

**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**

**RENATA PANCIERA MARTINI**

**DESCONTAMINAÇÃO DE CORTES DE MIÚDOS EXTERNOS DE SUÍNO COM  
ÁCIDO LÁTICO E VARIAÇÃO DE PRESSÃO DE ÁGUA**

**ENCANTADO  
2022**



**uergs**

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

**PPGCTA**

Programa de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos

**RENATA PANCIERA MARTINI**

**DESCONTAMINAÇÃO DE CORTES DE MIÚDOS EXTERNOS DE SUÍNO COM  
ÁCIDO LÁTICO E VARIAÇÃO DE PRESSÃO DE ÁGUA**

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, como pré-requisito para obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana de Mello Silva

**ENCANTADO**

**2022**

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

M386d Martini, Renata Panciera

Descontaminação de cortes de miúdos externos de suíno com ácido láctico e variação de pressão de água/ Renata Panciera Martini. – Encantado: UERGS, 2022.

75 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado, 2022.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dra. Juliana de Mello Silva

1. Carne suína. 2. Miúdos externos. 3. Redução bacteriana. 4. Dissertação. I. Silva, Juliana de Mello. II. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado, 2022. III. Título.

**RENATA PANCIERA MARTINI**

**DESCONTAMINAÇÃO DE CORTES DE MIÚDOS EXTERNOS DE SUÍNO COM  
ÁCIDO LÁTICO E VARIAÇÃO DE PRESSÃO DE ÁGUA**

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, como pré-requisito para obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana de Mello Silva

Aprovada em:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Juliana de Mello Silva  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

---

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

---

Profa. Dra. Ludmila Noskoski Salazar  
Universidade de Passo Fundo - UPF

---

Dra. Clarissa Barretta

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família por me incentivar em todos os meus desafios, e por estar sempre presente fazendo parte de todos os meus dias, com muito amor.

Aos colegas de trabalho que me incentivaram e doaram parte do seu tempo para me auxiliar nesta jornada.

À empresa da qual faço parte, por dar abertura para que eu pudesse realizar o trabalho, e auxílio com a análise microbiológica de todas as amostras.

À UERGS por tornar possível a realização de um mestrado profissional, público e de qualidade.

À minha orientadora Juliana de Mello Silva, por estar sempre disponível e por toda a ajuda prestada.

À banca examinadora por aceitar o meu convite e fazer parte deste momento tão esperado.

## RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a descontaminação de cortes de miúdos externos de suíno sob efeito de diferentes concentrações de ácido láctico (AL) (1%, 2% e 3%) e diferentes condições de pressão de água (2 e 4 BAR), após tratamentos em centrífugas próprias para a limpeza, com temperatura da água variando entre 20°C e 23°C. Foram realizados seis experimentos, e em cada um deles foi avaliada a contaminação inicial e a final (após cada tratamento) de seis cortes dos miúdos, sendo orelha, focinho, máscara, pé dianteiro e rabo. Os dados gerados foram analisados através de análise de variância com teste de Tukey ou Kruskal-Wallis com teste de Dunn. Para avaliar a diferença entre as amostras, antes e depois dos tratamentos, foi aplicado o teste de Wilcoxon. Para comparar a distribuição de variáveis dicotômicas (presença/ausência de bactérias) foi aplicado o Teste de Fisher. Os resultados das análises microbiológicas foram satisfatórios, com reduções na contagem total de mesófilos variando entre 3,44 log UFC/g/ml (4 BAR 1% de ácido láctico) e 4,19 log UFC/g/ml (2 BAR 3% de ácido láctico), demonstrando que a concentração do ácido láctico foi mais importante para a redução de mesófilos. Para a *Escherichia coli*, as reduções variaram entre 2,04 log UFC/g/ml (4 BAR 1% ácido láctico) e 4,14 UFC/g/ml (4 BAR 3% ácido láctico), evidenciando a importância da concentração de ácido láctico para a redução da contagem desta bactéria. Para *Salmonella* spp., todos os resultados foram satisfatórios, com ausência da bactéria em todos os resultados após os testes, relatando a eficácia do efeito sinérgico entre a pressão de água e a ação descontaminante do ácido láctico.

**Palavras chave:** Redução bacteriana. Carne suína. Miúdos externos. Pressão de água. Ácido láctico.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the decontamination of external pork offal cuts under the effect of different concentrations of lactic acid (1%, 2% and 3%) and different conditions of water pressure (2 and 4 BAR), after treatments in centrifuges for cleaning, with water temperature varying between 20°C and 23°C. Six experiments were carried out, and in each of them, the initial and final contamination (after each treatment) of six cuts of the offal, namely, ear, snout, mask, front foot and tail. The generated data were analyzed through analysis of variance with Tukey's test or Kruskal-Wallis with Dunn's test. To assess the difference between the samples, before and after the treatments, the Wilcoxon test was applied. To compare the distribution of dichotomous variables (presence/absence of bacteria) the Fisher's Test was applied. The results of the microbiological analyzes were satisfactory, with reductions in the total count of mesophiles varying between 3.44 log CFU/g/ml (4 BAR 1% lactic acid) and 4.19 log CFU/g/ml (2 BAR 3% lactic acid), demonstrating that the concentration of lactic acid was more important for the reduction of mesophiles. For *Escherichia coli*, the reductions varied between 2.04 log CFU/g/ml (4 BAR 1% lactic acid) and 4.14 CFU/g/ml (4 BAR 3% lactic acid), evidencing the importance of the concentration of lactic acid to reduce the count of this bacterium. For *Salmonella* spp., all results were satisfactory, with the absence of bacteria in all the results after the tests, reporting the effectiveness of the synergistic effect between water pressure and the decontaminating action of lactic acid.

**Keywords:** Bacterial reduction. Pig meat. Outside offals. Water pressure. Lactic acid.

## LISTA DE ABREVIATURAS

AL – Ácido Láctico

ANOVA – Análise de variância

ANVISA — Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOs — Ácidos orgânicos

APPCC — Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

ATM – Unidade de pressão atmosférica

BAR — Unidade de pressão

BNTs — Barreiras não tarifárias

BPF — Boas práticas de fabricação

CH — Colite hemorrágica

DAEC — *Escherichia coli* aderente difusa

DTA — Doenças transmitidas por alimentos

EAEC — *Escherichia coli* enteroagregativa

EHEC — *Escherichia coli* enterohemorrágica

EIEC — *Escherichia coli* enteroinvasora

EPEC — *Escherichia coli* enteropatogênica

ETEC — *Escherichia coli* enterotoxigênica

FDA — Food and Drug Administration

GRAS — Generally Recognized as Safe

MAPA — Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

OMS — Organização Mundial da Saúde

pH — Potencial hidrogeniônico

pKa — Constante de dissociação dos ácidos

ppm — Partes por milhão

PTT — Púrpura Trombocitopênica

RIISPOA — Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal

RTA — Resposta de tolerância ao ácido

SHU — Síndrome Hemolítica Urêmica (SHU)

SIF — Serviço de Inspeção Federal

SPS — Barreiras fitossanitárias



STEC — *E. coli* produtora de toxina de Shiga

TBT — Barreiras técnicas

UFC — Unidades Formadoras de Colônia (UFC)

USDA — Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

v/v — Percentagem volume/volume

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Contagem de mesófilos inicial e final dos tratamentos para concentrações e variações de pressão. ....	48
Tabela 2 – Redução percentual de mesófilos para concentrações e variações de pressão. ....	49
Tabela 3 — Redução logarítmica de mesófilos (UFC/g/ml) para concentrações e variações de pressão. ....	50
Tabela 4 – Contagem de <i>Escherichia coli</i> antes e depois dos tratamentos para concentrações e variações de pressão. ....	53
Tabela 5 – Redução percentual de <i>Escherichia coli</i> para concentrações e variações de pressão.....	54
Tabela 6 – Redução logarítmica de <i>Escherichia coli</i> (UFC/g/ml) para concentrações e variações de pressão. ....	56
Tabela 7 – Avaliação de <i>Salmonella</i> spp. (g/ml), antes e depois dos tratamentos para concentrações e variações de pressão. ....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Mediana da contagem de mesófilos antes e depois para concentrações e variações de pressão. ....	48
Gráfico 2 – Redução percentual de mesófilos para concentrações e variações de pressão. ....	49
Gráfico 3 – Redução logarítmica de mesófilos para concentrações e variações de pressão. ....	51
Gráfico 4 – Mediana da contagem de <i>Escherichia coli</i> antes e depois dos tratamentos para concentrações e variações de pressão .....	54
Gráfico 5 – Redução percentual de <i>Escherichia coli</i> para concentrações e variações de pressão.....	55
Gráfico 6 – Redução logarítmica de <i>Escherichia coli</i> para concentrações e variações de pressão.....	56
Gráfico 7 – Avaliação de <i>Salmonella</i> spp., antes e depois dos tratamentos para concentrações e variações de pressão. ....	59

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	18
<b>2.2.1 Objetivos específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
3.1 PRODUÇÃO DA CARNE SUINA .....	19
3.2 PROCESSO DE ABATE .....	21
3.3 MICROBIOTA DA CARNE SUÍNA .....	26
<b>3.3.1 <i>Salmonella</i>: caracterização e importância no processo de abate de suínos</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3.2 <i>Escherichia coli</i>: caracterização e importância em derivados cárneos</b> ....	<b>34</b>
3.4 USO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS NA INDÚSTRIA DE DERIVADOS CÂRNEOS.....	38
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>43</b>
4.1 MATERIAL .....	43
<b>4.1.1 Preparo das amostras</b> .....	<b>44</b>
4.2 TRATAMENTOS .....	45
4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS .....	45
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	46
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>47</b>
5.1 CONTAGEM DE MICRORGANISMOS MESÓFILOS .....	47

5.2 CONTAGEM DE <i>Escherichia coli</i> .....	53
5.3 RESULTADOS DE <i>Salmonella</i> spp.....	58
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida em todo o mundo, com sabor diferenciado e marcante. O Brasil é o quarto maior produtor e exportador de carne suína do mundo. Para que a produção seja suficiente para alimentar todos os brasileiros e ainda exportar para todos os continentes, o Brasil possui uma cadeia produtiva organizada e voltada para a qualidade da carne. O desempenho brasileiro é significativo quando comparado com a média mundial e essa trajetória está ancorada em mudanças organizacionais e no contínuo incremento tecnológico de todos os elos de produção (EMBRAPA, 2021).

O modelo produtivo adotado no Brasil é composto, em sua maioria, pela gestão de integração entre produtores e indústrias, que abrange 81% das granjas na região Sul, 23% na região Sudeste e 50% na região Centro-Oeste (ABCS, 2016). A importância social da suinocultura no Brasil, se verifica também por sua presença maciça no interior do país, principalmente nos estados do Sul e Sudeste. Em muitas cidades a produção de suínos é a principal atividade econômica (BRAZILIAN PORK, 2021).

A suinocultura brasileira conta com um sistema intensivo de produção, onde os animais são confinados em galpões cobertos, separados por fases de desenvolvimento, com pleno controle sanitário. Os suínos são alimentados com rações balanceadas, criados com rastreabilidade e total controle veterinário na administração de insumos biológicos (BRAZILIAN PORK, 2021).

De acordo com Teixeira (2021), este tipo de criação trouxe uma série de benefícios para a produtividade, controle zootécnico e sanitário dos animais, o que culmina na consistente evolução da criação de suínos. Os sistemas intensivos de produção animal possibilitam a obtenção de altas produtividades, o escalonamento da produção e a logística de transporte de animais e insumos, além da distribuição dos produtos industrializados (MIRANDA; BERNARDO; MONTICELLI, 2021).

As últimas décadas foram marcadas por um forte aumento no consumo de carne suína. A maior parte teve origem nos países em desenvolvimento, onde o consumo aumentou em mais de 80% entre os anos de 1995 e 2015. De acordo com o relatório do Sebrae-ABCS (2016 *apud* SCHIMIDT, 2018), sob uma perspectiva global, há um potencial crescimento futuro no consumo, principalmente no

continente asiático, alavancado pelo poder aquisitivo da população. Prevê-se um consumo de carne suína de 35,5 kg/per capita até 2024 (SCHIMIDT, 2018).

Segundo Zanella (2016 *apud* SCHIMIDT, 2018), a sustentabilidade da cadeia produtiva de suínos deve considerar as características intrínsecas da cadeia: por um lado, a organização da cadeia, granjas altamente tecnificadas, pequenos produtores familiares e o sistema de integração coordenado pelas agroindústrias. Por outro lado, com a grande inserção brasileira no mercado internacional, a geração de tecnologias e conhecimentos é uma condição necessária para a manutenção e melhoria da eficiência produtiva, do status sanitário e da segurança dos produtos em termos de contaminantes químicos e microbiológicos.

A consolidação da produção brasileira de carne suína se deve principalmente à organização e evolução contínua do setor nas últimas décadas, além da execução da complexa regulamentação que rege a produção de alimentos, e do cumprimento das exigências de qualidade e segurança de alimentos dos mercados consumidores.

Segundo Favaretto *et al.* (2019), a participação do Brasil no mercado internacional pode ser associada à competitividade dos produtores brasileiros no atendimento dos requisitos de sanidade e na qualidade reconhecida. O autor ressalta ainda que o processo de modernização tecnológica continuará influenciando a produção e a confiança dos consumidores. Neste processo, está incluído o aprimoramento dos sistemas de biossegurança, de sanidade, de qualidade e de segurança alimentar, fatores essenciais para impulsionar o aumento da produção e do consumo, tanto interno como externo.

Segundo Mesquita *et al.* (2021), com o aumento da população e a demanda comercial, a indústria alimentícia de produtos de origem animal depara-se com grandes desafios, dentre os quais, a produção em larga escala com a garantia de inocuidade à saúde do consumidor. A competitividade torna-se cada vez mais presente na economia, as empresas não disputam apenas entre os mercados regional, estadual ou nacional, mas também com o internacional.

As carnes em geral, especialmente a carne suína, são produtos sujeitos à imposição de barreiras técnicas (TBT) e barreiras fitossanitárias (SPS), medidas que fazem parte do conjunto de barreiras não tarifárias (BNTs). Com o aumento das exportações brasileiras de carne suína, houve aumento da imposição de barreiras

SPS, que se referem às regulamentações quanto ao uso de pesticidas, resíduos químicos, doenças e pragas, e também, houve aumento das barreiras TBT, que se referem às regulamentações sobre embalagens, pesos e medidas. No período de 2009 a 2011, houve um pico de imposição dessas medidas em função da crise financeira mundial e da gripe H1N1. Cabe ressaltar ainda, a preocupação com doenças que poderiam causar prejuízos ao ser humano, e a preocupação com a qualidade da carne, o que reflete no aumento das imposições de medidas aos países exportadores (FAVARETTO *et al.*, 2019).

De acordo com Tondo (2020), alimentos seguros são aqueles que não causam doenças nem danos à saúde do consumidor. Tais alimentos não necessariamente devem estar isentos de todo o tipo de contaminação, uma vez que praticamente todos os alimentos contêm algum tipo de micro-organismo ou contaminante. Existem alimentos com muitos tipos de micro-organismos diferentes, e a carne por sua vez, conta com uma microbiota inicial (*Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Pediococcus*, entre outros), e não há qualquer problema nisso, desde que a multiplicação destes micro-organismos seja controlada, pela refrigeração adequada, ou eliminada pelo tratamento térmico, por exemplo.

