados indicadores de higiene. As enterobactérias são uma família constituída principalmente pelo gênero *Citrobacter*, *Edwarddsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Kafnia* e *Klebsiella*, *Morganella* e *Proteus*, *Providencia*, *Salmonella*, *Serratia*, *Shigella* e *Yersinia* (ADAMS e MOSS, 2008). Além disso, a contaminação cruzada de equipamentos da sala de desossa pode ocorrer pela transferência de micro-organismos, como a *Escherichia coli* O157:H₇, de carcaças contaminadas durante as operações de abate (Rekow *et al.*; 2011).

No estudo microbiológico conduzido por MARRA (2009) em um abatedouro-frigorífico em Goiânia, foram obtidos valores máximos inferiores a 1 UFC/cm² nas facas analisadas, indicando ausência de micro-organismos nas determinações de NMP de coliformes fecais e *Escherichia coli*. No entanto, é importante ressaltar que os resultados das análises microbiológicas são reflexos das condições momentâneas e não necessariamente representam todas as situações que podem ocorrer durante o processamento, o que sugere a necessidade de constantes avaliações para garantir a qualidade e segurança dos produtos alimentícios.

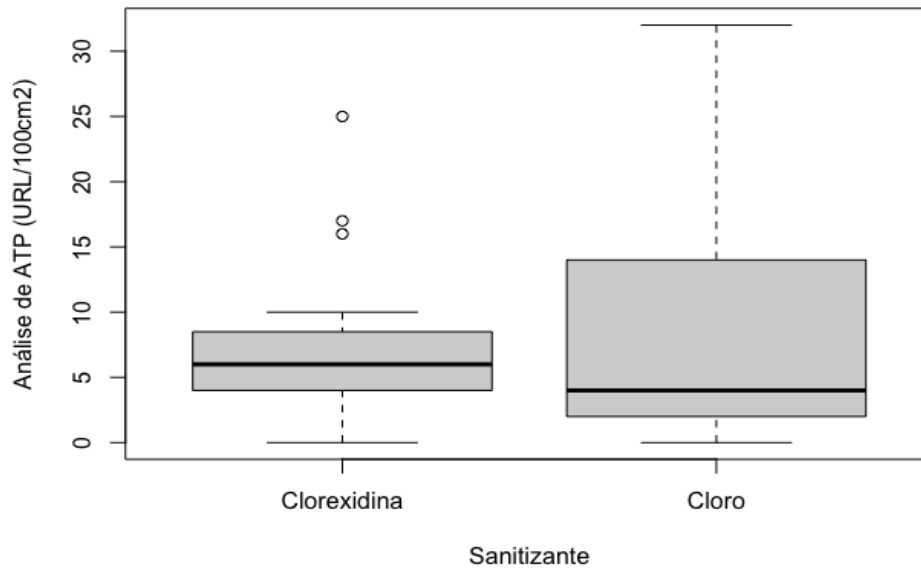
Por outro lado, é importante considerar os resultados do estudo de Skandamis *et al.* (2009), que mostrou que mesmo pequenas quantidades de células de *Escherichia coli* O157:H₇ em superfícies de aço inoxidável, podem persistir após uma limpeza inadequada e serem recuperadas através do enriquecimento bacteriano. Altas contagens de Enterobacteriaceae são frequentemente associadas a diversas causas, principalmente falhas nas condições higiênicas de

manipulação, o que evidencia a importância da implementação de programas de Boas Práticas de Fabricação. No entanto, considerando que no estudo realizado por MARRA (2009), as contagens microbiológicas para esta família de bactérias em facas foram baixas, pode-se inferir que as normas sanitárias de abate foram atendidas de forma adequada. Os resultados encontrados nos estudos microbiológicos realizados por este autor, mostram-se em acordo com os padrões exigidos pela Decisão 471 (MAPA, 2002) para contagens de *Enterobacteriaceae* em superfícies de equipamentos, ou seja, 100% dos resultados estão abaixo do limite aceitável de 1 UFC/cm².

Os resultados dos estudos microbiológicos realizados por STADTLOBER (2021), sobre a contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e *Enterobacteriaceae* em um frigorífico de suínos do Rio Grande do Sul revelaram alto índice de contaminação nas facas da desossa, o que é consistente com os achados de Noskosm *et al.* (2015), que também observaram alta contaminação das facas após duas horas de uso. Por outro lado, a pesquisa de Secchi, Salazar e Wendt (2015) sobre a Avaliação microbiológica em serras e facas em um frigorífico da Região Norte do Rio Grande do Sul indica que o tempo de até duas horas para troca das facas atende ao padrão microbiológico estabelecido pela legislação, o que significa que não há risco de contaminação cruzada.

Para as análises de ATP, foram criados boxplots para visualizar os dados enquanto foi utilizado o teste ANOVA para analisar a dependência do modelo. Como as amostras são retiradas em dois períodos, um antes e outro após uso, podemos definir a amostra como dependente do tempo de uso da ferramenta.

O BoxPlot seguinte (figura 15), demonstra que em relação à clorexidina, existem valores outliers.

FIGURA 15. Boxplot das amostras por sanitizante

Fonte: AUTOR (2023).

Para desenvolver o modelo e realizar o teste de hipótese para testar a amostra, foi utilizada uma ANOVA de vários fatores, para avaliar quais fatores influenciam a análise de ATP. Os valores correspondentes à análise do sanitizante cloro estão apresentados na figura 16.

FIGURA 16. Anova Fatorial para amostra de cloro

Analysis of Variance Table						
Response: Valor						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
tempo_factor	1	10.56	10.56	0.6733	0.43567	
ferramenta_factor	1	76.56	76.56	4.8805	0.05816	.
tempo_de_uso_factor	1	855.56	855.56	54.5378	7.73e-05	***
tempo_factor:ferramenta_factor	1	162.56	162.56	10.3625	0.01226	*
tempo_factor:tempo_de_uso_factor	1	10.56	10.56	0.6733	0.43567	
ferramenta_factor:tempo_de_uso_factor	1	22.56	22.56	1.4382	0.26474	
tempo_factor:ferramenta_factor:tempo_de_uso_factor	1	95.06	95.06	6.0598	0.03922	*
Residuals	8	125.50	15.69			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

Fonte: AUTOR (2023).

Com a análise foi possível chegar à conclusão que o tempo de uso da ferramenta, se a amostra foi tirada antes ou depois é uma questão importante na contagem da análise de ATP nas amostras.

Isolando essa informação e realizando novamente o teste, conforme figura 17:

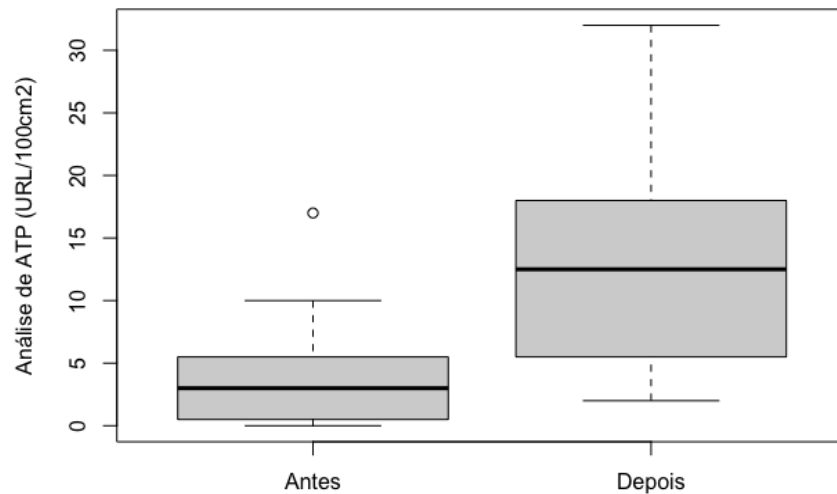
FIGURA 17. Análise da tabela de variância

Analysis of Variance Table						
Response: Valor						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
tempo_factor	1	10.56	10.562	0.1143	0.7412	
ferramenta_factor	1	76.56	76.562	0.8283	0.3807	
tempo_factor:ferramenta_factor	1	162.56	162.562	1.7586	0.2095	
Residuals	12	1109.25	92.438			

Fonte: AUTOR (2023).