Acerca do conceito de alimento seguro, no decorrer dos anos, tornou-se crescente a adoção de políticas que visem a segurança dos produtos industrializados. Embora, as indústrias façam uso de técnicas para garantir a qualidade e inocuidade dos produtos, as doenças transmitidas por alimentos (DTA) continuam sendo um problema de saúde pública (JAY, 2005).

O termo segurança dos alimentos abrange conhecimentos e práticas referentes à saúde coletiva, com intuito de prevenir riscos associados à alimentação. Em vista disso, o processo de produção de alimentos deve ser realizado evitando o surgimento de DTA (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Estas doenças são aquelas causadas pela ingestão de alimentos e/ou água contaminados. Existem mais de 250 tipos de DTA no mundo, sendo que a maioria delas são infecções causadas por bactérias e suas toxinas, vírus e outros parasitas. As DTA são uma causa importante de morbidade e mortalidade em todo o mundo. Há previsões de que o problema aumente no século 21, especialmente com as várias mudanças globais, incluindo crescimento da população, pobreza, exportação de alimentos e rações animais, que influenciam na segurança dos alimentos internacional (BRASIL, 2021b).



Segundo Forsythe (2013), o envolvimento com problemas de segurança de alimentos é desafiador, pois é um setor que se encontra em constante transformação, devido a frequentes mudanças na economia e, conseqüentemente, nos hábitos alimentares, estilo e expectativa de vida da população. De acordo com essas mudanças, os patógenos causadores de doenças de origem alimentar também se modificam, podendo até mesmo se adaptar e atuar de maneiras diferentes dos habituais.

Um exemplo de adaptação de patógeno, é a *Salmonella* monofásica, a *Salmonella* enterica sorotipo I 4,[5],12:i:- Na última década, este sorotipo emergiu como uma grande ameaça à saúde pública na Europa e nos Estados Unidos. Como uma variante monofásica de *Salmonella* Typhimurium. A *Salmonella* I 4,[5],12:i:- foi raramente identificada antes de meados da década de 1990. No entanto, ela pode ser detectada em bovinos, aves e suínos, e vários surtos de doenças humanas associadas a este patógeno foram relacionados a produtos suínos contaminados. As causas que facilitam sua rápida disseminação e sucesso ecológico se devem principalmente a genes de resistência a drogas antimicrobianas e genes que codificam resistência a micronutrientes de metais pesados (ARRUDA; BURROUGH; SCHWARTZ, 2019).

Se estima que a cada ano, 600 milhões de pessoas, cerca de 1 em cada 10 habitantes, ficam doentes por ingerir alimentos contaminados e que 420 mil pessoas morrem por esta mesma causa. As infecções diarreicas, que são mais comumente associadas ao consumo de alimentos contaminados, acometem 500 milhões de pessoas e provocam 230 mil mortes (OMS, 2020).

Os microrganismos causadores de doenças podem ser encontrados em diversos alimentos, como leite, carne e ovos. Eles apresentam uma vasta gama de fatores de virulência que geram respostas adversas agudas, crônicas ou intermitentes. Algumas bactérias patogênicas, como a *Salmonella*, são invasivas e podem chegar à corrente sanguínea através das paredes do intestino, causando infecções generalizadas. Outros patógenos, como a *E. coli* O157: H7, produzem toxinas nos alimentos, antes de serem ingeridos ou durante a infecção, podendo causar graves danos a órgãos suscetíveis, como o fígado. Também podem ocorrer complicações devido às reações imune-associadas, nas quais a resposta imune do hospedeiro ao patógeno é dirigida contra os tecidos do próprio hospedeiro, como no

caso da infecção causada por *Campylobacter* que pode levar a uma artrite reativa e a síndrome de Guillain-Barré (FORSYTHE, 2013).

No Brasil há uma dificuldade de estimativa de agentes envolvidos em surtos, devido à fragilidade dos programas de controle existentes ou à ausência de sistemas de vigilância sanitária, por isso, as informações existentes não representam a real magnitude do problema, já que existem estados que nunca identificaram surtos (MELO *et al.*, 2018). Ainda assim, há dados de que a maioria das doenças transmitidas por alimentos são causadas por bactérias (principalmente por *Salmonella*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*) (BRASIL, 2021b).

A competitividade entre as empresas atrelada ao avanço das pesquisas científicas nos mais variados âmbitos, faz com que alguns métodos para o controle de contaminação em produtos cárneos sejam estudados, com a finalidade de aperfeiçoar a produção de alimentos sem trazer prejuízos ao consumidor. Neste sentido, o trabalho foi proposto com a finalidade de aliar uma alternativa viável do ponto de vista de saúde pública, para proporcionar produtos mais seguros e financeiro para as empresas.

Os compostos químicos utilizados para a descontaminação de carcaças compreendem basicamente uma grande variedade de substâncias. Em relação à carne suína, os principais compostos químicos utilizados são os ácidos orgânicos de baixa molécula, com ácido láctico, acético, cítrico e fumárico. Os ácidos orgânicos têm sido tradicionalmente usados em produtos alimentícios para inibir o crescimento microbiano e prolongar a vida útil do produto, já que levam à diminuição do pH (STIJN, 2017). O método ideal de descontaminação não deve alterar a aparência, cheiro, sabor ou propriedades nutricionais, nem deixar resíduos ou ser perigoso ao ambiente. Além disso, ele deve ser barato, conveniente de aplicar, estável e inativar microrganismos deteriorantes, bem como bactérias patogênicas, como *Salmonella*, por exemplo (LARANJA, 2021).

O resultado esperado com a execução dos testes é a definição da melhor alternativa para redução de contaminação em miúdos externos de suínos nas indústrias, possibilitando o pleito de inovação tecnológica junto ao Ministério da Agricultura, baseado no Decreto Nº. 9013 de 2017 (BRASIL, 2017a), o que representará um impacto significativo no aproveitamento de produtos.

Consequentemente, evitando o descarte de produtos cárneos com alto valor agregado e que já despenderam custos de produção.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a redução da contaminação microbiológica superficial em cortes de miúdos externos de suíno com auxílio de solução de ácido láctico e variação de pressão de água.

#### **2.2.1 Objetivos específicos**

- Avaliar o melhor tratamento na redução da contaminação microbiológica superficial em cortes da cabeça (orelhas, máscara e focinho), pés e rabo do suíno, variando parâmetros de pressão de água em centrífuga a 2 BAR e 4 BAR e variando as concentrações de ácido láctico em 1%, 2% e 3% nas centrífugas que enxaguam os produtos.
- Avaliar o efeito combinado da variação de concentração de ácido láctico e pressão nos diferentes grupos de bactérias.
- Definir o melhor tratamento visando o melhor resultado microbiológico para o produto final.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 PRODUÇÃO DA CARNE SUINA

Dados do IBGE mostram que a proteína suína é a que mais cresce no Brasil em produção. Ocorreu um aumento de mais de 40% da produção nos últimos 6 anos, sendo quase metade deste crescimento em 2020 e 2021. É um dos maiores crescimentos percentuais do planeta entre os grandes produtores mundiais de suínos. Mesmo com o crescimento expressivo das exportações nos últimos anos, o mercado doméstico foi quem absorveu esta explosão de oferta promovendo o aumento do consumo per capita de carne suína, que em 2021 chegou a 18 kg, representando um acréscimo ao redor de um quilograma por habitante em relação ao ano de 2020 (ABCS, 2021).

Em pesquisa encomendada, a ABPA (2021) relata um ponto importante: a maioria da população brasileira reconhece a carne suína como proteína saudável, devido ao rigoroso controle sanitário existente atualmente. Apesar de não ser consumida por parte significativa da população mundial por motivos religiosos (principalmente muçulmanos, hindus, judeus e adventistas), o consumo de carne suína tem crescido e apresenta boas perspectivas para o Brasil e no mercado internacional (GUIMARÃES *et al.*, 2017).

Atualmente, o Brasil configura-se como importante produtor e exportador de carne suína, encontrando-se em 4º lugar no ranking mundial. Os principais destinos dos produtos brasileiros são os países da Ásia (78,99%), seguido dos países da América (12,65%) e África (6,02%). Cerca de 87,49% dos produtos exportados são cortes e 9,13% são miúdos, sendo que os principais destinos se configuram entre países da América, Ásia e países europeus fora da União Europeia. Já os importadores de miúdos se concentram nos países da África e Ásia (ABPA, 2021).

A produção de suínos está amplamente distribuída no Brasil, aproximadamente 97% de todos os municípios alojam matrizes para a produção de leitões. Estima-se que 95% desses animais sejam de produção comercial tecnificada, e o restante, produções domésticas para subsistência. Observa-se que 50,1% do rebanho suíno está localizado na região sul do país, local de concentração

de grande parte das integradoras no Brasil, sistema responsável por 90% da produção de suínos do país (CNA, 2021).

A concentração regional da produção de carne suína se encontra no Sul do Brasil, responsável em 2020, por 70,05% dos abates sob a inspeção oficial, dentre os estados, destacaram-se Santa Catarina, com 30,73% dos abates, Paraná, com 21,10% e Rio Grande do Sul, com 19,08%. A região Sudeste respondeu por quase 15,04%, e a Centro-Oeste por 14,77%. O restante coube às regiões Norte e Nordeste, de acordo com o relatório anual da ABPA (2021).

No ano de 2020, a produção de carne suína no Brasil teve um incremento significativo de 11,37% em relação ao ano anterior (ABPA, 2021). De acordo com o relatório da FAO (2021), o aumento foi alavancado principalmente em decorrência da Peste Suína Africana que acometeu o rebanho chinês, e tende a permanecer até que ocorra a completa recuperação de capacidade de produção da China, já que o Brasil obteve acesso a este mercado. A China se estabeleceu como o principal destino das exportações brasileiras em 2020, representando um aumento de 51% em relação ao ano anterior, seguido de Hong Kong (16%) e Singapura (5,2%) (ABPA, 2021).

Em 2021, a dinâmica da suinocultura permaneceu vinculada aos impactos da Peste Suína Africana no mercado internacional, nos preços das carnes e dos ingredientes das rações, bem como, à desvalorização do Real. Com isso, se ampliou a participação brasileira no mercado internacional. Por outro lado, este cenário elevou os custos de produção, já bastante impactados pela quebra da safra de milho a níveis recorde (MIELE; MARTINS, 2021). Por se tratar de uma cadeia longa e resiliente, a suinocultura deve crescer algo ao redor de 4% ao longo de 2022 em relação a 2021, mesmo com margens negativas em 2021. Esta é a projeção da ABPA (ABCS, 2021).

Afora as circunstâncias atuais de sanidade de rebanho e necessidade de abastecimento do mercado chinês, de acordo com Guimarães *et al.* (2017), o consumo de carne suína no mundo tem se expandido mais aceleradamente nos países emergentes, enquanto nos desenvolvidos segue de maneira relativamente estável.

### 3.2 PROCESSO DE ABATE

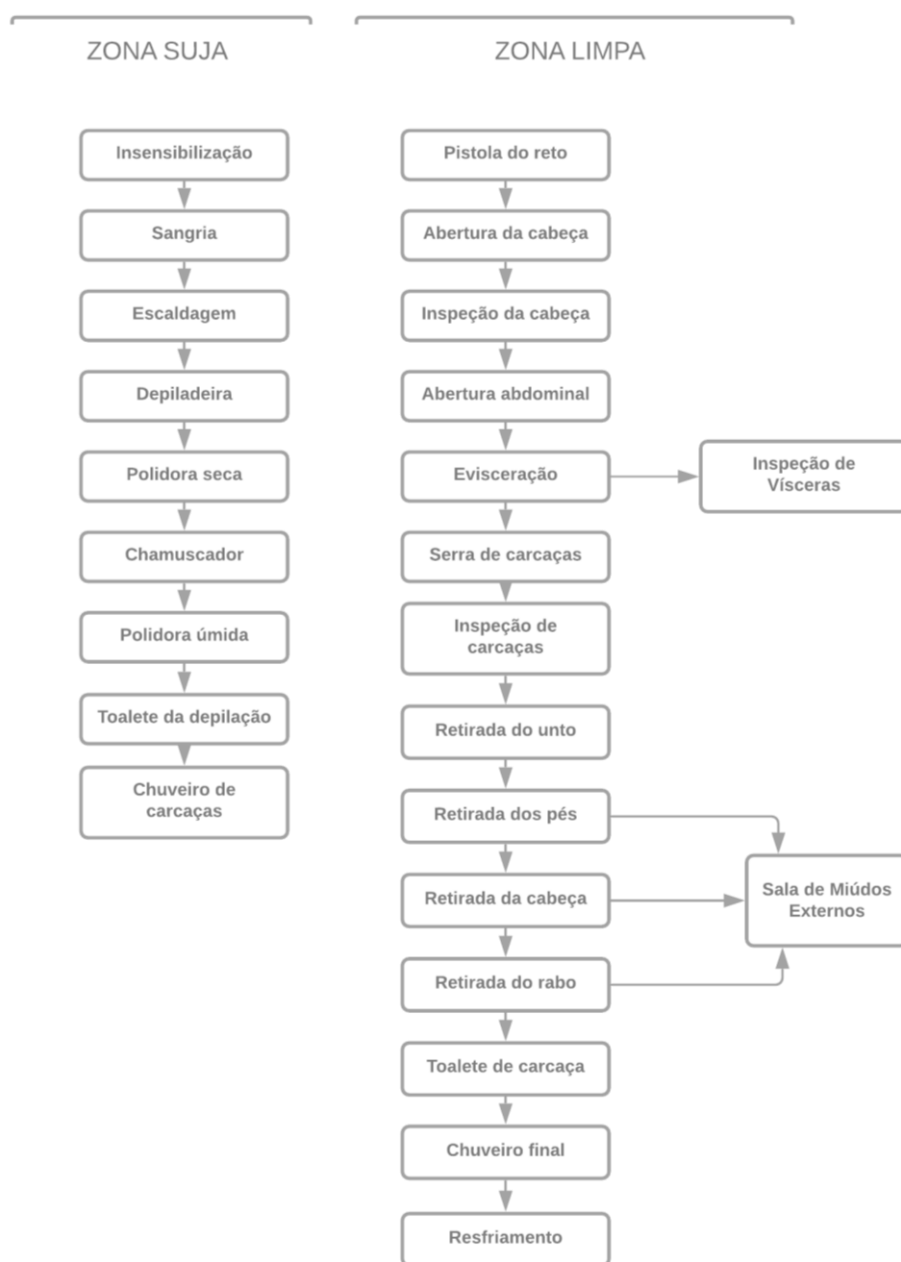
As operações de pré-abate incluem todo manejo envolvido antes que o animal seja abatido. No manejo pré-abate dos suínos, o jejum, a mistura de lotes, o tempo de descanso no frigorífico são fatores essenciais para manutenção da qualidade das carcaças e da carne (DALLA COSTA *et al.*, 2010).

Neste sentido, o estado de portador assintomático com a possibilidade de reativar a excreção de *Salmonella*, especialmente em momentos de estresse como transporte e mistura de animais, é crítico na transmissão da bactéria entre os suínos. Por isso, o pré-abate se torna um período importante na dinâmica da infecção, uma vez que a excreção de *Salmonella* aumenta e o tempo entre a contaminação e a eliminação pelas fezes é de duas horas ou menos. Assim, tanto os caminhões como as baias de espera no abatedouro são facilmente contaminados e se transformam em uma fonte de infecção para os animais que são alojados. Além da contaminação superficial da pele e cavidade oral, estes suínos excretarão a *Salmonella* nas suas fezes, transformando-se em um agente amplificador do problema (KICH; SOUZA, 2015).

O processo de abate segue através da insensibilização e sangria, escaldagem, depilação, chamoscamento, toailete e o primeiro chuveiro de carcaças, todas estas etapas fazem parte da chamada zona suja (Figura 1), a fim de separar as atividades por nível de contaminação. Na zona limpa, os processos de abate compreendem a oclusão do reto, evisceração, divisão das carcaças ao meio e as linhas de inspeção de cabeça, vísceras e carcaças. O chuveiro final é a última etapa antes do resfriamento das carcaças (BRASIL, 1995).

Do ponto de vista do controle microbiológico, a retirada de sujidades e restos de fezes da superfície corpórea do suíno antes da entrada na linha de abate é crucial, pois a presença de carcaças sujas no tanque de escaldagem introduzirá matéria orgânica na água, comprometendo a eficácia do cloro e protegendo contaminantes presentes na superfície da carcaça da ação da temperatura, ao passo que insensibilização e sangria são etapas de baixo risco (CARDOSO; SILVA, 2015).

Figura 1- Fluxograma do processo de abate de suínos.



Fonte: AUTORA (2022).

A escaldagem é considerada como a primeira etapa da zona suja que contribui significativamente para o controle microbiológico. Essa etapa visa preparar a remoção dos pelos da carcaça e deve ser efetuada pelo contato da carcaça por dois a cinco minutos com água em temperatura entre 62 °C e 72 °C. Nesta faixa de temperatura pode haver uma redução de muitos microrganismos, no entanto, a presença de resíduos de matéria orgânica na água de escalda e a contaminação



residual em reentrâncias da pele podem manter carga microbiana remanescente (CARDOSO; SILVA, 2015).

Cê (2016) comprovou que a escaldagem se mostrou uma eficiente etapa do processo na redução microbiana, através da diminuição na contagem de aeróbios mesófilos em 2,5 logs da carga inicial. A contagem de *E. coli* nesta etapa foi praticamente eliminada, assim como, os níveis de coliformes totais e enterobactérias. Já, a contaminação por *Salmonella* spp. foi reduzida drasticamente passando de 26,67 para 1,11 % de prevalência. Hernández *et al.* (2013) também citam que o tanque de escalda é um importante ponto de controle para *Salmonella*.

A etapa seguinte ao tanque de escalda é a passagem do suíno pela depiladeira. Esta etapa deve ser monitorada, pois tem forte potencial para propiciar um incremento da contaminação por *Salmonella* e demais microrganismos. De acordo com Kich e Souza (2015), neste ponto do processo, o reto do suíno ainda se encontra aberto, e devido ao funcionamento do equipamento através da passagem do suíno por tambores rotativos e chicotes de borracha em placas raspadoras, para remoção dos pelos, o extravasamento de conteúdo fecal é muito frequente, favorecendo a contaminação superficial da pele das carcaças. Além disso, esse equipamento é de difícil higienização, permitindo o acúmulo de sujeira e a formação de biofilme, o que fortalecerá a contaminação cruzada entre suínos.

Cê (2016) confirmou em seu trabalho, que a depiladeira é uma importante fonte de contaminação no processo, pois após esta etapa, as carcaças passam a apresentar níveis de microrganismos indicadores e presença de *Salmonella* superior ao observado nas carcaças antes mesmo do início do abate. Os níveis de enterobactérias e *E. coli* praticamente dobraram comparando-se com a condição inicial da carcaça, passando de 1,25 para 2,00 e 0,86 para 1,63 log UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente. A prevalência de *Salmonella* spp. aumentou para 58,89%, maior índice dentre todas as etapas avaliadas.

Após a depiladeira, outra etapa importante da zona suja é o chamuscamento, que faz parte da toailete de depilação, complementando o processo de remoção dos pelos de carcaças suínas (BRASIL, 1995). Nesse equipamento, a temperatura ultrapassa 700 °C durante a passagem da carcaça, o que contribui para a rápida eliminação de bactérias da superfície da mesma (CARDOSO; SILVA, 2015). A eficácia da descontaminação através do chamuscador depende dos

parâmetros do processo, como tempo de exposição, por exemplo. Durante o chamuscamento pode ocorrer redução de bactérias aeróbias e *coliformes* entre 1,2 e 2,1 logs UFC/cm<sup>2</sup> (LORETZ; STEPHAN; ZWEIFEL, 2011). O processo de queima reduz significativamente o nível de contaminação superficial da pele, embora as bactérias possam sobreviver em dobras cutâneas mais profundas (base e orifícios das orelhas) ou nos folículos capilares (BERENDS *et al.*, 1997).

A etapa seguinte, complemento da toailete da depilação, é a passagem pela polidora. Nesse equipamento, a carcaça é lavada e sofre a ação de chicotes de elastômero, que removem o restante dos resíduos. Essa etapa tem demonstrado ser capaz de aumentar a contagem microbiana na superfície das carcaças, quer seja pelo fato de espalhar os contaminantes residuais, ou por apresentar presença residual de bactérias, que resulta na recontaminação das mesmas (CARDOSO; SILVA, 2015). De acordo com Alban e Stärk (2005), se a etapa de chamuscamento não for bem realizada, as chances de contaminações cruzadas na etapa de polimento aumentam consideravelmente.

As carcaças encerram sua passagem pela zona suja após a finalização das operações de toailete da depilação e passagem pelo chuveiro de carcaças, para posteriormente, entrarem na zona limpa do abate (BRASIL, 1995).

Na zona limpa estão compreendidas as operações de abertura abdominal-torácica, corte da sínfise pubiana, oclusão do reto, abertura da papada, inspeção de cabeça e papada, evisceração, inspeção de vísceras, divisão longitudinal da carcaça, retirada da cabeça, inspeção de carcaça e rins, inspeção de cérebro, desvio da entrada e saída para a inspeção final, retirada do "unto" e chuveiro para carcaças (CARDOSO; SILVA, 2015).

Na zona limpa do abate, a evisceração é a principal etapa que pode aumentar a contagem microbiana após a chamuscagem, de acordo com Berends *et al.* (1997) de 55 a 90% das contaminações por *Salmonella* acontecem nesta etapa. De acordo com Vivan (2019), no processo de evisceração não existe intervenção que possibilite a redução de contaminação das carcaças, como no tanque de escalda ou chamuscador da área suja, podendo dessa forma, acarretar em uma ampliação da contaminação nas etapas posteriores.

As etapas da zona limpa, são constituídas por um maior número de atividades, devido ao maior número de funcionários e maior manipulação. Nesta

etapa, deve ser considerada ainda, a exposição de órgãos, abertura de linfonodos e a possibilidade de rompimento de vísceras, sendo compreensível que a contaminação tenha a possibilidade de aumentar a cada atividade realizada.

Buncic e Sofos (2012), Alban e Stärk (2005) citam que há medidas que ajudam a controlar a contaminação cruzada entre carcaças, como a oclusão do reto com auxílio de embalagem plástica ou outro mecanismo que o vede, cuidados na remoção da língua, limpeza frequente das mãos, esterilização de facas a 82 °C, precisão no momento de dividir a carcaça e posterior esterilização da serra.

Ao final da linha de abate, as carcaças são submetidas à jatos de água com o objetivo de eliminar esquirolas ósseas, coágulos e outras partículas geradas nas fases anteriores. Este processo pode promover a redução da carga microbiana superficial da carcaça, dependendo da pressão de água utilizada (GAMARRA, 2007). O chuveiro de carcaças, no final da zona limpa, é a última etapa antes do resfriamento das carcaças (BRASIL, 1995).

O resfriamento é considerado uma etapa crucial para minimizar qualquer aumento potencial na prevalência de contaminação no produto final. Durante esta etapa a temperatura da carcaça deve diminuir de 39°C – 42°C para 7°C em cerca de 24 horas. O frio causa lesões nas células dos micro-organismos, e é capaz de reduzir pela metade a ocorrência de *Salmonella* em carcaças de suínos (HDAIFEH *et al.*, 2020). Neitzke (2017) cita ainda que o resfriamento rápido e as baixas temperaturas com alta velocidade do ar circulante na câmara ocasionarão a desidratação superficial do produto e retardarão consideravelmente a multiplicação de bactérias gram-negativas.

Após a refrigeração, não haverá nenhuma outra etapa que possa eliminar riscos, pois o próximo passo é a transformação das carcaças em cortes, onde a manipulação pelos operadores pode se tornar um importante ponto de contaminação cruzada. A importância de instrumentos, superfícies e das mãos dos operadores na contaminação cruzada durante o processamento tem sido motivo de discussão, já que, em diversos pontos pode ocorrer contaminação cruzada por facas e ganchos contaminados. Da mesma forma, os procedimentos de inspeção de carcaça, principalmente aqueles com corte de linfonodos contaminados, aumentam o risco de contaminação cruzada da carcaça.

De forma geral, pode-se ressaltar ainda, a relevância dos microrganismos aderidos às superfícies sólidas, pois estes podem ter o potencial de atuar como uma fonte crônica de contaminação microbiana, o que pode comprometer a qualidade do alimento (RIVAS, 2017).

### 3.3 MICROBIOTA DA CARNE SUÍNA

A microbiota inicial da carne irá influenciar na sua validade comercial por meio da deterioração causada pelas bactérias e no seu impacto na saúde pública, por estar relacionada a casos de infecções e intoxicações alimentares (FARIAS *et al.*, 2019). A carne é considerada um excelente meio de cultura para os microrganismos, pois apresenta fatores intrínsecos e extrínsecos que favorecem o crescimento microbiano. A alta atividade de água, pH favorável para a maioria dos microrganismos, elevado teor de nutrientes são alguns desses fatores. Além disso, a carne não possui constituintes antimicrobianos (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

O tecido muscular de animais sadios é considerado, em situações normais, estéril, livre de contaminação por qualquer microrganismo. Após o abate e em decorrência de várias operações envolvidas na obtenção final das carcaças e dos cortes, a carne passa a apresentar uma microbiota bastante variável, uma vez que pode se tornar sujeita a contaminações provenientes de diferentes fontes (MATOS *et al.*, 2013).

A validação dos processos de produção de alimentos é embasada em padrões microbiológicos comprovados, que asseguram a qualidade dos alimentos e preservam a saúde do consumidor. Os padrões microbiológicos são estabelecidos para apoiar a tomada de decisão sobre um alimento, ou seja, são parâmetros usados para verificar se o alimento à venda é seguro e adequado, e se os controles de manuseio e as práticas de higiene de uma empresa de alimentos são adequados. Entretanto, a segurança dos alimentos é garantida pela adoção conjunta de abordagem preventiva, ou seja, o emprego de Boas Práticas e, quando necessário, o uso de princípios de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (BRASIL, 2021a).

O controle microbiológico de carcaças de suínos provenientes de abatedouros registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) é realizado com base na Instrução Normativa N° 60 de 2018 (BRASIL,

2018b) que dispõe sobre a pesquisa de agentes patogênicos como as *Enterobacteriaceae* e *Salmonella* spp. na superfície das carcaças e trata ainda, sobre a adoção de medidas de controle com base na gestão de risco dos resultados microbiológicos.

Embora o monitoramento da presença de patógenos em carcaças suínas seja de extrema importância, não oferece informações suficientes para uma avaliação satisfatória acerca das condições higiênicas do processo. Deve ser levada em consideração, que a distribuição dos patógenos na superfície da carcaça, frequentemente, ocorre de forma heterogênea, podendo resultar em análise de resultado negativo, mesmo o agente estando presente, ou podem apresentar-se em baixas quantidades (KICH; SOUZA, 2015). Ainda segundo Kich e Souza (2015), a detecção de patógenos fornece resultados qualitativos (presença ou ausência), fato este que não indica se o processo apresenta condições de reduzir contaminantes ou não. Por isso, o uso de microrganismos indicadores é utilizado em programas de monitoramento de qualidade higiênica para avaliação do processo de abate de suínos, em paralelo à pesquisa de agentes patogênicos.

Segundo Forsythe (2013), microrganismo indicador é qualquer grupo taxonômico, fisiológico ou ecológico, cuja presença ou ausência, proporciona uma evidência indireta referente a uma característica particular do histórico da amostra. Os principais indicadores utilizados no monitoramento de carcaças são os mesófilos aeróbios, enterobactérias e *Escherichia coli* genérica. Através destes microrganismos é possível elucidar a qualidade higiênica do processo e a possibilidade de ter ocorrido contato com o conteúdo intestinal. Além disso, parte-se do pressuposto que os indicadores tenham uma boa correlação com a presença de *Salmonella* na amostra (KICH; SOUZA, 2015).

A contagem total de mesófilos aeróbios é um indicador geral de populações bacterianas nos alimentos. Não há diferenciação de tipos de bactérias, todas as bactérias capazes de multiplicar na presença de oxigênio, à temperatura de  $35 \pm 1$  °C, no meio de cultura utilizado para sua determinação (ágar padrão para contagem) formarão colônias que serão enumeradas, gerando a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) na área amostrada. Em outras palavras, quanto menor a higiene do processo, maior o contato da carcaça com mesófilos aeróbios e mais elevada sua contagem na superfície da mesma (KICH; SOUZA, 2015).

De acordo com Franco e Landgraf (2001 *apud* BARBOSA *et al.*, 2020), todas as bactérias patogênicas de origem alimentar são mesófilas. Os autores consideram que através da média de  $10^6$  UFC/g é possível visualizar alterações na cor do produto e, acima de  $10^8$  UFC/g, a carne mostra características de deterioração e até mesmo diferenças no odor.

Enterobactérias é a denominação vulgar dos membros da família *Enterobacteriaceae*. São amplamente distribuídas na natureza, estando presente no solo, água, plantas e animais. Estão presentes no trato digestório dos animais, mas não exclusivamente nele. Enterobactérias são utilizadas como indicadores das condições de higiene dos processos de fabricação, pois são inativadas por sanitizantes e capazes de colonizar várias superfícies das plantas de processamento. Nas carcaças, indicam falhas no processo, demonstrando o contato com superfícies mal higienizadas ou conteúdos contaminados (KICH; SOUZA, 2015).

As enterobactérias são compostas por um heterogêneo grupo de bacilos Gram-negativos fermentadores da glicose, aeróbios e anaeróbios facultativos, podendo ser móveis ou imóveis, constituindo 42 gêneros e mais de 100 espécies. Poucas espécies são patogênicas, causando enteroinfecções no homem e animais, outras, são consideradas patógenos oportunistas, geralmente associados a infecções relacionadas à assistência à saúde. As *Enterobacteriaceae* podem ser isoladas de vários sítios infecciosos e são responsáveis por abscessos, pneumonia, meningites, septicemias, infecções de feridas, trato urinário e trato gastrointestinal. Os enteropatógenos como a *Salmonella* Typhimurium, outras *Salmonellas*, *Shigella* spp., *Yersinia* enterocolítica e vários sorotipos de *Escherichia coli* causam infecções gastrointestinais, embora possam também, causar infecções em outros sítios (FRIGATTO; FERNANDES; VAZ, 2008).

Na legislação vigente da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para alimentos, a pesquisa de coliformes foi substituída pela pesquisa de *Escherichia coli* ou *Enterobacteriaceae*, devido ao fato de que as determinações analíticas de “Coliformes a 35°C” e “Coliformes a 45°C” indicam/quantificam somente os microrganismos que fermentam a lactose. Aqueles não fermentadores de lactose não aparecem na determinação, mas podem ter importância sanitária e predominar no alimento, por exemplo, *Cronobacter*, *Shigella*, *Yersinia*, *E. coli* O157.