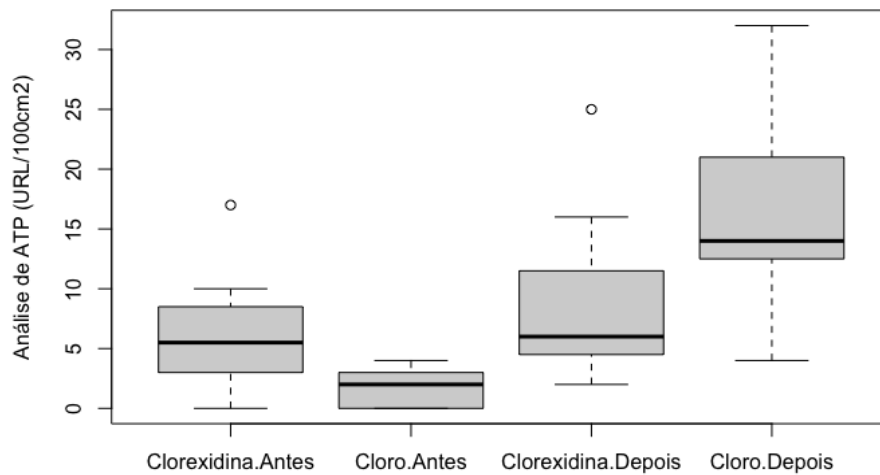
Nesse caso, nenhum fator influencia significativamente na amostra. Com isso foi utilizado o BoxPlot das figuras 18 e 19, para definir o conjunto de dados para comparar as amostras:

FIGURA 18. Análise dos dados separados por uso, se antes ou após o uso do utensílio



Fonte: AUTOR (2023).

FIGURA 19. Análise dos dados separados por uso, se antes ou após o uso do utensílio e do sanitizante



Fonte: AUTOR (2023).

Os dados do Boxplot para o uso de sanitizantes na figura 19 mostram que o uso de cloro ativo apresenta menor variabilidade dos dados considerando o tamanho das caixas dos Boxplot. Esses resultados mostram a importância para a previsibilidade das respostas uma vez que indicam menor variabilidade das respostas, o que para a indústria é de grande importância.

Para a análise de ATP, foi utilizado os 4 conjuntos de amostras: amostra de clorexidina antes do uso e depois do uso do utensílio, e amostra de cloro antes do uso e depois do uso do utensílio.

Para definição do teste, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para a normalidade das amostras, conforme descrito abaixo para cada amostra (conforme figuras 20 e 21).

FIGURA 20. Teste de Shapiro Wilk para a amostra de sanitizante clorexidina em sua contagem inicial

```

Shapiro-Wilk normality test

data:  clorex_before
W = 0.92592, p-value = 0.4798
.

```

Fonte: AUTOR (2023).

FIGURA 21. Teste de Shapiro Wilk para a amostra de sanitizante de cloro antes do uso

```

Shapiro-Wilk normality test

data:  cloro_before
W = 0.82357, p-value = 0.05087
.

```

Fonte: AUTOR (2023).

Logo, a 5% de significância é possível utilizar o modelo paramétrico para a comparação das amostras, no caso a eficácia será medida pela média das contagens de ATP nas amostras. O teste utilizado foi o Teste T bilateral, onde o teste de hipótese foi o seguinte:

$$H_0: \mu_{\text{cloro-antes}} - \mu_{\text{clorexidna-antes}} = 0$$

$$H_1: \mu_{\text{cloro-antes}} - \mu_{\text{clorexidna-antes}} \neq 0$$

Foi utilizado a linguagem R na IDE RStudio, onde se chegou ao resultado conforme figura 22:

FIGURA 22. Resultados antes do uso dos utensílios do teste T

```

Welch Two Sample t-test

data: cloro_before and clorex_before
t = -2.3694, df = 8.394, p-value = 0.04387
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -9.089784 -0.160216
sample estimates:
mean of x mean of y
 1.750    6.375

```

Fonte: AUTOR (2023).

Então, pode-se rejeitar H_0 a um nível de 5% de significância. Ou seja, os dados amostrais suportam a hipótese que o cloro e a clorexidina não são igualmente eficazes (figuras 22 e 23). Porém, como mostra no teste de Shapiro, onde a normalidade da clorexidina ficou próximo ao limite, convém fazer um teste U de Mann-Whitney, detalhe que o "R" usa seu outro nome, Wilcoxon Rank Sum Test, conforme figura 23:

FIGURA 23. Resultados para o teste de Wilcoxon

```

Wilcoxon rank sum test

data: cloro_before and clorex_before
W = 11, p-value = 0.02574
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

```

Fonte: AUTOR (2023).

Para um nível de significância de 5%, o teste para mediana, leva a crer que a eficácia dos dois sanitizantes diferem, agora por um teste não paramétrico. Corroborando o visto no boxplot mostrado anteriormente, conforme a figura 19.

Já para as amostras após o uso do sanitizante, procedeu-se da mesma maneira, onde iremos constatar se há normalidade pelo teste de Shapiro, conforme as figuras 24 e 25:

FIGURA 24. Teste de Shapiro para cloro na sua contagem após sanitizante

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  cloro_after
W = 0.94031, p-value = 0.6141
.
```

Fonte: AUTOR (2023).

FIGURA 25. Teste de Shapiro para a clorexidina na sua contagem após sanitizante

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  clorex_after
W = 0.7826, p-value = 0.01859
.
```

Fonte: AUTOR (2023).

Sendo assim, para as amostras após o uso do sanitizante, não pode se utilizar o teste T, pois a amostra não é normal no caso da clorexidina. Logo iremos utilizar o teste de Wilcoxon, para a comparação da mediana dos dois sanitizantes (figura 26).

FIGURA 26. Teste de Wilcoxon para a comparação da eficácia dos sanitizantes

```
Wilcoxon rank sum test  
  
data: cloro_after and clorex_after  
W = 47.5, p-value = 0.1028  
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Fonte: AUTOR (2023).

Com base nos resultados obtidos neste estudo, não foi possível rejeitar a hipótese nula de que os dois sanitizantes apresentam a mesma eficácia, considerando um nível de significância de 5%.

No entanto, em relação às amostras coletadas na contagem inicial, verificou-se, com base nos dados, que as eficácias dos sanitizantes são diferentes. Diante desse cenário, foi realizado um teste de hipótese para verificar se a mediana das amostras está próxima à metade do limite encontrado. Para tanto, foi utilizado o seguinte teste de hipótese:

$$H_0: \mu_{\text{cloro-antes}} \leq 25$$

$$H_1: \mu_{\text{cloro-antes}} > 25$$

Com esse teste foi possível chegar à conclusão de que fato os dois sanitizantes são eficazes, por nossa amostra ser pequena e, por ter se rejeitado o teste de normalidade, procedeu-se com um teste não paramétrico unilateral, no caso um teste de sinais. Utilizando para a amostra de cloro em sua contagem inicial, chegou-se ao conforme o resultado da figura 27.

FIGURA 27. Teste dos sinais para a comparação da eficácia do cloro para os utensílios na sua contagem inicial

```

Wilcoxon signed rank test

data: cloro_before
V = 0, p-value = 0.9945
alternative hypothesis: true location is greater than 25

```

Fonte: AUTOR (2023).

A 5% não se rejeita a hipótese nula, o cloro é eficaz para manter a mediana do número de bactérias abaixo 25 U/cm². Fazendo o seguinte teste para a clorexidina (conforme figura 28):

$$H_0: \mu_{\text{clorexidina-antes}} \leq 25$$

$$H_1: \mu_{\text{clorexidina-antes}} > 25$$

FIGURA 28. Teste dos sinais para a comparação da eficácia da clorexidina para os utensílios na sua contagem inicial

```

Wilcoxon signed rank exact test

data: clorex_before
V = 0, p-value = 1
alternative hypothesis: true location is greater than 25

```

Fonte: AUTOR (2023).

Após o uso dos utensílios, pelo boxplot da figura 20, pode-se comparar que há um número estritamente maior da contagem de ATP. Conforme figura 29, foi realizado o teste para o cloro na sua contagem após sanitizante.

$$H_0: \mu_{\text{cloro-depois}} \leq 25$$

$$H_1: \mu_{\text{cloro-depois}} > 25$$

FIGURA 29. Teste dos sinais para a comparação da eficácia do cloro na sua contagem após sanitizante

```

Wilcoxon signed rank test

data: cloro_after
V = 3, p-value = 0.9823
alternative hypothesis: true location is greater than 25

```

Fonte: AUTOR (2023).

Novamente foi possível concluir que o cloro é eficaz após sanitizante, pois não se rejeita a hipótese nula a 5% de significância. Conforme figura 30, foi realizado o teste para a clorexidina na sua contagem após sanitizante:

$$H_0: \mu_{\text{clorexidina-depois}} \leq 25$$

$$H_1: \mu_{\text{clorexidina-depois}} > 25$$

FIGURA 30. Teste dos sinais para a comparação da eficácia da clorexidina na sua contagem após sanitizante