Os coliformes não constituem um grupo taxonômico definido, podendo incluir algumas espécies que fermentam lentamente lactose e que não são reconhecidamente coliformes, como *Erwinia* e *Serratia*, ou espécies com linhagens capazes de perder a capacidade fermentativa da lactose, como *Citrobacter*, *Klebsiella* e algumas cepas de *Escherichia*. A pesquisa de bactérias do grupo *Enterobacteriaceae* fornece mais informações de segurança sobre a qualidade microbiológica do produto (BRASIL, 2021a).

Rodrigues (2019) pesquisou a qualidade microbiológica do processo de abate suínos, amostrando pontos de carcaça, produto final, pontos de água e utensílios. Os níveis microbiológicos se apresentaram mais elevados nas etapas iniciais do processo de abate, onde a média para mesófilos aeróbios foi de  $5,5 \times 10^3$  UFC/g<sup>-1</sup> e para *Escherichia coli* de  $2,1 \times 10^1$  UFC/cm<sup>2</sup>. No final do processo, a média de mesófilos aeróbios foi de  $9,5 \times 10^2$  UFC/g<sup>-1</sup>, enquanto *Escherichia coli* não apresentou crescimento microbiológico. As etapas que mais apresentaram redução microbiana foram a escaldagem e a lavagem em chuveiro para a área limpa. Ainda de acordo com o autor, o produto final analisado apresentou níveis inferiores aos observados durante as etapas do processo, demonstrando que o resfriamento das carcaças e práticas higiênicas-sanitárias de manipulação auxiliaram no controle dos níveis microbiológicos.

O atendimento das normas exigidas pelos órgãos competentes e os procedimentos estabelecidos e executados na indústria através de programas de controle de BPF, higiene, entre outros, possibilitam que os produtos sejam seguros para o consumo. No entanto, ainda é possível encontrar produtos para comercialização que não atendam os parâmetros da legislação, seja motivado por desvios pontuais na indústria, ou por contaminação posterior ao processamento, como o fracionamento de produtos, conservação inadequada no transporte e armazenamento.

### **3.3.1 *Salmonella*: caracterização e importância no processo de abate de suínos**

As salmonelas pertencem à família *Enterobacteriaceae*. Morfologicamente são bastonetes Gram negativos, geralmente móveis, capazes de formar ácido e, na

maioria das vezes, gás a partir da glicose, com exceção de *S. Typhi*, *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* ( $\leq 5\%$  produzem gás) (BRASIL, 2011).

Salmonelas crescem entre 5 e 47 °C, sendo 37 °C a temperatura ótima de crescimento. O seu valor D a 70 °C é de 15 segundos, com valor Z de 6 °C. O pH ideal para a multiplicação é 7, sendo que valores abaixo de 4 ou acima de 8 são considerados bactericidas. Além disso, são resistentes a altas pressões osmóticas (COSTA *et al.*, 2017).

De acordo com o descrito pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), o habitat natural das salmonelas pode ser dividido em três categorias, com base na especificidade do hospedeiro e padrão clínico por ele determinado:

- a. Altamente adaptadas ao homem, incluindo *S. Typhi* e *S. Paratyphi* A, B e C, agentes da febre entérica (febres tifoide e paratifoide).
- b. Altamente adaptadas aos animais, representadas por *S. Dublin* (bovinos), *S. Choleraesuis* e *S. Typhimurium* (suínos), *S. Abortusequi* (equinos), *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (aves), responsáveis pelo paratifo dos animais. Entretanto, em determinadas situações (idade jovem, pacientes com doenças crônicas, idosos, imunocomprometidos), os sorovares *S. Dublin* e *S. Choleraesuis*, podem determinar no homem um quadro septicêmico, isto é, mais grave do que o causado por *S. Typhi*.
- c. A terceira categoria inclui a maioria dos sorovares que atingem indiferentemente o homem e os animais, designadas salmonelas zoonóticas, as quais são responsáveis por quadro de gastroenterite (enterocolite) ou por doenças de transmissão alimentar. Sua distribuição é mundial, sendo os alimentos, os principais veículos de sua transmissão. São responsáveis por significantes índices de morbidade e mortalidade, tanto nos países emergentes quanto nos desenvolvidos, determinando pequenos e grandes surtos, envolvendo, principalmente, o consumo de alimentos de origem animal, como ovos, carnes e produtos lácteos (BRASIL, 2011).

Para Kich e Souza (2015), a relevância deste microrganismo se deve ao fato de que a *Salmonella* é um patógeno comum ao homem e aos animais e está amplamente distribuída na natureza, com mais de 2.600 sorovares, que se diferem nos seus hospedeiros e nas doenças que causam. Dentre os sorovares, a



*Salmonella enterica* Typhimurium é conhecida por ser uma bactéria potencialmente patogênica para o homem, podendo causar enterocolite em animais e humanos.

O sorovar predominante causador de infecções alimentares mudou nas últimas décadas de *S. Agona*, *S. Hadar* e *S. Typhimurium* para a *S. Enteritidis*, que é a causa predominante de salmonelose em diversos países (FORSYTHE, 2013). Nos últimos anos, a expansão de sorotipos de *Salmonella* e linhagens clonais bem-sucedidas foram relatados globalmente (CAMPOS *et al.*, 2019). As alterações nos sorovares refletem as mudanças na criação de animais e a disseminação de novos sorovares devido ao aumento do comércio mundial. A preocupação atual é o aumento de sorovares multirresistentes a antibióticos, tal como, *S. Typhimurium* DT104 e a *Salmonella* monofásica. Em alguns países asiáticos, mais de 90% das *Salmonellas* isoladas são resistentes aos antibióticos mais comumente utilizados (FORSYTHE, 2013).

*Salmonella* é uma das quatro causas principais de enfermidades diarreicas a nível mundial (OMS, 2020). A dose infectante varia de  $10^5$  a  $10^8$  células, porém, em pacientes imunocomprometidos, têm sido observadas doses menores que  $10^3$  para alguns sorovares envolvidos em surtos de DTA (BRASIL, 2011).

A salmonelose é tipicamente caracterizada por uma síndrome de gastroenterite autolimitada, com diarreia como o principal sintoma, entretanto, febre, vômito e dor abdominal também podem ocorrer. Apesar de serem incomuns, infecções invasivas mais graves por *Salmonella*, como bacteremia e ou outras infecções extra-intestinais (infecções septicêmicas, osteomielite, artrite, hepatite, etc.), podem ocorrer e afetar grupos de alto risco específicos (bebês, crianças pequenas, pessoas idosas ou pacientes imunocomprometidos). Nestes casos, é necessária a utilização de agentes antimicrobianos, sendo preocupante o surgimento de *Salmonella* resistente a antibióticos, principalmente aquelas consideradas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como "antimicrobianos criticamente importantes de maior prioridade", como fluoroquinolonas e cefalosporinas de espectro estendido, que pode comprometer o tratamento eficaz de infecções (CAMPOS *et al.*, 2019).

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), a salmonelose é considerada a zoonose mais difundida do mundo. Como o ciclo de transmissão de salmonela envolve praticamente todos os vertebrados e sua veiculação está

associada a ingestão de alimentos, seu controle representa um desafio para a saúde pública, tendo em vista a emergência de novos sorovares e a reemergência de outros em determinadas áreas, tanto nos países emergentes quanto nos industrializados.

A introdução de *Salmonella*, no ambiente da granja, pode ocorrer por meio da compra de novos animais de produção, bem como, via ração contaminada, roedores infectados, pássaros, insetos, animais de estimação e até mesmo humanos trabalhando ou visitando as instalações. A primeira e a segunda rotas são consideradas as mais importantes (EFSA, 2010).

A principal via de infecção do suíno é a oral, a partir dela, a bactéria pode permanecer nos linfonodos do trato gastrointestinal e ser excretada intermitentemente pelos animais portadores assintomáticos (BUSSE *et al.*, 2013). Animais portadores de *Salmonella*, que não apresentam manifestações clínicas de doença, são de grande relevância para a saúde pública, pois quando submetidos a situações de estresse como o transporte, jejum e espera no frigorífico, excretam maiores cargas desse microrganismo, contaminando os demais animais, assim como, o ambiente. A amplificação da excreção de *Salmonella*, devido ao estresse das etapas pré-abate, é de extrema importância, pois impacta diretamente nas atividades dos abatedouros, podendo atingir um número maior de instalações, superfícies e até mesmo o produto final (REZENDE, 2009).

Estudos apontam que a prevalência de suínos portadores de *Salmonella* no momento do abate é acima de 80%, ou seja, há elevado número de animais que carregam a bactéria nos linfonodos e intestino, e dependendo das condições de higiene e boas práticas de fabricação (BPF) do estabelecimento, o número de carcaças positivas ao longo do processamento pode aumentar ou diminuir (KICH; SOUZA, 2015).

A chance de existir alimentos contaminados por *Salmonella* é maior quando se trata de áreas da carcaça, como a cabeça e cavidade oral, por possuírem grande quantidade de tecido linfoide e estarem em contato direto com o ambiente contaminado por meio da boca e língua (KICH; SOUZA, 2015). Dados da pesquisa de Vivan (2019) apontam que antes da etapa de chamuscagem, os valores médios de contagem de *Enterobacteriaceae* variaram de 0,6125 a 1,1542 UFC/cm<sup>2</sup>. Após a chamuscagem, os valores médios de *Enterobacteriaceae* variaram de 0,0042 a

0,0333 UFC/cm<sup>2</sup>, demonstrando a expressiva redução de contaminação microbiológica que esta etapa permite.

Como pode ser evidenciado, ainda que a carcaça passe por etapas de abate que minimizem sua ocorrência na carcaça, como o chamuscamento, as áreas da cabeça, pés e rabo possuem orifícios e dobras de pele que não permitem o contato direto da chama, e que potencialmente abrigam *Salmonella*, logo, o patógeno pode permanecer intacto nestas partes da carcaça (STIJN, 2017). Além disso, podem ocorrer outras contaminações cruzadas durante o processo de abate, que acabam por levar a *Salmonella* até as últimas etapas do processamento industrial, fazendo com que a bactéria esteja presente no produto final.

Loretz, Stephan, Zweifel (2011) conduziram um estudo em laboratório com pele suína e relataram a redução de contagem de *E. coli* e *Salmonella* Senftenberg em 0,1 a 3,3 log UFC/cm<sup>2</sup> e 0,7 a 4,6 UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente, em luz ultravioleta entre 20 e 1000 W/cm<sup>2</sup>. Werlang (2015) testou a eficácia do ozônio durante o armazenamento de carcaças suínas em câmara fria com diferentes tempos de exposição (8 e 16 horas) ao ozônio em 5 ppm. As amostras foram analisadas quanto à contagem de mesófilos totais, presença de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Listeria* sp. Os resultados obtidos demonstram que nos protocolos testados, o ozônio foi capaz de reduzir a contagem de mesófilos totais quando as carcaças ficaram expostas por dois períodos de quatro horas ao ozônio (totalizando 8 horas), no entanto, não foi eficaz na redução de *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Listeria* sp.

Hernández *et al.* (2013) indicaram em seu trabalho que além do suíno servir como fonte de contaminação por *Salmonella*, o ambiente também pode estar contaminado e pode servir de fonte de contaminação cruzada para as carcaças. Os mesmos clones de *Salmonella* foram identificados em caminhões, ambiente de espera para abate, linfonodos de suínos, amídalas e conteúdo fecal. Houve ainda, a detecção de clones similares entre os suínos e o ambiente de abate sem a correlação com os caminhões e estabelecimento de origem, confirmando a hipótese de que o ambiente também serve como fonte de infecção. Ainda no estudo de Hernández *et al.* (2013) foi citado que duas horas após a ingestão, a *Salmonella* já ser identificada nos linfonodos mesentéricos de suínos. Para Busser *et al.* (2013) afirmam que em 30 minutos a *Salmonella* já pode ser isolada no intestino.

A amplitude de sorovares de *Salmonella*, somada à vasta distribuição na natureza e à alta probabilidade de termos alimentos contaminados por estes patógenos, é preocupante quando se pensa em segurança alimentar. O atual regulamento técnico da ANVISA descrito na RDC N°. 724 e a Instrução Normativa N°. 161 que o complementa, versam sobre padrões microbiológicos para alimentos e descrevem que o limite aceitável para *Salmonella* em 25 g de produtos cárneos de suínos *in natura*, é n=5 e c=1, indiferente do sorovar presente no alimento (BRASIL, 2022a; BRASIL, 2022b).

A aceitabilidade da presença de uma amostra de produto positiva para *Salmonella* spp. em cinco avaliadas, trouxe ainda a atualização da norma de rotulagem de alimentos embalados, que cita que as carnes suínas cruas, devem conter a declaração das instruções de preparo, uso e conservação no seu rótulo, alertando para o manuseio incorreto ou consumo cru (BRASIL, 2022c).

### **3.3.2 *Escherichia coli*: caracterização e importância em derivados cárneos**

A *Escherichia coli* é uma bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*, sendo amplamente distribuída na natureza, tendo como principal habitat o trato intestinal humano e animal (SOUZA *et al.*, 2016). A *E. coli* é um bastonete gram-negativo, não formador de endósporos, anaeróbio facultativo, oxidase negativo, móvel por flagelos peritríquios ou não móvel, capaz de fermentar a glicose e a lactose com produção de ácidos e gases (FORSYTHE, 2013; ACHA; SZYFRES, 2003).

Os sorotipos da *E. coli* se diferenciam de acordo com os antígenos que apresentam. O antígeno somático (O) é um polissacarídeo termoestável (121°C por 2 horas), e forma a parte do lipopolissacarídeo presente na membrana externa das bactérias Gram negativas, diferenciando a *E. coli* em mais de 170 sorogrupos. O antígeno capsular (K) refere-se aos polissacarídeos capsulares que envolvem a parede celular, estes passam de 80 antígenos. O antígeno flagelar (H) possui estrutura de natureza proteica e é termolábil (100 °C por 30 min). Foram reconhecidos até o momento 56 antígenos H. A variabilidade de antígenos existentes pode gerar inúmeros sorotipos O:K:H ou O e/ou H (ACHA; SZYFRES, 2003; BRITO *et al.* 2004).

Existem seis categorias patogênicas de *E. coli* que causam infecção intestinal em homens e animais, sendo denominadas de *E. coli* diarreicogênicas que são diferenciadas pela presença de fatores de virulência como adesinas fimbriais e afimbriais, toxinas e invasivas (SOUZA *et al.*, 2016). As cepas patogênicas de *E. coli* são divididas de acordo com os sintomas clínicos e mecanismos de patogenicidade em grupos, que podem variar em seus períodos de incubação e duração da enfermidade, sendo classificadas em: *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) ou *E. coli* produtora de toxina de Shiga (STEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) e *E. coli* aderente difusa (DAEC) (FORSYTHE, 2013).

As bactérias *E. coli* causam diarreia sanguinolenta aguda, que pode provocar síndrome hemolítico-urêmica (SHU). Os sintomas são cólicas abdominais e diarreia, a qual pode ser muito sanguinolenta. No Brasil, a EPEC é responsável por cerca de 30% dos casos de diarreia aguda em crianças pobres com idade inferior a seis meses. As bactérias pertencentes ao grupo ETEC são importantes causas de diarreia. A doença atinge pessoas de todas as faixas etárias, sendo considerados um dos principais agentes etiológicos da chamada “diarreia dos viajantes”, acometendo indivíduos que se locomovem de áreas desenvolvidas para regiões com problemas de saneamento básico (FRANCO *et al.*, 2008).