```

Wilcoxon signed rank test

data: clorex_after
V = 0, p-value = 0.9911
alternative hypothesis: true location is greater than 25

```

Fonte: AUTOR (2023).

Através da análise estatística de ATP, chegou-se a conclusão, que a mediana da contagem de ATP é menor que 25 U/cm², tanto para o cloro como para a clorexidina. Os dados constataam que a eficácia dos dois sanitizantes são suficientes para manter os utensílios dentro dos limites aceitáveis.

Pelas amostras serem pequenas, há um aumento no erro dos testes, então procuramos sempre uma maneira de aumentar a robustez dos testes e em conjunto utilizamos um nível de significância baixo, para tentar controlar o erro do tipo 2. Outro ajuste foi aumentar o tamanho da amostra, tentando unir o maior conjunto de amostras independentes. Assim, após os testes, para as amostras, foi possível assegurar tanto a eficácia quanto a possibilidade da utilização tanto do cloro quanto da clorexidina para manter os utensílios dentro dos limites aceitáveis.

Keskienn *et al.* (2011) relataram que o método ATP bioluminescência tem uma contribuição clara em iniciativas para melhorar as práticas de limpeza e garantir a conformidade com as Boas Práticas de Fabricação. A sua utilização constitui um avanço considerável sobre a atual dependência de avaliação visual subjetiva para determinar a higiene do meio ambiente (KESKINEN *et al.*, 2011).

Tem-se observado que a reação luciferina-luciferase pode ser influenciada por resíduos contendo sanificantes (cloro livre), detergentes, íons metálicos, pH ácido e básico, cores fortes, vários sais e álcool (Calvert *et al.*, 2000). A molécula de adenosina trifosfato (ATP) é encontrada em todas as células vivas (eucarióticas e procarióticas). Dessa forma, sua presença indica que existem células vivas. Visto que uma amostra é analisada em segundos ou minutos e bem mais rápido que a contagem convencional de colônias bacterianas ou fúngicas. Além disso, os resíduos de alimentos presentes nos locais em que há multiplicação microbiana também serão detectados rapidamente (Kyriakides, 1992). Entretanto, a bioluminescência por ATP é usada sobretudo como um método de monitoramento da higiene, e não para a detecção de bactérias. Na verdade, em uma fábrica de alimentos não haverá, necessariamente, correlação entre a contagem de colônias e os valores de ATP para amostras idênticas, já que o último método ainda detecta resíduos de alimentos (FORSYTHE, 2013).

Conforme as recomendações de ANDRADE (2008), as superfícies contendo até 150 URL (2,18 log URL) são consideradas dentro das condições higiênicas satisfatórias; entre 151

e 300 URL (2,48 log URL) em condições de alerta e acima de 300 URL são consideradas em condições higiênicas insatisfatórias.

Segundo GRIFFITH (2005), as análises com URL são mais indicadas para refletir como a limpeza foi realizada, indicando se a superfície foi limpa adequadamente. O estudo realizado por SHERLOCK *et al.* (2009), em um Hospital de Gales, examinou os métodos de avaliação visual de ambientes hospitalares, em contrapartida, com os métodos químicos (detecção por bioluminescência) e métodos microbiológicos de medição de partículas orgânicas e microbianas. Enquanto 82% das enfermarias pareciam visivelmente limpas (após a limpeza), apenas 30% foram consideradas microbiologicamente limpas e 25% foram considerados livres de partículas orgânicas. A partir desses resultados, os autores concluíram que um programa de limpeza muito básico e inadequado estava em vigor. Estudos posteriores demonstraram que modificações nos esquemas de limpeza do hospital resultaram em melhoria dos índices de aprovação pelo método de contagem de ATP e menor contagem bacteriana.

A bioluminescência por ATP pode ser utilizada como meio de monitoramento do regime de limpeza, sobretudo em um ponto crítico de controle (PCC) em sistemas de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Existem três processos de produção de alimentos em que não é possível utilizar a bioluminescência por ATP. São eles: produção de leite em pó e misturas de farinhas e açúcar, porque os procedimentos de limpeza não removem todos os resíduos alimentícios (FORSYTHE, 2013)

O custo atual do produto Clorexidina é de R\$56,00 L, enquanto o produto à base de cloro custa R\$0,54 L. Considerando que o sanitizante precisa ser trocado duas vezes ao dia, são utilizados 4 litros de solução em cada troca. Para avaliar o impacto financeiro dos diferentes produtos sanitizantes foram realizados cálculos com base nos custos diários, semanais e mensais, conforme apresentado na Tabela 12 abaixo.

TABELA 12. Valores gastos com sanitizantes

Gastos com sanitizantes por dia	
Sanitizante	Valor
Cloro	R\$ 2,16
Clorexidina	R\$ 224,00
Gastos com sanitizantes por semana (considerando 5 dias úteis)	
Sanitizante	Valor
Cloro	R\$ 10,80
Clorexidina	R\$ 1.120,00
Gasto com sanitizantes durante o mês (considerando 20 dias úteis)	
Sanitizante	Valor
Cloro	R\$ 4.480,00
Clorexidina	R\$ 22.400,00

Fonte: AUTOR (2023).

O uso contínuo de um mesmo princípio ativo antimicrobiano pode causar resistência dos agentes patogênicos, que sofrem mutação espontânea e recombinação genética, ou seja, seleção natural. O revezamento de antimicrobianos e sanificantes para prevenir linhagens com maior resistência pode ser um fator positivo. Segundo Forsythe (2002), a interação de fatores pode ser vista no efeito do crescimento microbiano de acordo com as condições de crescimento. Muitas barreiras podem ser utilizadas como uma série de obstáculos a serem ultrapassados pela bactéria para que ela possa contaminar e degradar os alimentos, entre elas, embalagens com atmosfera modificada, altas pressões hidrostáticas, luz violeta e etanol.

BURROWS (1973) afirmou que o cloro reage com a água para formar ácido hipocloroso, este por sua vez reage com compostos orgânicos, formando as cloraminas que são

fortes desinfetantes e lentamente liberam o cloro livre. Segundo o autor, os compostos oxidantes, provavelmente, atuam pela oxidação irreversível de moléculas essenciais na célula bacteriana.

Conforme o estudo realizado por SUCHOMEL *et al.* 2018, foi possível demonstrar que o uso de uma luva antibacteriana revestida com digluconato de clorexidina suprimiu a flora residente das mãos por um período de 3 horas. Deve-se considerar que a microbiota das mãos também são responsáveis por casos de intoxicação alimentar quando há falhas nas práticas higiênico-sanitárias.

A escolha do sanitizante mais apropriado dependerá de diversos fatores, como o tipo de micro-organismo presente, o tempo disponível para a aplicação do sanitizante e o custo do processo. É importante destacar que a sobrevivência de bactérias após a etapa de sanitização representa um risco potencial para a indústria alimentícia e para os consumidores. Estudos mostram que a atividade antimicrobiana pode ser reduzida na presença de material orgânico, embora a eficácia do sanitizante varie de acordo com o contaminante e o tipo de produto utilizado. Por isso, é crucial realizar testes específicos para a escolha dos produtos mais adequados para a etapa de higienização. Ademais, é importante ressaltar que as cepas de bactérias podem aumentar sua resistência, ou seja, desenvolver resistência bacteriana, em função do estresse e da formação de biofilme.

Assim, com base nos resultados obtidos neste estudo, é possível concluir que a realização de avaliação microbiológica regulares nos utensílios de desossa e o uso adequado de sanitizantes são cruciais para garantir a segurança dos alimentos e evitar contaminação cruzada durante o processamento de alimentos. Além disso, a pesquisa destaca a necessidade de investigações adicionais, como por exemplo, análises mais amplas e complexas, que possam fornecer uma compreensão mais completa da dinâmica do processo e das condições microbiológicas em abatedouros.

Portanto, é fundamental que a indústria alimentícia adote medidas rigorosas para garantir a eficiência do processo de higienização e a segurança alimentar, a fim de atender às normas e regulamentações estabelecidas pelas autoridades competentes. Investir em tecnologias

e inovações que possam melhorar a eficácia dos sanitizantes utilizados também é importante para garantir a qualidade do produto final e a satisfação do consumidor.

Deste modo, espera-se que este trabalho possa servir como referência para melhorias do processo de higienização no que diz respeito a procedimentos e condições microbiológicas dos instrumentos de desossa estudados. A realização de novas pesquisas com mais condições e análises são fundamentais para entendimento da dinâmica do processo e para a avaliação microbiológica dentre as etapas do processo nos abatedouros.

6. CONCLUSÃO

Este estudo foi capaz de realizar análises microbiológicas de facas e chairas na linha de desossa de suínos tratados com sanitizantes clorexidina e hipoclorito de sódio. Os resultados indicam que a clorexidina apresentou maior eficiência na redução das contagens microbiológicas em comparação com o cloro. Conclui-se que a empresa pode continuar utilizando a clorexidina como sanitizante para redução das contagens microbiológicas, já que todos os resultados ficaram dentro dos limites aceitáveis. Entretanto, para o sanitizante cloro, alguns dos resultados microbiológicos não foram satisfatórios para as análises de mesófilos, sendo necessário avaliar novamente o processo utilizando concentrações mais altas de cloro a fim de propor uma nova avaliação e redução de custos com a utilização deste sanitizante.

Uma sugestão plausível para trabalhos futuros poderia consistir no aumento da concentração do sanitizante à base de cloro, em seguida, conduzindo novos testes com o objetivo de reduzir os custos associados à sanitização dos utensílios na empresa em questão. Levando em conta a relação custo-benefício da prática de sanitização dos utensílios estudados, torna-se evidente que, com as concentrações utilizadas, a substituição do sanitizante clorexidina pelo cloro pode não ser possível devido a alguns dos resultados encontrados. Dessa forma, uma investigação mais abrangente seria necessária para avaliar a viabilidade do aumento da concentração do sanitizante mais acessível, a fim de melhorar o custo financeiro envolvido, bem como garantir a sanitização correta e eficaz dos equipamentos em uma indústria de alimentos.

Assim, almeja-se que este estudo forneça uma base para futuras pesquisas que possam aprimorar os processos de higienização e contribuir para a segurança microbiológica dos alimentos e, espera-se, que essas informações possam ser úteis para profissionais da indústria alimentícia, pesquisadores e autoridades regulatórias, contribuindo para uma produção de alimentos mais seguros e saudável para a população.

REFERÊNCIAS

- 3M. **Guia de Interpretação de Placas para Contagem Rápida de Enterobacteriaceae**. 2009. Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/5868590/guia-interpr-petri-enterobacteriaceae.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- 3M. **Guia de Interpretação de Placa para Contagem de *E.coli* e Coliformes**. 2009. Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/5868570/guia-interpr-petrfilm-ecoli-e-coliformes.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- AGRESTI, Alan. “A Survey of Exact Inference for Contingency Tables.” **Statistical Science**, vol. 7, no. 1, 1992, p. 131–53. *JSTOR*. <http://www.jstor.org/stable/2246001> . Acesso em: 5 Mar. 2023.
- ABATI, Marines *et al.* **Monitoramento microbiológico rápido e condições higiênicas de manipuladores de uma indústria de alimentos**. Evidência, Joaçaba, ed. 12, ano 2012, p. 187-196.
- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Manual brasileiro de cortes suínos. Brasília, DF, 2010. 56 p.
- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Manual de industrialização dos suínos. Brasília, DF, 2014. 378 p.
- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Produção de Suínos: Teoria e Prática. Brasília, DF, 2014. 849 p.
- ABREU, Edeli Simioni de *et al.* **Eficácia dos métodos de higienização de utensílios em restaurantes comerciais**. Simbio Logias, Brasil. ed. 3, ano 2010, p. 132-143.
- ADAMS, M.R. e MOSS, M. O. **Food Microbiology**. 3 Ed. Guildford: The Royal Society of Chemistry, 2008.
- AGUIAR, C; *et al.* **Implementação de boas práticas de manipulação em uma creche do município de São Paulo**. Cadernos. Centro Universitário S. Camilo, São Paulo, v.12, n.1, p.47-57, jan./mar. 2006.
- Andrade NJ. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Varela; 2008.
- ANDRADE, J. N.; MACEDO, J.A.B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 2008. 182p.

ANDRADE, N. J. **Higiene na Indústria de Alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Varela, p.181-226, 2008.

ANDRADE, N. J. *et al.* Avaliação das condições microbiológicas em unidades de alimentação e nutrição. **Ciênc. Agrotec.**, v.27, n.3, p.590-596, maio/jun. 2003.

APHA. American Public Health Association. **Methods for the examination of dairy products**. Washington, 1992. 546 p.

ARGUELLO, H. *et al.* **Prevalence and serovars of Salmonella enterica on pig carcasses, slaughtered pigs and the environment of four Spanish slaughterhouses**. Food Research International, v.45, n. 2, p. 905-912, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL-ABPA. Relatório anual 2017. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2018/10/relatorio-anual-2017.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. Relatório anual 2021. Disponível em: http://abpa-br.org/wpcontent/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf. Acesso em: 13 jul. 2021.

BARBOSA, S. K. B.; ROSA, L. C. **Aplicação da Appcc (Haccp) na indústria vinícola – situação atual e perspectivas**. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 23., 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: ABEPRO, 2003. p. 1-8.

BARRETO, Edith Huampa. **Controle da qualidade sanitária em frigorífico de suínos do Paraná**. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

BARROS, M. A. F. *et al.* **Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 27, n. 4, p. 856-862, dez. 2007.

BELOTI, V.; SOUZA, J. A.; BARROS, M. A. F.; NERO, L. A.; MATTOS, M. R.; GUSMÃO, V. V.; MORAES, L. B. Evaluation of Petrifilm™ EC and HS for total coliforms and Escherichia coli enumeration in water. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 301-304, 2003.

BEST M.; KENNEDY M. E.; COATES, F. Efficacy of a variety of disinfectants against *Listeria* spp. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 56, p. 377-380, 1990.

BISCOLA, Caio - **A Importância da Utilização do Sistema APPCC para a Qualidade e Melhoria Contínua.** 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/09272020_180903_5f7106efae38f.pdf. Acesso em: 16 mai. 2022.

BLUME, S. I.; RIBEIRO, G. A. **Qualidade Sanitária de Talheres e Pratos utilizados no Restaurante-Escola da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL**, 2006. Disponível em: https://www2.ufpel.edu.br/cic/2006/resumo_expandido/CB/CB_01064.pdf .Acesso em: 16 mai 2022.

BOLAND, T.; LATOUR, R. A. & STUTZENBERGER, F. J. **Molecular Basis of Bacterial Adhesion.** Totowa, NJ, Humana Press Inc., 2, 29-41, 2000.

BRASIL, Carla Cristina Bauermann *et al.* Single step non-thermal cleaning/sanitation of knives used in meat industry with ultrasound. Food Research International, v. 91, p. 133-139, 2017.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – **MAPA, Circular nº 175/2005/CGPE/DIPOA de 16 de maio de 2005.** Procedimentos de verificação dos programas de autocontrole. 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003.** Oficializar os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. 2003.

BRASIL, Ministério da Saúde, **Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017.** Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Instrução Normativa Nº60, de 23 de dezembro de 2019.** Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356> .Acesso em: 12 dez. 2022.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual prático de análise de água.** 2ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. Leis etc. Portaria nº 304 de 22 de abril de 1996. **Estabelecimentos de abate de bovinos, bubalinos e suínos, somente poderão entregar carnes e miúdos, para comercialização, com temperatura de até 7 (sete) graus centígrados.** Diário Oficial da União, Brasília, 23 abr. 1996. Seção 1, p. 6856.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular N°463/DCI/DIPOA**. Brasília, 05 de Agosto de 2004. Programas de autocontroles de estabelecimento habilitados para os Estados Unidos (EUA) e para Estados-Membros da União Européia (UE).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n° 22, de 24 de novembro de 2005**. Regulamento Técnico para Rotulagem de Produto de Origem Animal Embalado. Diário Oficial da União, Brasília, 25 novembro. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. **Estabelece critérios para introdução de modificações nas atividades de distribuição e comercialização de carne bovina, bubalina e suína, visando a saúde do consumidor**. Portaria n° 304/1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Medida provisória n°772, de 29 de março de 2017**. Regulamento Inspeção Sanitária e Industrial dos Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, 30 março. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria n° 5, de 8 de novembro de 1988**. Padronização de Cortes Bovinos. Ofício Circular – SIPA, Brasília, 08 novembro 1988.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Divisão de Controle do Comércio Internacional/ Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. **CIRCULAR N° 369/2003/DCI/DIPOA. Instruções para elaboração e implantação dos sistemas PPHO e APPCC nos estabelecimentos habilitados à exportação de carnes**. 02 de junho de 2003.