No contexto de segurança dos alimentos, as *Escherichia coli* produtoras de toxina Shiga (STEC) se destacam como bactérias emergentes. Nem todas as STEC são patogênicas, contudo, há um subtipo constituído pela *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) que causa doenças em humanos. Dentro deste subtipo, todas as cepas são patogênicas e podem causar desde uma diarreia leve até severas colítes hemorrágicas (CH), as quais, podem evoluir para complicações extra intestinais graves como a SHU, cuja possível sequela mais grave é a falência renal e a Púrpura Trombocitopênica (PTT) (PAULA *et al.*, 2014; DENAMUR *et al.*, 2021).

*E. coli* O157:H7 é o sorotipo de *E. coli* pertencente ao grupo EHEC que melhor representa a categoria de patógenos emergentes, desde sua primeira associação com surto alimentar em 1982, nos Estados Unidos, após a ingestão de carne bovina mal cozida (PAULA *et al.*, 2014). Ainda que o sorotipo O157:H7 seja considerado o mais importante e mais estudado, a ocorrência de infecções causadas por outras STEC não-O157 têm aumentado em muitos países. Mais de

200 sorotipos diferentes de STEC não-O157 têm sido isolados de infecções humanas, sendo que mais de 100 já foram detectados em pacientes com SHU. Em muitos países, esses sorotipos são mais frequentemente isolados de pacientes com diarreia e SHU do que cepas O157 (VON LAER, 2008).

Os ruminantes são conhecidos por serem os principais reservatórios de STEC, no entanto, suínos, ovinos e produtos derivados do leite, também já foram associados às infecções por STEC (VALILIS *et al.*, 2018). Contudo, no Brasil, existem poucos dados sobre a ocorrência deste patógeno em suínos e, conseqüentemente, na carne de suíno (MACHADO *et al.*, 2014).

Em 2017, três surtos de *E. coli* O157:H7 em humanos foram atribuídos a suínos contaminados em Alberta, no Canadá (ZHANG *et al.*, 2021). No ano de 2014, nesta mesma província, um surto envolvendo 119 casos foi investigado, onde os autores concluíram que o desencadeamento ocorreu em consequência à exposição a produtos suínos contaminados. Além disso, foram detectadas situações como ambientes de produção e animais contaminados e manuseio incorreto de produtos em todos os pontos-chave da cadeia de distribuição de carne suína (HONISH *et al.*, 2017).

Zhang *et al.* (2021) investigaram a relação filogenética de *E. coli* O157:H7 de suínos, bovinos e ambientes de produção de suínos para atribuição de fonte de infecção. A maioria dos isolados de suínos abrigaram apenas um gene de toxina Shiga *stx2a*, enquanto 70% (35/50) dos isolados de bovinos apresentaram ambos, *stx1a* e *stx2a*. Os resultados demonstram que algumas cepas de *E. coli* O157:H7 podem estabelecer persistência em fazendas de suínos e, dessa forma, os animais podem ser uma fonte significativa de STEC O157:H7 para a contaminação da carne de porco e disseminação ambiental.

Goma *et al.* (2019), através da pesquisa em um abatedouro de suínos da Indonésia, demonstraram que *E. coli* O157:H7 foi encontrada em 31,25% das amostras de fezes, 25,00% de amostras de carne e 33,33% das coletas de água limpa. De todos os isolados detectados com *E. coli* O157:H7 foi identificado que 75% continha o gene *stx2a*.

Izolan *et al.* (2019) pesquisaram a presença dos genes *stx 1*, *2* e *eae* em cortes e miúdos suínos. Foram avaliadas 740 amostras, que foram submetidas à PCR em tempo real. As amostras positivas foram cultivadas e os isolados foram

submetidos a um novo PCR em tempo real, para detecção dos genes. Destas, 140 amostras foram positivas, em 71 delas foi possível isolar cepas de *E. coli* e apenas sete apresentaram algum gene de virulência. A baixa taxa de recuperação dos isolados que apresentaram fatores de virulência, pode ser devido à heterogeneidade da população das cepas contidas nas amostras. Contudo, a detecção dos genes sugere a presença do patógeno na amostra, o que implica na contaminação dos produtos cárneos.

Franco *et al.* (2008) pesquisaram sorogrupos de *E. coli* em 100 amostras de suínos abatidos em matadouro, mediante aplicação de quatro metodologias: enumeração de coliformes (1), método Simplate™ para coliformes totais e *E. coli* (2), isolamento e diferenciação de estirpes enterohemorrágicas e *E. coli* O157:H7 (3) e a pesquisa de colônias de *E. coli* enteropatogênica (4). Foram coletadas amostras da ferida de sangria, cavidade torácica e cavidade pélvica, pelo método “1”. As amostras da cavidade pélvica apresentaram maiores contaminações por *E. coli* (70%), exibindo contagens de até 1.600 UFC/g. Para as amostras da ferida de sangria, apenas 20%, com contagem de até 33 UFC/g, enquanto as da cavidade torácica não apresentaram detecção. No método “2”, as contagens de *E. coli* na cavidade pélvica e ferida de sangria foram de 195 UFC/g e 18 UFC/g, respectivamente, já na cavidade torácica, não foi detectada. Pelo método “3”, o número de colônias suspeitas de *E. coli* foram de 18 na ferida de sangria, 20 na cavidade torácica, 24 na região pélvica, 36 nos linfonodos mesentéricos e 48 nas fezes. A detecção do microrganismo nos linfonodos demonstra que os suínos podem ser veículos da microbiota, quando do rompimento de sua cápsula durante as etapas de abate. O método “3”, ao ser aplicado nas diferentes amostras permitiu revelar a confirmação de EPEC e EHEC em amostra de linfonodos e fezes, respectivamente. Já pelo método “4” em que houve o enriquecimento das amostras, foram encontrados os maiores números de colônias sendo, 101 UFC/g na ferida de sangria 153 UFC/g na cavidade torácica, 238 UFC/g na região pélvica, 222 UFC/g nos linfonodos mesentéricos e 228 UFC/g nas fezes. Este método também permitiu uma recuperação significativamente maior de colônias de EPEC, EIEC, e na detecção de amostras comestíveis e não comestíveis contaminadas por grupos de *Escherichia coli*.

### 3.4 USO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS NA INDÚSTRIA DE DERIVADOS CÁRNEOS

O estudo da utilização de ácidos orgânicos (AOs) para controle de crescimento microbiano está amplamente difundido na indústria de carnes, mesmo que seu uso não seja previsto na atual legislação brasileira. Diversos estudos apontam a eficiência do ácido láctico e outros ácidos orgânicos na redução logarítmica de contagens microbiológicas em cortes.

Braïek e Smaoui (2021) citam que esses conservantes desempenham atividade antimicrobiana, inibindo o crescimento de diversos produtos de deterioração e microrganismos patogênicos, melhoram as propriedades sensoriais e possuem funções tecnológicas como a estabilização de cor, regulação da acidez e desenvolvimento do sabor característico de vários alimentos, além disso, são baratos, simples e rápidos para aplicação.

Portanto, ácidos orgânicos (AOs) têm sido usados como uma intervenção natural eficaz para reduzir a deterioração de produtos alimentícios. Os AOs mais documentados usados como conservantes de alimentos incluem acético, cítrico, fórmico, láctico, propiônico, sórbico e benzoico. Eles são descritos como carboidratos de baixo peso molecular contendo compostos que são encontrados em todos os organismos e caracterizados por possuírem um ou mais grupos carboxila (ANYASI *et al.*, 2017).

Muitos AOs estão amplamente distribuídos como constituintes naturais de plantas ou tecidos animais. Alguns podem ser extraídos de suco de frutas cítricas, como o ácido cítrico, proveniente de lima, limão, laranja e abacaxi. Outros, como o ácido benzoico, encontrado em canela, mirtilo ou amoras. (BRAÏEK; SMAOUI, 2021). Eles estão naturalmente presentes nos alimentos ou são sintetizados quimicamente e adicionados, direta ou indiretamente, a produtos alimentícios, sendo alguns deles formados durante a fermentação de carboidratos em alimentos. (ANYASI *et al.*, 2017).

O ácido láctico é um dos ácidos mais amplamente distribuídos na natureza e um dos principais ácidos formados durante os processos fermentativos naturais, exercendo tanto efeito bactericida imediatamente após sua aplicação, e como efeito bacteriostático de ação prolongada, na extensão da vida de prateleira da carne (SCANDOLARA *et al.*, 2012).



De acordo com Sallam *et al.* (2020), as soluções de descontaminação a serem utilizadas nas indústrias de alimentos não devem ter efeitos adversos na saúde dos trabalhadores do setor alimentício durante sua aplicação ou nos consumidores, em decorrência de seu uso. Os autores citam que o uso de descontaminantes químicos é aprovado pelo Serviço de Inspeção e Segurança Alimentar do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) como um componente do plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) implementado. Na validação do plano APPCC são avaliados: se os produtos químicos são *Generally Recognized as safe* (GRAS) pelo *Food and Drug Administration* (FDA), se não criam uma situação de adulteração, se não criam problemas de rotulagem (como ingredientes adicionados) e se podem ser comprovados por estudos como sendo eficazes.

Stijn (2017) explica que, em solução, os ácidos orgânicos existem em um equilíbrio dependente do pH entre o estado não dissociado e dissociado, dependendo da constante de dissociação do ácido (pKa). De acordo com Anyasi *et al.* (2017), a atividade antimicrobiana dos AOs é aumentada à medida que o pH do alimento é reduzido para valor menor ou igual ao pKa do ácido. A redução do pH resulta em uma maior concentração de ácido protonado, diminuindo a polaridade da molécula e aumentando a difusão do ácido através na membrana e no citoplasma. A substituição do próton livre com um cátion monovalente ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) ou multivalente ( $\text{Ca}^{2+}$ ), aumenta significativamente a solubilidade dos AOs em sistemas aquosos. Assim, para estes autores, um equilíbrio deve ser feito entre a necessidade de manter a solubilidade do ácido com a necessidade de alcançar atividade máxima via redução do pH.

Stijn (2017) explica que em um pH baixo, uma maior porção do ácido orgânico estará no estado não carregado e não dissociado. Essa porção não dissociada dos ácidos é a principal responsável pela atividade antimicrobiana, visto que ela pode se difundir através da membrana plasmática de microrganismos.

Uma vez dentro da célula, o ácido se dissocia em um ânion e próton carregado devido ao pH intracelular mais alto. Esses prótons e ânions não podem mais se difundir através da membrana, levando à queda do pH e ao acúmulo de ânions tóxicos dentro da célula, fazendo com que ocorram alterações conformacionais das enzimas, proteínas estruturais da célula, fosfolipídios e ácidos

nucleicos. Além disso, a alta concentração de prótons dentro da célula inibe a glicólise, afeta a sinalização celular e inibe o transporte ativo, levando ao esgotamento celular (STIJN, 2017).

Algumas bactérias como *Salmonella* e *E. coli* mostram outro mecanismo de resistência contra a alta concentração de prótons dentro do citoplasma. A resposta de tolerância ao ácido (RTA) é um processo geneticamente controlado que permite às bactérias, quando expostas a um ambiente levemente acidificado, proteção adicional contra o estresse ácido. A RTA é acionada em valores de pH entre 5,5 e 6,0 e protege as células contra ácidos muito mais fortes. A RTA resulta na indução de enzimas responsáveis pelo aumento do pH intracelular, na síntese de proteínas de choque ácido envolvidas na proteção ou reparo de proteínas e DNA, e na indução de alterações na composição da membrana, com diminuição de ácidos graxos insaturados e aumento de ácidos graxos saturados, resultando em células com menor fluidez de membrana e maior resistência a pH baixo (ÁLVAREZ-ORDÓÑEZ *et al.*, 2012).

O AL pode exibir formas adicionais de inativar bactérias já que causa danos na permeabilização da membrana e ruptura de integridade da superfície da membrana celular rugosa com rupturas ou formação de poros na superfície celular. Através desses poros, íons de  $K^+$  intracelulares e proteínas podem extravasar para fora da célula podendo ocorrer a morte celular (WANG *et al.*, 2015).

Em seu estudo, Wang *et al.* (2014) demonstraram que o ácido láctico foi capaz de inibir o crescimento de três patógenos, quando comparado ao ácido clorídrico, em soluções de mesmo pH. *S. enteritidis*, *E. coli* e *L. monocytogenes* foram completamente inativadas após exposição a 0,5% de ácido láctico por 2 h. Entre os três patógenos, *E. coli* foi o mais facilmente danificado pelo ácido láctico, seguido por *Salmonella* e *Listeria*. Provavelmente devido ao fato de que, como uma bactéria gram-positiva, *Listeria* tem a estrutura de parede celular mais espessa e dessa forma, maior resistência para a condição desfavorável.

Brustolin (2014) estudou a utilização de ácidos orgânicos e variação de pressão de água em chuveiros para lavagem de carcaças suínas, e de maneira geral, tanto a pressão no chuveiro, como o ácido láctico tiveram efeitos positivos, usados em conjunto ou separadamente, reduzindo a contagem microbiana na

superfície das carcaças suínas. O trabalho mostrou uma redução de 3,68 log UFC/cm<sup>2</sup> com pressão de 3 bar e 1% de ácido láctico.

O estudo de Machado (2013) testou o uso de solução de ácidos orgânicos e aplicação de vapor sob pressão, no controle da contaminação superficial de cortes de pernil por *Salmonella* Typhimurium. A pesquisa obteve bons resultados quando houve combinação de tratamentos, ou seja, aspersão de vapor sob pressão de 4 bar à temperatura de 140°C e imersão em solução de ácidos orgânicos (sendo o principal constituinte o ácido cítrico) a 1000 ppm. Entretanto, a imersão das peças por 5 segundos em solução fisiológica e a combinação de imersão das peças em solução fisiológica seguida da imersão em solução de ácidos orgânicos foi satisfatória sugerindo que o efeito da ação mecânica das soluções é capaz de retirar células bacterianas superficialmente depositadas nos tecidos. Todos os tratamentos não descaracterizaram a qualidade físico-química da carne suína, mantendo seus padrões ideais para consumo humano.

Neste sentido, estudos de alternativas para serem aplicadas nos estabelecimentos produtores são de extrema importância, pois podem viabilizar técnicas que contribuam para a segurança dos alimentos e evitem o desperdício de produtos e recursos. Atualmente, de acordo com a legislação, nas indústrias processadoras de carne, lotes de produtos contaminados são descartados quando o produto não pode passar por tratamento térmico, como é o caso dos miúdos externos do suíno (rabo, orelha, pés, focinho e máscara), os quais possuem alto valor agregado e detêm bastante espaço no rol de produtos exportados pelo Brasil.

A legislação nacional para o abate de suínos está sendo modernizada. Existem estudos que destacam a importância de não serem efetuados mais cortes e exposição de tecidos linfáticos e glandulares da cabeça e papada suína dentro da zona limpa de abate, a fim de não estabelecer contaminação cruzada entre uma das áreas mais contaminadas do suíno e o restante da carcaça. A Instrução Normativa Nº. 79 de 2018, cita que cabeça e papada devem ser tratadas partes contaminadas e manipuladas em áreas exclusivas. O prazo para adequação dos estabelecimentos é dezembro de 2028, uma vez que envolve modificações em procedimentos e infraestrutura do estabelecimento (BRASIL, 2018a).

A busca pela qualidade e segurança dos alimentos, competitividade no mercado e utilização de procedimentos comprovados e seguros para auxiliar no

controle de contaminações que podem ser minimizadas dentro do processo produtivo, são um desafio importante para a indústria de carnes.

O uso de coadjuvantes de tecnologia nos processos das indústrias de carnes no Brasil, ainda não é uma realidade, diferentes de países como Estados Unidos, onde ele é considerado como substância GRAS para a utilização em alimentos (SCANDOLARA *et al.*, 2012). Isso se deve principalmente ao rigor da legislação brasileira, baseada no regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA), criado na década de 50, e que estava há muito tempo sem atualização. Com a modernização do regulamento através do Decreto Nº. 9013 de 2017 (BRASIL, 2017a), e a publicação da Instrução Normativa Nº. 30 de 2017 (BRASIL, 2017b), há a possibilidade de as indústrias solicitarem inovações tecnológicas em seus processos, através de pleitos embasados em pesquisas e dados científicos que certifiquem que os processos serão seguros ao consumidor e que proporcionem a melhoria do processo de fabricação ou da qualidade do produto de origem animal.

A maioria dos trabalhos que pesquisou a eficácia dos ácidos orgânicos, o fez em carcaças ou cortes de carne, não há dados divulgados de estudos com peças de miúdos, em particular, miúdos externos de suínos. Dessa forma, o presente projeto pretende trazer luz aos procedimentos executados na indústria frigorífica, para que possam ser adaptados e que sejam desenvolvidas alternativas baratas e eficazes para auxiliar a produção nacional de alimentos com qualidade e segurança, e da mesma forma auxiliar as indústrias no que tange à produção economicamente sustentável e competitiva.

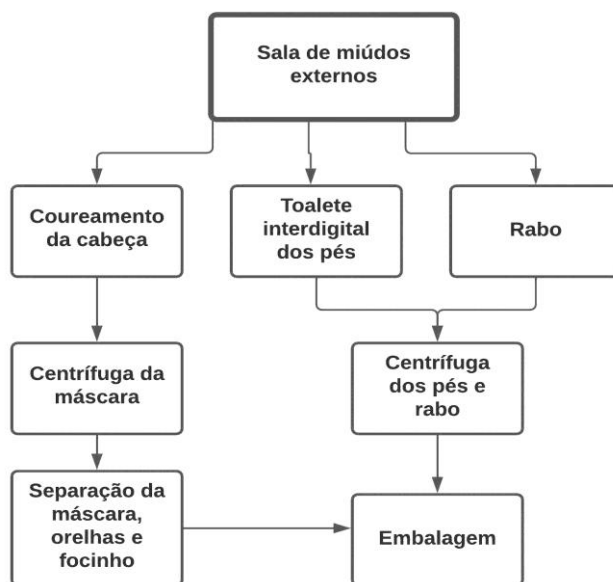
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

O estudo foi realizado em um frigorífico localizado no Estado do Rio Grande do Sul, que atua sob Inspeção Federal, abatendo cerca de 4200 suínos por dia. Atualmente, este abatedouro fornece cortes para o mercado interno e externo, com boa parte de seu volume de produção destinado à produção de matéria-prima. Os produtos da linha de miúdos externos deste frigorífico são comercializados em sua totalidade para o mercado externo, sendo Hong Kong e Vietnã, os principais destinos, representando um importante nicho de mercado para o estabelecimento.

Na linha de abate, as peças de miúdos externos de suíno são removidas da carcaça em três pontos: retirada da cabeça, dos pés dianteiros e rabo. Em cada um desses pontos há esteiras que conduzem os miúdos para a sala de processamento de miúdos externos (Figura 2).

Figura 2 - Fluxograma de obtenção de miúdos externos.



Fonte: AUTORA (2022).

Após a chegada dos miúdos na sala são realizadas as atividades de preparo descritas a seguir.

1. Coureamento da cabeça: resulta no produto máscara com orelhas e focinho, que é direcionado para uma centrífuga através de esteira. Após a lavagem das máscaras na centrífuga, com água em temperatura ambiente para a remoção de resíduos superficiais e sangue, os funcionários removem as peças de dentro dos equipamentos e procedem a separação das peças em: orelhas, focinho e máscara em uma mesa anexa à centrífuga. É feita a limpeza com auxílio de faca para remoção de epitélio superficial e as peças são embaladas.
2. Toailete das patas dianteiras: é realizada uma limpeza com faca entre os dedos das patas, para remoção da parte remanescente do epitélio superficial e então, as peças são direcionadas para a centrífuga que é compartilhada entre as patas dianteiras e rabos. Após passarem pela centrífuga, todos os produtos são classificados e embalados.
3. O rabo é removido na linha de abate e através de calha é direcionado para a centrífuga dentro da sala de miúdos e depois segue para ser embalado.

#### **4.1.1 Preparo das amostras**

Para o estudo, as peças foram escolhidas aleatoriamente na chegada na sala de miúdos externos, após a fase inicial de preparo e toailete que é realizada. Foram separadas quinze peças de máscara, trinta orelhas, quinze focinhos, quinze patas dianteiras e quinze rabos, e a união de todas essas peças formou a amostra inicial dos produtos que foram utilizados nas bateladas dos testes. A cada teste foi coletado esse mesmo número de peças para a amostra inicial, que posteriormente teve sua amostra controle coletada e o restante das peças foi submetido ao tratamento padronizado.

Depois de formada a amostra inicial, duas amostras de cada miúdo foram colocadas em embalagens estéreis, refrigeradas e encaminhadas para laboratório da empresa, para realização das análises microbiológicas iniciais (amostra controle). Os miúdos restantes foram destinados aos tratamentos dentro uma centrífuga.

Após a execução dos tratamentos foram realizadas as coletas das amostras finais, sendo composta por duas peças de cada miúdo. Cada produto foi coletado e

colocado em embalagem estéril, separado por tipo de miúdo, resfriado e encaminhado para o laboratório para análise da empresa.

## 4.2 TRATAMENTOS

Para os tratamentos foram realizadas duas repetições para avaliar de forma mais precisa o efeito de cada tratamento. Cada tratamento teve duração de um minuto e meio e as soluções variaram seu pH entre 3,7 a 4,5. Os tratamentos constituíram-se da variação de pressão, somado a cada uma das diluições de ácido láctico (1%, 2% e 3%). As diluições de 1%, 2% e 3% foram avaliadas para pressão de 2 BAR e 4 BAR, totalizando seis tratamentos (1% AL e 2 BAR, 1% AL e 4 BAR, 2% AL e 2 BAR, 2% AL e 4 BAR, 3% AL e 2 BAR e 3% AL e 4 BAR).

Para a execução de cada tratamento, os miúdos foram colocados na centrífuga (que possui a função de remoção de resíduos remanescentes do processo, como sangue ou pequenos pedaços de gordura, por exemplo), a qual, foi ligada com o sistema de água sob pressão, durante um minuto. Após esse período de tempo, o abastecimento de água da centrífuga foi desligado, realizando-se uma drenagem da água residual, para posterior adição de cinco litros da solução de ácido láctico. A temperatura da água variou entre 20 e 23°C.

A centrífuga permaneceu em rotação por 30 segundos, para que houvesse tempo de contato da solução com as amostras. Ao término do tempo de contato foram realizadas as coletas das amostras finais.

## 4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Para a avaliação microbiológica foram realizadas as análises de acordo com a Instrução Normativa Nº. 161 de 2022 da ANVISA, de contagem total de aeróbios mesófilos/g, *Escherichia coli*/g, e detecção de presença ou ausência de *Salmonella* em 25g (BRASIL, 2022b).

A pesquisa de mesófilos foi realizada através do método rápido Petrifilm RAC, baseado na norma AOAC 2015.13 (AOAC, 2018). Para a contagem de *E. coli*, foi utilizado o método rápido Petrifilm EC, baseado na norma AOAC 998.08 (AOAC, 2005). A pesquisa de *Salmonella* foi conduzida por meio do método rápido MDS

geração II (sistema de detecção molecular), de acordo com a norma AFNOR 3M 01/16 - 11/16 (AFNOR, 2020). Para confirmação em casos de amostras positivas, nos métodos rápidos, foi utilizada a metodologia tradicional baseada na norma ISO 6579 – 1:2017 (ISO, 2020).

#### 4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos nas amostragens foram analisados estatisticamente para avaliar a redução microbiológica de cada teste.

Para avaliar o efeito do ácido láctico em três concentrações e com duas variações de pressão foram aplicados métodos estatísticos descritivos e inferenciais. As variáveis qualitativas foram apresentadas por frequências absolutas e relativas. As variáveis quantitativas foram apresentadas por medidas de tendência central e de variação e tiveram a normalidade avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Na parte inferencial foram aplicados os seguintes métodos: (a) Para realizar a comparação entre os tratamentos (concentrações e variações de pressão) foi aplicada preferencialmente a ANOVA (Análise de Variância) com pós-teste de Tukey, e quando não houve os pressupostos de normalidade foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis com pós-teste de Dunn; (b) Para avaliar a diferença entre as amostras, antes e depois dos tratamentos, foi aplicado o teste de Wilcoxon para amostras pareadas, conforme recomenda Ayres *et al.* (2007); (c) Para comparar a distribuição de variáveis dicotômicas (presença/ausência de bactérias) foi aplicado o Teste Exato de Fisher. Foi previamente fixado erro alfa em 5%, para rejeição de hipótese nula, e o processamento estatístico foi realizado nos programas BioEstat versão 5.3 (AYRES *et al.*, 2007) e SPSS Versão 27 (IBM, 2020).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise estatística realizada pode-se perceber que todos os tratamentos resultaram em diminuição da carga microbiana dos cortes em que foram aplicados os testes.

Nkosi, Bekker e Hoffman (2021) citam que alguns fatores são considerados importantes quando algum ácido orgânico é utilizado como descontaminante. A primeira consideração é sobre o pH ótimo, que deve variar entre 2,5 a 3. O tempo de contato da solução com a superfície a ser descontaminada também deve ser considerado, mesmo que a morte de microrganismos possa ocorrer em segundos, estudos consideram um bom tempo algo em torno de 2 a 10 minutos. Além disso, outros fatores como a temperatura da solução ácida e da superfície do produto podem interferir no resultado final. Os autores observaram que o aumento da temperatura da solução quando aplicada em produto recém abatido, apresentaram melhores resultados na redução microbiana. Os mesmos, ainda citam a influência da pressão na descontaminação, já que tal fator pode influenciar na redução de 1 a 2 logs de microrganismos aeróbicos, por exemplo.

Saba *et. al.* (2010), ao estudarem o efeito da pressão de água na lavagem de carcaças bovinas, relataram que o efeito da pressão de água de 3 atm foi significativa na redução bacteriana de mesófilos, psicrotróficos e de bolores e leveduras quando comparado a lavagem de carcaças sem pressão de água.

### 5.1 CONTAGEM DE MICRORGANISMOS MESÓFILOS

Inicialmente, cada tratamento foi comparado antes e depois da intervenção. Todas as comparações mostraram que houve significativa redução de mesófilos, com p-valor <0,0001 no teste de Wilcoxon, conforme pode ser evidenciado na Tabela 1 e Gráfico 1. Ainda, nestas duas figuras, pode ser evidenciado que todos os resultados da contagem de mesófilos após os testes estão bem abaixo dos valores de referência para miúdos da ANVISA (BRASIL, 2022b), que estabelece que dentro de 5 amostras analisadas, 3 podem estar dentro do limite mínimo “m”  $5 \times 10^5/g$  e limite máximo “M”  $5 \times 10^6/g$ , e nenhuma fora do limite máximo.

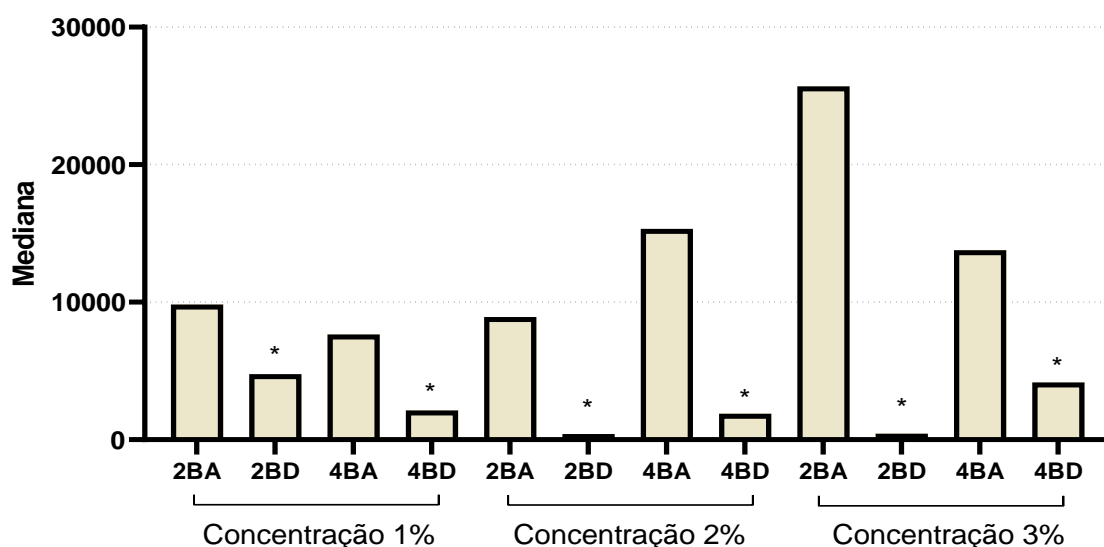
Tabela 1 – Contagem de mesófilos inicial e final dos tratamentos para concentrações e variações de pressão.

	Pressão	Tempo	Mediana	Média	D Padrão
<b>Concentração 1%</b>	2 BAR (n=10)	Inicial	6150.0	9820.0	5962.8
		Final*	3525.0	4758.9	3822.3
	4 BAR (n=10)	Inicial	6495.0	7651.0	5596.6
		Final*	1250.0	2127.0	2122.7
<b>Concentração 2%</b>	2 BAR (n=10)	Inicial	6950.0	8923.0	7002.6
		Final*	110.0	423.0	622.5
	4 BAR (n=10)	Inicial	13100.0	15328.0	9610.1
		Final*	1885.0	1891.9	1690.3
<b>Concentração 3%</b>	2 BAR (n=10)	Inicial	15000.0	25690.0	25082.3
		Final*	155.0	430.9	646.0
	4 BAR (n=10)	Inicial	15600.0	13777.0	7866.0
		Final*	1145.0	4164.0	5518.5

Legenda: \*Teste de Wilcoxon para amostras pareadas, p-valor <0.0001.

Fonte: AUTOR (2022).

Gráfico 1 – Mediana da contagem de mesófilos antes e depois para concentrações e variações de pressão.



Legenda: 2BA= 2BAR-antes do tratamento; 2BD= 2BAR-depois do tratamento, 4BA= 4BAR-antes do tratamento e 4BD= 4BAR-depois do tratamento. O (\*) representa que após o tratamento todas as reduções foram significativas.

Fonte: AUTORA (2022).

Quando os resultados para mesófilos foram avaliados em percentual de redução (Tabela 2 e Gráfico 2) houve diferença estatística significava nos seguintes grupos: a) 2 BAR 1% de ácido láctico (AL) comparado com 2 BAR 2% de AL, b) 2 BAR 1% de AL comparado com 2 BAR 3% de AL, c) 4 BAR 1% de AL comparado com 2 BAR 2% de AL e d) 4 BAR 1% de AL comparado com 2 BAR 3% de AL. No

entanto, pode-se afirmar que os tratamentos 2 BAR 3% de AL, seguido do tratamento 2 BAR 2% de AL foram os que mais reduziram as contagens de mesófilos em percentual.