BRASIL. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. **Ministério da Agricultura n.30.691, 29 de março de 1957. Alterado pelos decretos n.1.255 jun. 1962, n.1.236 set. 1994, n.1.812 fev. 1996, n.2.244 jun. 1997**. Brasília: MA/DIPOA, 1997. 241p.

BROWN, Martyn (Ed.). **HACCP in the Meat Industry**. Cambridge: Elsevier, 2000.

BURROWS, W. **Textbook of Microbiology**. 12 ed. 1973. 151p.

CALVERT, R.M. *et al.* **Caged ATP – al internal calibration method for ATP bioluminescence assays**. Letters in Applied Microbiology, Bedford. v. 30, n. 3, p. 223-227, Mar. 2000.

CAMPBELL, Michael J.; SHANTIKUMAR, Saran. **Parametric and Non-parametric tests for comparing two or more groups**. Disponível em

<<https://www.healthknowledge.org.uk/public-health-textbook/research-methods/1b-statistical-methods/parametric-nonparametric-tests>>. Acesso em: 04 de mar. de 2023.

CAPITA, R. *et al.* **Occurrence of salmonellae in retail chicken carcasses and their products in Spain.** *International journal of food microbiology*, v. 81, n. 2, p. 169– 73, 15 mar. 2003.

CARVALHO, E. P. de. **Microbiologia de alimentos, saúde pública e legislação.** Lavras: UFLA / FAEPE, 2001. 171p.

CARVALHO, E. P. de. **Microbiologia de Alimentos.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 76p.

CASELANI, Kelly. **Avaliação dos controles microbiológicos e do programa de redução de patógenos no abate de bovinos.** 2010. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, SÃO PAULO, 2010.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. **Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks, United States, 2013, Annual Report.** Disponível em: <<http://www.cdc.gov/foodsafety/pdfs/foodborne-disease-outbreaks-annual-report2013-508c.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2016.

CHAIRA Y – MUNDIAL. Lojão de ofertas, 2023. Disponível em: <https://www.lojaodeofertas.com.br/produto/chaira-y-mundial-2480#&gid=1&pid=1> Acesso em: 16 mai. 2022.

CHESCA, A. C. et al. **Equipamentos e utensílios de unidades de alimentação e nutrição: um risco constante de contaminação das refeições.** *Rev. Hig. Aliment*, v. 17, n. 114/115, p. 20- 23, nov./dez. 2003.

CHOI, Y.M. *et al.* Changes in microbial contamination levels of porcine carcasses and fresh pork in slaughterhouses, processing lines, retail outlets, and local markets by commercial distribution. *Research in Veterinary Science*, v. 94, n.3, p. 413-418, 2013.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex Guidelines for the application of the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) System. CAC/RCP 1 – 1969, Rev 4.** (2003). Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/web/publications.jsp?lang=en> . Acesso em 20/06/2020.

COMPACT DRY. **Meio de cultura desidratado usado para determinar e quantificar microrganismos.** 2020. Disponível em: <https://www.laborclin.com.br/wp-content/uploads/2019/12/574002-COMPACT-DRY-TC-CX-100-UNIDADES.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

COMUNIDADE EUROPEIA (CE). **Decisão da Comissão nº 2001/471/CE** de 8 de Junho. Jornal das Comunidades nº L 165/48 de 21 de Junho de 2001.

DANTAS, S. T. A. **Transferência de Salmonella Enteritidis por contaminação cruzada e formação de biofilme em diferentes superfícies de corte**. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral e Aplicada. Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2014.

DOYLE, M.P.; PADHYE, V.V. Escherichia coli, p.235-281. In. Doyle. M. P. **Food Bacterial Pathogens**. Marcel Dekker, Inc., New York, NY., USA., 795 p., 1989.

DUCROQUET, J.P. **Controle de qualidade na indústria de carnes**. 2010. 34p. Monografia (Curso de Especialização *Latu Sensu* em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) - Universidade Castelo Branco, Curitiba, 2010.

EC. EUROPEAN COMMISSION. Regulamento (CE) nº 2073/2005 da Comissão, de 15 de Novembro de 2005. Relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos gêneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia. 2005.

EDWIN, C.; TIFFY, JR.; STUART J. S. **Use of Adenosine Triphosphate Assay in Disinfection Control**. *Environmental Science & Technology*, New York, v. 10, n. 13, dezembro 1976.

EHEDG European Hygienic Engineering and Design Group, Segunda Edição 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Qualidade da carne suína**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carnesuina>. Acesso em: 13 fev. 2020.

ESLAVA, C., Villaseca, J., Hernadez, U. & Cravioto, A. Escherichia coli, p. 123–135. In. International Handbook of Foodborne Pathogens. **Milliotis, M.D. & Bier, J.W.** (Ed). Marcel Dekker Inc., New York, USA. 2003.

EVANGELISTA, J. Tecnologia de alimentos. São Paulo: Atheneu, 2000. 652p.

EVANGELISTA, J. Tecnologia de alimentos. 2 Ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 652p.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2009.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. Manual de Análise de dados. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FELÍCIO, P. E. **Padronização e nomenclatura dos cortes cárneos**. Revista Visão Agrícola, Campinas, n.3, 103-106p, 2005.

FIGUEIREDO, V. F.; NETO, P. L. O. C. **Implantação do HACCP na Indústria de Alimentos. Gestão & Produção**, São Carlos, v. 8, n. 1, p. 100-101, abr. 2001.

FONTOURA, C.L. *et al.* **Estudo microbiológico em carcaças bovinas e influência da refrigeração sobre a microbiota contaminante**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v. 77, n. 2, p.189-193, abr./jun., 2010. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v77_2/fontoura.pdf. Acesso em: 11 jan. 2021.

FRANÇA FILHO, A. T. **Qualidade Bacteriológica de Meias – Carcaças Bovinas Oriundas de Matadouros-Frigoríficos de Estado de Goiás Habilitados para Exportação**. 2005. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goiás. Goiânia.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 182p., 1996.

FRANCO, B. D. G. M. **Métodos de análise**. In: FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. (Ed.). **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. cap. 10, p. 165-176.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Editora Atheneu: São Paulo, 1996. 182p.

FRANCO, B. D. G. M. e LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005.

FRAZIER, W. C. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza, Editorial Acribia, 1972. 511p.

GANDRA, T. K. V. **Identificação de pontos de contaminação por Salmonella spp. e por indicadores de qualidade higiênico-sanitária no abate e processamento de bovinos**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia Agroindustrial, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, PELOTAS, 2011.

GARCIA, Regilaine da Cunha Duarte. **Avaliação da substituição do cloro gás pela produção eletrolítica de hipoclorito de sódio in loco em estação de tratamento de água de grande porte**. 2018. 101 f. Dissertação (Curso de Mestrado na área de concentração em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, 2018.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. 1 Ed. São Paulo: Nobel, 2008. 511p.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. São Paulo: Varela, 2003. 629p.

GHAFFIR, Y. CHINA, K; DIERICK, L. ZUTTER, D. e DAUBE, G. Indicator Microorganisms for Selected Pathogens on Beef, Pork, and Poultry Meats in Belgium. **Journal of Food Protection**, v. 71, n. 1, p. 35-45, 2008.