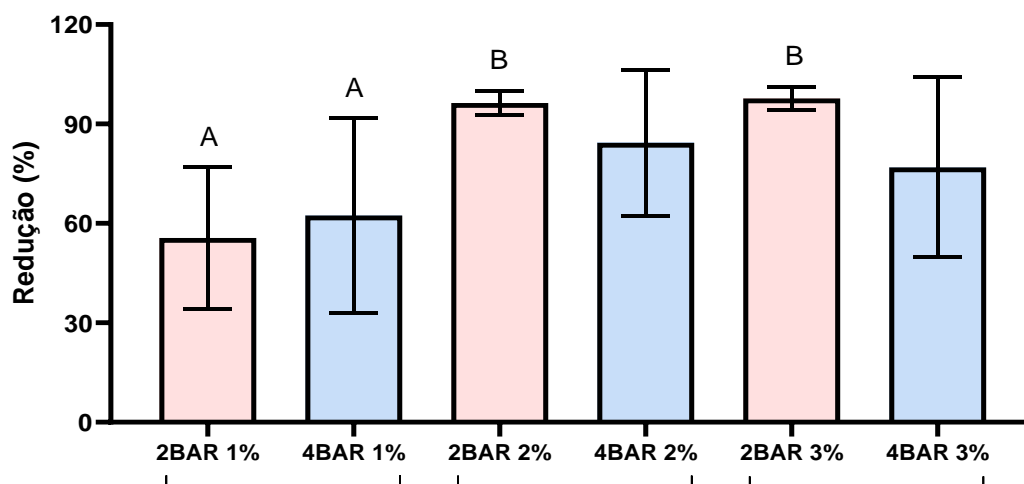
Tabela 2 – Redução percentual de mesófilos para concentrações e variações de pressão.

	2 BAR 1% AL (n=10)	4 BAR 1% AL (n=10)	2 BAR 2% AL (n=10)	4 BAR 2% AL (n=10)	2 BAR 3% AL (n=10)	4 BAR 3% AL (n=10)
<b>Mínimo</b>	33.40	13.64	88.95	25.00	88.11	31.03
<b>Máximo</b>	99.84	96.48	99.66	99.83	99.87	99.70
<b>Mediana</b>	49.18	64.37	97.45	88.58	98.89	92.05
<b>1° Quartil</b>	42.77	41.65	95.02	86.39	97.61	62.36
<b>3° Quartil</b>	56.09	87.93	99.34	96.85	99.58	97.55
<b>Média aritmética</b>	55.61	62.34	96.34	84.31	97.72	76.88
<b>Desvio padrão</b>	21.51	29.51	3.71	21.95	3.50	27.19
<b>Coef variação</b>	38.70	47.30	3.90	26.00	3.60	35.40
<b>Média geométrica</b>	52.50	53.38	96.28	79.68	97.66	71.07
<b>D padrão geométrico</b>	1.41	1.94	1.04	1.51	1.04	1.58

Legenda: AL = ácido láctico. p-valor = 0.0001\*, Kruskal-Wallis com pós-teste de Dunn.

Fonte: AUTORA (2022).

Gráfico 2 – Redução percentual de mesófilos para concentrações e variações de pressão.



Legenda: 2BAR 1%= tratamento com 2BAR de pressão e 1% de solução de ácido láctico, 4BAR 1%= tratamento com 4BAR de pressão e 1% de solução de ácido láctico, 2BAR 2%= tratamento com 2BAR de pressão e 2% de solução de ácido láctico, 4BAR 2%= tratamento com 4BAR de pressão e 2% de solução de ácido láctico, 2BAR 3%= tratamento com 2BAR de pressão e 3% de solução de ácido láctico, 4BAR 3%= tratamento com 4BAR de pressão e 3% de solução de ácido láctico. A=tratamentos com a letra A não diferiram estatisticamente entre si. B=tratamentos com a letra B não diferiram estatisticamente entre si. Os tratamentos sem letra maiúscula não apresentaram diferença significativa entre eles e os outros.

Fonte: AUTORA (2022).

Para mesófilos, a utilização de uma baixa concentração de AL representou os piores resultados em percentual e redução logarítmica, mesmo quando utilizada a maior pressão de água. Dessa forma, o estudo demonstrou que o aumento da pressão de água não foi suficiente para atingir melhores resultados quando utilizado 1% de AL, conforme pode ser observado na Tabela 2 e Gráfico 2.

Em relação aos resultados da Tabela 3 e Gráfico 3 verificou-se uma redução logarítmica. Os melhores resultados são respectivamente: 2 BAR 3% de AL, 4 BAR 2% de AL, 4 BAR 3% de AL e 2 BAR 2% de AL. Sendo assim, é possível interpretar que para mesófilos o aumento da concentração de AL para 2% e 3% foi representativo para que pudessem ocorrer as maiores reduções nas contagens, seguido do efeito do aumento de pressão de água. Este achado difere do encontrado por Brustolin (2014), que ao testar as variações de ácido láctico e pressão verificou que menor concentração de AL foi mais eficiente em carcaças, já que a variação de 3 BAR e 1% de AL reduziu 1,1 log de mesófilos, enquanto a variação 4 BAR e 2% de AL reduziu 0,65 log em carcaças sem contaminação prévia. Este mesmo autor, ao utilizar somente pressão de água de 8 BAR, obteve seus melhores resultados para mesófilos em carcaças suínas de até 4,45 logs de redução, o que sugere que o uso de maiores pressões de água, mesmo isoladas, poderiam trazer o mesmo benefício de um tratamento de pressão menor de água somado ao efeito do AL, como foi o caso do presente trabalho.

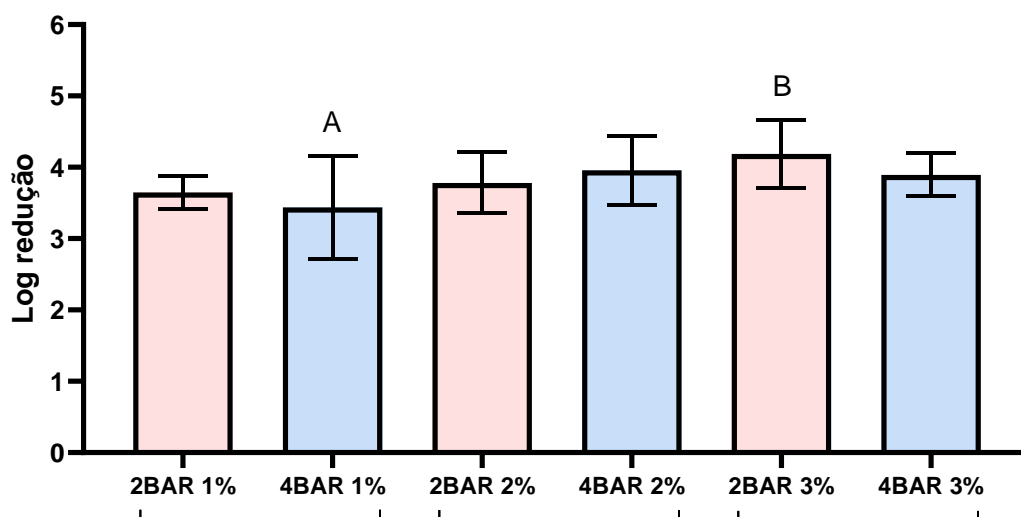
Tabela 3 — Redução logarítmica de mesófilos (UFC/g/ml) para concentrações e variações de pressão.

	<b>2BAR 1% AL (n=10)</b>	<b>4BAR 1% AL (n=10)</b>	<b>2BAR 2% AL (n=10)</b>	<b>4BAR 2% AL (n=10)</b>	<b>2BAR 3% AL (n=10)</b>	<b>4BAR 3% AL (n=10)</b>
<b>Mínimo</b>	3.37	1.78	2.88	2.99	3.38	3.40
<b>Máximo</b>	4.04	4.06	4.32	4.46	4.85	4.37
<b>Mediana</b>	3.69	3.73	3.83	4.06	4.15	3.90
<b>1o Quartil</b>	3.42	3.05	3.56	3.89	3.97	3.75
<b>3o Quartil</b>	3.74	3.98	4.11	4.32	4.59	4.07
<b>Média aritmética</b>	3.65	3.44	3.78	3.96	4.19	3.89
<b>Desvio padrão</b>	0.23	0.72	0.43	0.49	0.48	0.30
<b>Coef variação</b>	6.4%	21.1%	11.3%	12.3%	11.5%	7.7%
<b>Média geométrica</b>	3.64	3.35	3.76	3.93	4.16	3.88
<b>D padrão geométrico</b>	1.07	1.29	1.13	1.14	1.12	1.08

Legenda: AL: ácido láctico. p-valor = 0.0207\*, Kruskal-Wallis com pós-teste de Dunn.  
Fonte: AUTORA (2022).

Van Ba *et al.* (2019), ao testarem spray de solução de ácido láctico a 2% e 4% em carcaças suínas, demonstraram uma redução logarítmica de 0,49 log<sub>10</sub> UFC/100 cm<sup>2</sup> e 1,05 log<sub>10</sub> UFC/100 cm<sup>2</sup>, respectivamente, para cada tratamento para mesófilos. Valores de acordo com os encontrados neste estudo, onde com o efeito combinado da ação de pressão de água e variação da concentração de ácido láctico, observa-se uma redução entre 3,78 log<sub>10</sub> UFC/g/ml a 2% de ácido láctico e 4,19 log<sub>10</sub> UFC/g/ml a 3% de ácido láctico (Tabela 3).

Gráfico 3 – Redução logarítmica de mesófilos para concentrações e variações de pressão.



Legenda: 2BAR 1%= tratamento com 2BAR de pressão e 1% de solução de ácido láctico, 4BAR 1%= tratamento com 4BAR de pressão e 1% de solução de ácido láctico, 2BAR 2%= tratamento com 2BAR de pressão e 2% de solução de ácido láctico, 4BAR 2%= tratamento com 4BAR de pressão e 2% de solução de ácido láctico, 2BAR 3%= tratamento com 2BAR de pressão e 3% de solução de ácido láctico, 4BAR 3%= tratamento com 4BAR de pressão e 3% de solução de ácido láctico. A= este tratamento representou o pior resultado entre os grupos analisados e foi encontrada diferença significativa entre ele e o melhor resultado, representado pela letra B. Os tratamentos sem letra maiúscula não apresentaram diferença significativa entre eles e os outros.

Fonte: AUTORA (2022).

Ao analisar o comportamento dos testes em redução logarítmica houve diferença estatisticamente significante ( $p=0.0207^*$ ) somente entre 4 BAR 1% de AL e 2 BAR 3% de AL. Sallam *et al.* (2020) encontrou em seu estudo, com spray de ácido láctico a 2%, a redução de 1,41 e 1,62 log UFC/cm<sup>2</sup>, assim como, Bosilevac *et al.* (2006) relatam uma redução de 1,6 UFC/cm<sup>2</sup> nas bactérias mesófilas após o tratamento de carcaças com ácido láctico a 2%. Já, nas condições analisadas nos testes foi possível uma redução de pelo menos 3,44 log UFC/ cm<sup>2</sup>, devido ao somatório de variações de concentração de ácido láctico e pressão.

Cabe observar que o melhor resultado foi o do teste 2 BAR 3% de AL, apesar de apresentar uma diferença pequena para os resultados verificados nos testes de 4 BAR 3% de AL e 4 BAR 2% de AL, pode ter sobressaído em função de uma maior contaminação inicial da amostra, por exemplo, permitindo uma maior redução microbiológica nestes parâmetros.

Pipek *et al.* (2006) demonstram em seu estudo com aplicação de vapor e posterior pulverização de solução de 2% ácido láctico em carcaças suínas, que há redução na contagem microbiana de mesófilos, no entanto, o efeito é menos visível quando a contaminação inicial é baixa. Em outras palavras, se a contaminação inicial for maior, o efeito do tratamento de descontaminação é mais evidente. Os autores relatam ainda, que mesmo que a redução microbiana seja insignificante, os íons lactato são capazes de retardar o crescimento microbiano. Observaram ainda que após 2h de refrigeração as contagens bacterianas foram ainda menores.

Em seu estudo, Brustolin (2014) observa que o aumento na pressão da água associado ao uso de ácido láctico provoca as maiores reduções na contagem de bactérias mesófilas em carcaças sem contaminação prévia. Nas carcaças com contaminação por material fecal, a redução em relação a contagem inicial variou de 3,03 log no experimento com 3 bar de pressão e 1% de ácido láctico até 1,37 log no experimento com 2 bar de pressão e sem ácido láctico. Nas carcaças sem contaminação, a redução variou de 0,26 log no experimento com 2 bar de pressão sem ácido láctico até 1,1 log no experimento com 3 bar de pressão e 1% de ácido láctico.

Machado *et al.* (2018), ao verificarem a eficácia de ácidos orgânicos em amostras de cortes bovinos, observaram que a solução de ácido láctico a 1% apresentou redução de 1,18 ciclos logarítmicos na contagem de aeróbios mesófilos após 14 dias do tratamento, demonstrando o poder residual do ácido láctico sobre os mesófilos.

A diferença de reduções nas contagens microbianas apresentadas entre os estudos pode ser explicada pelos diferentes graus de contaminações iniciais, diferentes concentrações de ácidos, tipos de tecidos tratados e o volume das soluções testadas (YOUSSEF *et al.*, 2012).

## 5.2 CONTAGEM DE *Escherichia coli*

Inicialmente, cada tratamento foi comparado antes e depois dos experimentos. Todas as comparações mostraram que houve significativa redução de *Escherichia coli*, com p-valor <0,0001, conforme pode ser observado na Tabela e Gráfico 4.

Ainda, ao analisarmos a Tabela e Gráfico 4, pode-se verificar que de acordo com o estabelecido pela norma da ANVISA (BRASIL, 2022b), todos os valores encontrados para este patógeno, antes dos tratamentos, estão desviando do limite mínimo (“m”  $10^2/g$ ), e um deles desvia o limite máximo, que consiste em “M”  $10^3/g$ . Sendo que o aceitável pela normativa são três resultados entre o limite mínimo e máximo para este organismo quando analisadas cinco amostras. Após a execução dos tratamentos, foi possível identificar que a maioria das amostras apresentou resultados satisfatórios para *E. coli*, atendendo aos parâmetros da legislação atual.

Na Tabela e Gráfico 4 é possível notar ainda, a maior contaminação inicial das amostras envolvidas no experimento com 4 BAR e 3% de AL e o ótimo desempenho deste teste em condições de maior desafio microbiológico.