Griffith C. Improving surface sampling on detection of contamination. Cambridge: Cambridge Woodhead Publishing; 2005.

HEUNNEKENS, F. M., WHITELY, H. R. In: FLORKIN, M., MASON, H. S. **Comparative Biochemistry**, New York: Academic Press, 1960, p. 107.

HOFFMANN, F. L., GARCIA-CRUZ, C.H., VINTURIM, T.M. **Determinação da atividade antibacteriana de desinfetantes**. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v.9, n.39, p.29-34, 1995.

HUR, J.; JAWALE, C.; LEE, J. H. **Antimicrobial resistance of Salmonella isolated from food animals: A review**. Food Research International, v. 45, n. 2, p. 819–830, mar. 2012.

HYGIENA - **SystemSURE Plus and EnSURE™ Operator Manual V5.0, 2020**. Disponível em: <https://www.hygiena.com/wp-content/uploads/2021/03/SystemSURE-Plus-and-EnSURE-Manual-V5.0.pdf> .Acesso em: 20 jun. 2021.

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganismos de los alimentos**. Técnicas de análisis microbiológico. Zaragoza: Acribia, 1982. 431p.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 377p.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganismos de los alimentos: técnicas de análisis microbiológico**. Zaragoza: Acribia, 1984. 431 p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS - ICMSF. **Microorganismos indicadores. In: Microorganismos de los alimentos 1 - su significado y métodos de enumeración**. 2 nd ed. Zaragoza: Acribia, 2000. part. 1, p. 3-14.

KASNOWSKI, M. C.; MANTILLA, S. P. S.; OLIVEIRA, L. A. T.; FRANCO, R. M. **Formação de biofilme na indústria de alimentos e métodos de validação de superfícies.** Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, v. 15, 2010.

KAWAGOE, Júlia Yaeko. **Higiene das mãos:** comparação da eficácia antimicrobiana do álcool – formulação gel e líquida – nas mãos com matéria orgânica. Tese de doutorado – Escola de Enfermagem. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

KESKINEN, L.A.; ANNOUS, B.A. Efficacy of adding detergents to sanitizer solutions for inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on Romaine lettuce. *Int J Food Microbiol.*;147(3):p. 157-61, 2011.

KICH, J. D.; SOUZA, J. C. P. V .B. **Salmonella na suinocultura brasileira: do problema ao controle**, 1 Ed. Brasília: EMBRAPA, 2015.

KIM, S. Y. *et al.* **Comparison of molecular and total ATP-based analytical methods with culture for the analysis of bioaerosols.** *Science of The Total Environment*, v. 409, n. 9, p. 1732-1737, Apr. 2011.

LABORCLIN PRODUTOS PARA LABORATÓRIOS LTDA. **Compact Dry.** 2019. Disponível em: www.laborclin.com.br/wp-content/uploads/2019/12/574000-COMPACT-DRY-TC-CX-100-UNIDADES.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

LANDGRAF, M. **Microrganismos indicadores.** In: FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. (Ed.). *Microbiologia dos alimentos.* São Paulo: Atheneu, 2008. cap. 3, p. 27-32.

LANNA, F.G.P.A. **Escherichia coli patogênicas e micro-organismos indicadores de higiene em linhas de abate de bovinos e processamento da carne.** 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2013.

LEITÃO, M. F. F. **Avaliação da atividade germicida e desempenho de desinfetantes usados na indústria de alimentos.** *Boletim da sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 8, n. 1. p. 1-16, jan./mar. 1984.

LEVIN, G. L., CHEN, C., DAVIS, G., **Development of the firefly bioluminescent assay for the rapid quantitative detection of microbial contamination of water.** *Aerospace Medical Research Laboratorie*, Ohio, p. 1-73, maio 1967.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas.** Belo Horizonte: Ortofarma, 2000.

MAIJALA R.; RANTA J.; SEUNA E. **The efficiency of the Finnish Salmonella Control Programme.** Food Control. v. 16, p. 669-675. 2005.

MANAFI, M. **Media for detection and enumeration of 'total' Enterobacteriaceae, coliforms and Escherichia coli from water and foods.** In Corry et al. Handbook of Culture Media for Food Microbiology. Editora: Elsevier, 2003.

MANNING, S. D. What is E. coli, p.16-25. **Chapter 2. In. Deadly diseases and Epidemics. Escherichia coli Infections. Second Edition.** Manning, S.D. (Ed.), Chelsea House Publishers, New York, N.Y., USA., 133 p., 2010.

MAPA/DAS/DIPOA/DCI – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL.GOV)/ Secretaria de Defesa Agropecuária/ Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ Divisão de Controle do Comércio Internacional. Especificação da Decisão da Comissão nº 2001/471/CE. 27 de Maio de 2002.

MAROCO, J. Análise estatística com o SPSS Statistics. 6. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2014.

MARRA, Kelly Nobre. **Dinâmica da carga microbiana da sala de desossa em um matadouro - frigorífico de Goiânia, durante a jornada de trabalho.** 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL, UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, GOIÂNIA, 2009.

MENEGARO, A. *et al.* **Sanitizantes: concentrações e aplicabilidade na indústria de alimentos.** Scientia Agraria Paranaensis, Sci. Agrar. Parana, v.15, n. 2, p. 171-174, 27 nov. 2016.

MENEZES, L. F.; MELLO, C. A.; JÚNIOR, J. C. G. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de superfícies de equipamentos, em matadouro-frigorífico de bovinos no município de Varzêa Grande, MT. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.21, n. 156, 2007.

MOLINA, P. D. S. **Eficácia de desinfetantes frente bactérias sobreviventes a higienização de equipamentos em matadouro-frigorífico de bovinos.** 2009. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Porto Alegre, RS, 2009.

MONTEIRO, Jeniffer Caroline. **Avaliação do uso do ozônio na sanitização de facas e na eliminação de Salmonella sp. em língua suína.** 2021. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, LONDRINA, 2021.

MORETTIN, Pedro Alberto; BUSSAB, Wilton O. Estatística Básica. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

MORTON, R. D. Aerobic plate count. In: Downes, F. D.; ITO, K. 4ed. **Compendium of Methods for the microbiological examination of foods**. Washington: APHA, 2001. Cap. 7, p. 63-67.

MUCCILO, P; PAIVA. O. M. **Cortes de carne suína, ovina e caprina em São Paulo – Base óssea e muscular dos diversos segmentos**. Revista Faculdade Medicina Veterinária. v.2, n.3, 151-164p. São Paulo, 1943.

MURRAY. PR.; ROSENTHAL. K.S.; PFALLER. M.A. **Microbiologia médica**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2009.

NASCIMENTO, H.M.; DELGADO, D.A.; BARBARIC, I.V. **Avaliação da aplicação de agentes sanitizantes comocontroladores do crescimento microbiano na indústria alimentícia**. Revista Ceciliana, São Paulo, v.2, n.1, p.11-13, jun. 2010.

NAVEEN, R. **Some virulence characteristics of uropathogenic *Escherichia coli* in different patient groups**. Indian J Med Res, 2005.

NEOBRIX LTDA. **Relatório técnico da Clorexidina**. s.d. Disponível em: <http://www.neobrix.com.br/download/Relatorio-Tecnico-da-Clorexidina.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2021.

NORRUNG, B.; BUNCIC, S. Microbial safety of meat in the European Union. **Meat Science**, v. 78, n. 1-2, p. 14-24, 2008.

NOTERMANS, S.; POWELL, S.C. **Handbook of hygiene control in the food industry**. 1.ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 2005. 745p.

Oliveira, M.A., Takamura, A. E., Vigoya, A. A. A., & Araújo, F. (2015). **Enterobacteriaceae: bactérias intestinais de organismos aquáticos, um risco à saúde pública - Revisão de literatura**. Revista Científica de Medicina Veterinária, 25(28), 1-20.

OLIVEIRA, S. Z. **Adaptação de equipamento de geração de gases oxidantes para aplicação na desinfecção de água**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ORTEGA, A. C.; BORGES, M. S. **Codex Alimentarius: a segurança alimentar sob a ótica da qualidade**. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, v. 19, n. 1, p. 71-81, 2012.

PACIELLO, L. *et al.* **Strengths and weaknesses in the determination of *Saccharomyces cerevisiae* cell viability by ATP-based bioluminescence assay**. Enzyme and Microbial Technology, v. 52, n. 3, p. 157-162, março 2013.

PINHEIRO, M. B.; WADA, T. C.; PEREIRA, C. A. M. **Análise microbiológica de tábuas de manipulação de alimentos de uma instituição de ensino superior em São Carlos, SP.** Rev. Simbio-Logias, v. 3, n. 5, p. 115-124, 2010.

PRIEGO, R.; MEDINA, L.M.; JORDANO, R. Evaluation of Petrifilm series 2000 as a possible rapid method to count coliforms in foods. Journal of Food Protection, v. 63, n. 8, p. 1.137-1.140, 2000.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RÊGO, J.C.; FARO, Z.P. **Manual de limpeza e desinfecção para unidades produtoras de refeições.** São Paulo: Varela, 1999. 63p.

RÊGO, J.C.; FARO, Z.P. **Manual de limpeza e desinfecção para unidades produtoras de refeições.** São Paulo: Varela, 2003.

REKOW, C.L.; BRASHEARS, M.M.; BROOKS, J.C.; LONERAGAN, G.H.; GRAGG, S.E.; MILLER, M.F. Implementation of targeted interventions to control *Escherichia coli* O157:H7 in a commercial abattoir. **Meat Science**, v. 87, p. 361-365, 2011.

REVISTA HIGIPLUS. **Tecnologia swab – O que é?**. 2019. Disponível em: <https://revistahigiplus.com.br/tecnologia-swab-o-que-e/>. Acesso em: 14 jun. 2021.

ROÇA, R.O.; SERRANO, M.A. Abate de bovinos: alterações microbianas da carcaça. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.9, n.35, p.8-12, 1995.

RODRIGUES, Gislaine Regina. **Micro-organismos mesófilos aeróbios, coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp. no processo de abate de suínos.** 2019. 72f. Dissertação (Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2019.

RODRIGUES, Jéssica Cristina Freitas. **Avaliação da qualidade higiênico-sanitária em abatedouro frigorífico de bovinos.** 2019. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de tecnologia de alimentos, Instituto federal de educação, ciência e tecnologia goiano – Campus Rio Verde, Goiás, 2019.

RODRIGUES, Maisa. Bioestatística / Biblioteca Universitária Pearson. - São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

ROSSONI, E.M.M.; GAYLARDE, C.C. **Comparison of sodium hypochlorite and peracetic acid as sanitising agents for stainless steel food processing surfaces using epifluorescence microscopy.** International Journal of Food Microbiology, v.61, n.1, p.81-85, out. 2000.

SANTOS, D. A. *et al.* **A importância das condições higiênico-sanitárias em abatedouros: Uma revisão de literatura.** Research, Society and Development, Brasil, ed. 22610111455, p. 1-16, 9 jan. 2021.

SECCHI, L. *et al.* **Avaliação microbiológica em serras e facas em um frigorífico da Região Norte do Rio Grande do Sul.** Revista Ciência e Tecnologia, Cruz Alta, v.1, n.1, p 40-43, 2015.

SECCHI, L.; SALAZAR, L. N.; WENDT, R. Avaliação microbiológica em serras e facas em um frigorífico da Região Norte do Rio Grande do Sul. **Rev. Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 40-43, 2015.

SENYK, G. F.; KOZLOWSKI, S. M.; NOAR, P. S.; SHIPE, W. F.; BANDLER, D. K. **Comparison of dry culture medium and conventional plating techniques for enumeration of bacteria in pasteurized fluid milk.** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 70, n. 6, p. 1152-1158, 1987.

SERRAINO, A. *et al.* **Visual evaluation of cattle cleanliness and correlation to carcass microbial contamination during slaughtering.** Meat Science, v. 90, p. 502-506, 2012.

SERRAINO, A., BARDASI, L., RIU, R., PIZZAMIGLIO, V., LIUZZO, G., GALLETTI, G., GIACOMETTI, F., e MERIALDI, G. **Visual evaluation of cattle cleanliness and correlation to carcass microbial contamination during slaughtering.** Meat Science, v. 90, p. 502-506, 2012.

SERVE, H. Compact Dry - **O método simples para a detecção de microrganismos.** 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/81433586-Hyserve-compact-dry-o-metodo-simples-para-a-deteccao-de-microrganismos-hyserve-compact-dry.html>. Acesso em: 20 jun. 2021.

Sherlock O, O'Connell N, Creamer E, Humphreys H. Is it really clean? **An evaluation of the efficacy of four methods for determining hospital cleanliness.** J Hosp Infec. 2009;72:140-6.

SILVA JÚNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação.** 6 ed., São Paulo: Varela, 2005. 624 p.

SILVA, Aline Oliveira. **Investigação da interferência de sanitizantes na avaliação de superfícies por ATP bioluminescência.** 2013. 43f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

SILVA, E. G. D. **Efeito da redução da vazão de água no chuveiro de lavagem final sobre a contaminação superficial de carcaças de frango após o pré-resfriamento em chiller.** 2017. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Paraná. Palotina, 2017.

SILVA, E. J. S.; GONÇALVES, R. G.; PONTES, F. S. C.; CELESTINO JR., A. F. Avaliação microbiológica da eficácia imediata de 04 agentes antissépticos utilizados na degermação das mãos. **Rev. Bras. Cir. Impl.**, v. 7, p. 20-27, 2000.

SILVA, G.; DUTRA, P.R.S.; CADIMA, I.M. **Higiene na indústria de alimentos**. Recife: EDUFRPE, 2010. 134p.

SILVA, J. E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 6. ed. São Paulo: Varela , 2005.

SILVA, L. F. **Procedimento Operacional Padronizado de Higienização como Requisito para Segurança Alimentar em Unidade de Alimentação**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SILVA, L.R.; SILVA, A.C.A. **Higienização das mãos para manipulação de alimentos**. Porto Alegre: SENAI-RS, 2006.

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; OLIVEIRA, T. C. R. M. **Avaliação do padrão coliformes a 45 °C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e petrifilm EC na detecção de coliformes totais e Escherichia coli em alimentos**. Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas, v. 26, n. 2, p. 352-359, 2006.

SKANDAMIS, P. N.; STOPFORTH, J. D.; ASHTON, L. V.; GEORNARAS, I.; KENDALL, P. A.; SOFOS, J. N. *Escherichia coli* O157:H7 survival, biofilm formation and acid tolerance under simulated slaughter plant moist and dry conditions. Food Microbiology, v. 26, p. 112-119, 2009.

SOUSA, Jakeline Santos de Souza. **A carne suína: legislação, cortes e comércio (uma revisão)**. 2018. TCC (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASÍLIA, 2018.

SOUZA, J.B.; DANIEL, L.A. **Comparação entre hipoclorito de sódio e ácido peracético na inativação de *E. coli*, colifagos e *C. perfringens* em água com elevada concentração de matéria orgânica**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.10, n.2, p.111-117, abr./jun. 2005.

STADTLOBER, Graziely Amorim Weiland. **Avaliação de facas, superfícies de contato e carcaças quanto a contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae em um frigorífico de suínos do Rio Grande Do Sul**. 2021. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, Pelotas, 2021.

STOCCO, C.W.; de ALMEIDA, L.; BARRETO, E.H.; BITTENCOURT, J.V.M. **Controle de qualidade microbiológico no processamento de frigorífico bovino**. Revista Espacios, v. 38, n. 22, 2017.

STOCCO, C. W. *et al.* **Controle de qualidade microbiológico no processamento de frigorífico bovino**. Revista Espacios, Ponta Grossa, v. 38, n. 22, p. 9, 2016.

SUCHOMEL, M. *et al.* **Luvas cirúrgicas com clorexidina influenciam a flora bacteriana das mãos por um período de 3 horas**. Resistência Antimicrobiana e Controle de Infecção (Vol. 7, Edição 1), 2018.

TELLES, E.M. **A higienização na prevenção e no controle do biofilme: uma revisão**. 2011. 44p. Monografia (Curso de Especialização em Produção, Tecnologia e Higiene de Alimentos de Origem Animal) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TORTORELLO, M. L. **Indicator Organisms for Safety and Quality - Uses and Methods for Detection: Minireview**. Journal of AOAC International, VOL. 86, NO. 6, p.1208-1217, 2003.

TUKEY, J. W. *Exploratory data analysis*. Reading: Addison-Wesley, 1977.

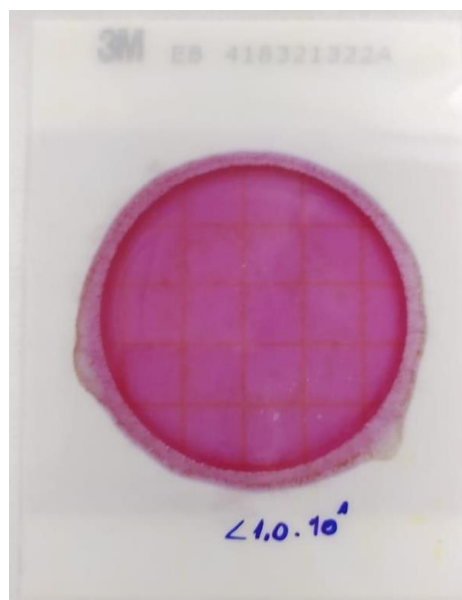
APÊNDICE

FIGURA 31. Resultado encontrado na análise de ATP: 2



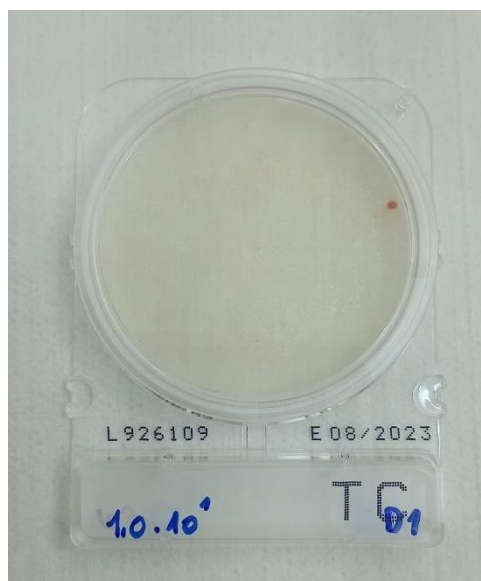
Fonte: AUTOR (2022).

FIGURA 32. Resultado encontrado na análise de Enterobacteriaceae: $<1,0 \cdot 10^1$



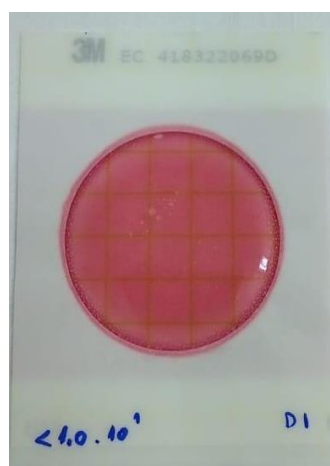
Fonte: AUTOR (2022).

FIGURA 33. Resultado encontrado na análise de Mesófilos: $1,0 \cdot 10^1$



Fonte: AUTOR (2022).

FIGURA 34. Resultado encontrado na análise de E.coli: $<1,0 \cdot 10^1$



Fonte: AUTOR (2022).

FIGURA 35. Análises de mesófilos através teste de Fisher

Fisher's Exact Test for Count Data

```
data: presence
p-value = 0.4839
alternative hypothesis: true odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.000000 5.268781
sample estimates:
odds ratio
      0
```

Fonte: AUTOR (2023).

FIGURA 36. Teste de Fisher para aparecimento de mesófilos acima de $1,0 \times 10^1$

Fisher's Exact Test for Count Data

```
data: presence
p-value = 1
alternative hypothesis: true odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.1119996 8.9286037
sample estimates:
odds ratio
      1
```

Fonte: AUTOR (2023).