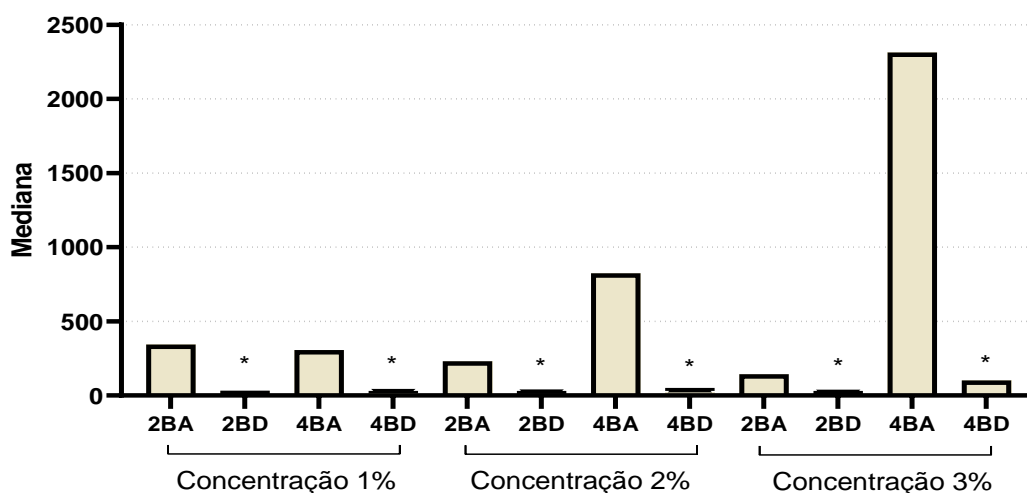
Tabela 4 – Contagem de *Escherichia coli* antes e depois dos tratamentos para concentrações e variações de pressão.

	Pressão	Tempo	Mediana	Média	D Padrão
<b>Concentração 1%</b>	2 BAR (n=10)	Antes	130.0	343.0	507.7
		Depois*	30.0	32.9	23.2
	4 BAR (n=10)	Antes	95.0	307.0	420.8
		Depois*	9.0	14.4	13.0
<b>Concentração 2%</b>	2 BAR (n=10)	Antes	140.0	231.0	186.5
		Depois*	9.0	10.2	3.5
	4 BAR (n=10)	Antes	150.0	824.0	1303.1
		Depois*	10.0	21.6	17.8
<b>Concentração 3%</b>	2 BAR (n=10)	Antes	70.0	143.9	174.8
		Depois*	9.0	9.2	0.4
	4 BAR (n=10)	Antes	1710.0	2313.0	2372.4
		Depois*	9.5	101.5	227.0

Legenda: \*Teste de Wilcoxon para mostras pareadas, p-valor <0.0001\*.

Fonte: AUTORA (2022).

Gráfico 4 – Mediana da contagem de *Escherichia coli* antes e depois dos tratamentos para concentrações e variações de pressão.



Legenda: 2BA= 2BAR-antes do tratamento; 2BD= 2BAR-depois do tratamento, 4BA= 4BAR-antes do tratamento e 4BD= 4BAR-depois do tratamento. O (\*) representa que após o tratamento todas as reduções foram significativas.

Fonte: AUTORA (2022).

Quando os tratamentos foram avaliados pela redução percentual (Tabela e Gráfico 5), não houve diferença significativa entre eles, todos tiveram um bom percentual de redução, variando entre 76,78% e 93,89% de redução nas contagens de *E. coli*, o que certifica que quaisquer dos tratamentos utilizados pode ser capaz de trazer bons resultados para este agente quando aplicados na rotina das indústrias. No entanto, o tratamento que utilizou 4 BAR e 3% de AL apresentou um melhor resultado frente aos outros (93,89 ±7,46).

Tabela 5 – Redução percentual de *Escherichia coli* para concentrações e variações de pressão.

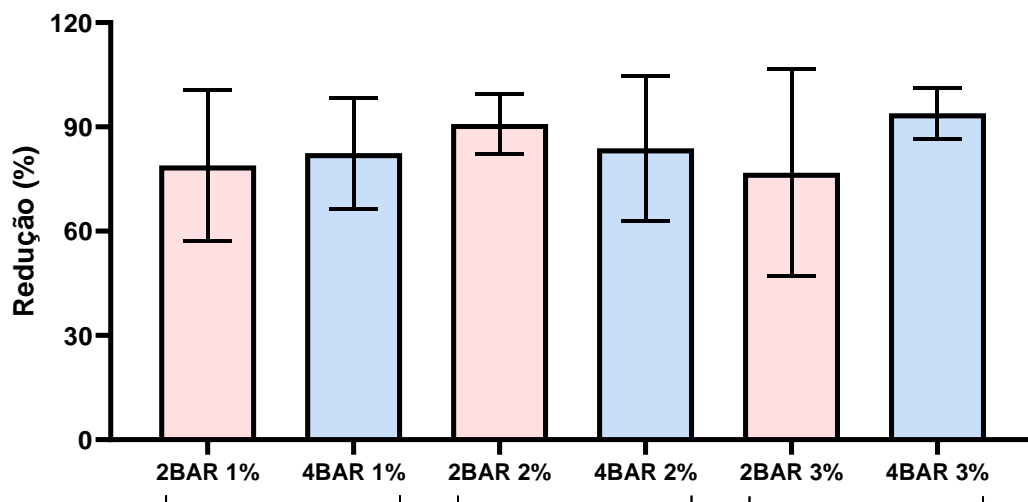
	2 BAR 1% AL (n=10)	4 BAR 1% AL (n=10)	2 BAR 2% AL (n=10)	4 BAR 2% AL (n=10)	2 BAR 3% AL (n=10)	4 BAR 3% AL (n=10)
Mínimo	22.22	54.55	71.43	37.50	0.00	75.33
Máximo	95.63	99.29	98.27	99.76	98.42	99.87
Mediana	84.17	87.23	93.44	91.38	86.00	97.18
1° Quartil	80.31	70.00	85.94	85.42	78.63	91.38
3° Quartil	92.10	96.68	97.59	96.55	93.98	98.44
Média aritmética	78.94	82.43	90.85	83.81	76.78	93.89
Desvio padrão	21.69	15.93	8.58	20.83	29.83	7.46
Coef variação	0.27	0.19	0.09	0.25	0.39	0.08
Média geométrica	74.16	80.93	90.45	80.61	84.20	93.59
D padrão geométrico	1.55	1.23	1.11	1.38	1.20	1.09

Legenda: AL = ácido lático. p-valor = 0.3064, ANOVA.

Fonte: AUTORA (2022).



Gráfico 5 – Redução percentual de *Escherichia coli* para concentrações e variações de pressão.



Legenda: 2BAR 1%= tratamento com 2BAR de pressão e 1% de solução de ácido láctico, 4BAR 1%= tratamento com 4BAR de pressão e 1% de solução de ácido láctico, 2BAR 2%= tratamento com 2BAR de pressão e 2% de solução de ácido láctico, 4BAR 2%= tratamento com 4BAR de pressão e 2% de solução de ácido láctico, 2BAR 3%= tratamento com 2BAR de pressão e 3% de solução de ácido láctico, 4BAR 3%= tratamento com 4BAR de pressão e 3% de solução de ácido láctico. Os tratamentos não diferiram significativamente entre si.  
Fonte: AUTORA (2022).

Assim como na Tabela e Gráfico 4, quando foram analisadas as reduções logarítmicas na Tabela e Gráfico 6, é possível evidenciar o bom desempenho do tratamento 4 BAR e 3% de AL, que apresentou o melhor resultado também em logaritmos.

Van Ba *et al.* (2019) ao testarem spray de solução de ácido láctico a 2% e 4% em carcaças suínas, demonstraram uma redução logarítmica para *Escherichia coli* de 0.73 Log UFC/100 cm<sup>2</sup> e 1.38 Log UFC/100 cm<sup>2</sup> respectivamente para a solução de 2% e 4%, resultados bem menores do que os encontrados neste estudo quando foi somada a ação da pressão de água ao efeito bactericida do ácido láctico, com os resultados demonstrados na Tabela 6.

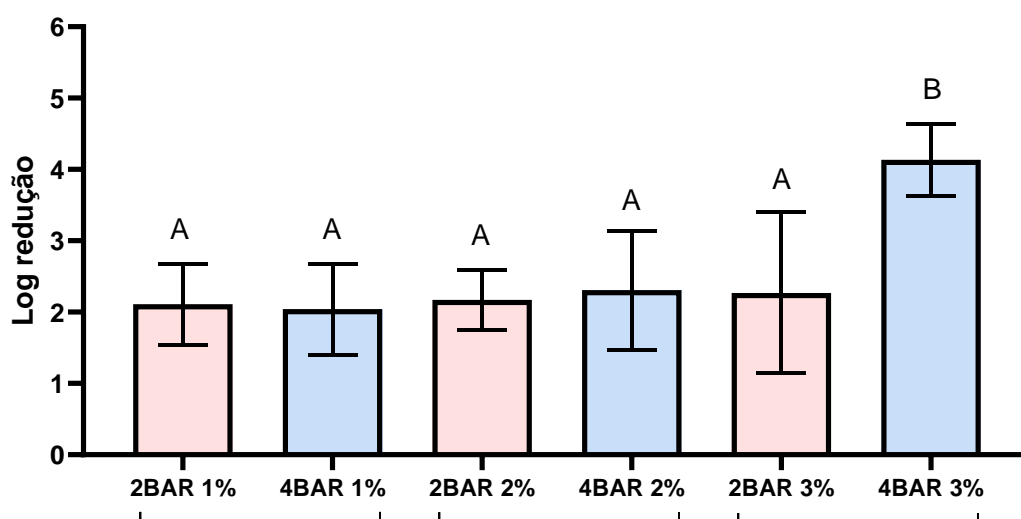
Tabela 6 – Redução logarítmica de *Escherichia coli* (UFC/g/ml) para concentrações e variações de pressão.

	2 BAR 1% (n=10)	4 BAR 1% (n=10)	2 BAR 2% (n=10)	4 BAR 2% (n=10)	2 BAR 3% (n=10)	4 BAR 3% (n=10)
Mínimo	1.30	1.32	1.70	1.04	0.00	3.40
Máximo	3.18	3.10	2.71	3.62	3.73	4.85
Mediana	2.01	1.81	2.11	2.13	2.25	4.07
1o Quartil	1.78	1.65	1.74	1.74	1.69	3.77
3o Quartil	2.22	2.52	2.60	2.98	3.15	4.59
Média aritmética	2.11	2.04	2.17	2.31	2.27	4.14
Desvio padrão	0.57	0.64	0.43	0.84	1.13	0.51
Coef variação	27.0%	31.3%	19.6%	36.2%	49.6%	12.3%
Média geométrica	2.04	1.96	2.13	2.16	2.40	4.11
D padrão geométrico	1.30	1.36	1.22	1.48	1.41	1.13

\*p-valor = 0.0002, ANOVA.

Fonte: AUTORA (2022).

Gráfico 6 – Redução logarítmica de *Escherichia coli* para concentrações e variações de pressão.



Legenda: 2BAR 1%= tratamento com 2BAR de pressão e 1% de solução de ácido láctico, 4BAR 1%= tratamento com 4BAR de pressão e 1% de solução de ácido láctico, 2BAR 2%= tratamento com 2BAR de pressão e 2% de solução de ácido láctico, 4BAR 2%= tratamento com 4BAR de pressão e 2% de solução de ácido láctico, 2BAR 3%= tratamento com 2BAR de pressão e 3% de solução de ácido láctico, 4BAR 3%= tratamento com 4BAR de pressão e 3% de solução de ácido láctico. A= as colunas com "A" não diferiram significativamente entre si. B=a coluna com "B" diferiu das demais, representando o melhor resultado em Log de redução.

Fonte: AUTORA (2022).

Os resultados encontrados estão de acordo com os encontrados na literatura como, Anyasi *et al.* (2017) que citam resultados maiores que 1,5 log UFC/cm<sup>2</sup>, de redução de *E. coli* O157:H7, quando foram utilizadas soluções de 2% de ácido láctico em carcaças. Sallam *et al.* (2020) quando avaliou *Enterobacteriaceae* em testes com spray de ácido láctico a 2%, encontrou resultados de 1,76 a 1,95 UFC/cm<sup>2</sup> de redução. Zhao *et al.* (2013) quando testaram solução de ácido láctico a 3%, por dois minutos a 21°C, obtiveram reduções de 0,3 a 3,0 log UFC/cm<sup>2</sup>.

De Geer *et al.* (2016) citam que a concentração de 2% de ácido láctico não é suficiente para reduzir as contagens de *Escherichia coli*, e que os melhores resultados ocorrem em concentrações de 4% de ácido láctico, o que pode ser evidenciado através dos resultados encontrados neste estudo. No entanto, pode ser notado ainda, o efeito benéfico da pressão de água, já que conforme os dados da tabela 6, os melhores resultados estão nas maiores concentrações de AL somados a maior pressão de água, seguidos de resultados da maior concentração de AL com a menor pressão de água.

Através do Gráfico 6, pode-se observar que o tratamento de 4 BAR 3% de AL diferiu significativamente dos demais, o que demonstra juntamente com a Tabela e Gráfico 4, a maior contaminação inicial nestes testes, refletindo em uma maior redução na contagem bacteriana. No entanto, os demais resultados para *Escherichia coli*, ratificaram que este experimento representou a melhor situação para redução desta bactéria, como explicado no parágrafo anterior. Ainda no Gráfico 6, é possível observar que os demais tratamentos não diferiram significativamente entre si, permitindo afirmar que para esta bactéria, o efeito combinado de pressão de água e AL é benéfico, apresentando melhores resultados em maiores contaminações.

Youssef *et al.* (2012) trazem à luz o fato das superfícies em que o ácido láctico é utilizado. Em seu estudo, que pesquisou o uso de solução de 5% de ácido láctico, a gordura e superfícies membranosas obtiveram cerca de 1,0 log de redução de *E. coli*, enquanto que a superfície muscular reduziu apenas 0,5 log, sugerindo que as bactérias estão mais profundamente aprisionadas em superfícies musculares do que na pele, dessa forma, cortes com maior extensão de tecido muscular poderiam apresentar maiores contagens bacterianas.

Bonilla (2021) em estudo com spray de concentração de 3% de solução de ácido láctico em solução a 54,4 °C em carcaças suínas, verificou redução de cepas inculadas previamente de STEC nas superfícies externa e interna de carcaças. Após 10 minutos da aplicação do tratamento foi observada a redução de 0,7 log UFC/cm<sup>2</sup> e, após 18 horas de resfriamento, a redução foi de 1,6 log UFC/cm<sup>2</sup> quando a pele de carcaças foi analisada. Na superfície interna das carcaças pode ser observada redução de 0,6 e 1,1 log UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente, após 10 minutos e 18 horas de resfriamento demonstrando a diferença entre os tecidos analisados e o poder residual do ácido láctico após o contato com a superfície tratada.

### 5.3 RESULTADOS DE *Salmonella* spp.

Todas as concentrações e variações de pressão apresentaram redução significativa da presença de *Salmonella*, conforme evidenciado na Tabela e Gráfico 7.

Entretanto, não houve real diferença na comparação de concentrações e variações de pressão ( $p=0.9887$ , não significativa), o que significa que o efeito da pressão de água combinado com a ação do ácido láctico, em qualquer das situações testadas é capaz de reduzir a presença de *Salmonella* spp. nos produtos.

Neste estudo, inicialmente 88% das amostras eram positivas para *Salmonella* spp., após os testes foi possível observar todas as amostras como negativas para a bactéria, representando 100% de sucesso na eliminação de *Salmonella* spp. O resultado deste trabalho vem de encontro ao relatado por Brustolin (2014), que obteve bons resultados na redução de *Salmonella* utilizando 8 BAR de pressão de água no tratamento de carcaças, com 72% de eliminação de *Salmonella* spp.

Cabe salientar, ainda ao analisarmos a Tabela e Gráfico 7, que se as amostras não passassem pelos tratamentos e fossem analisadas ocasionalmente como parte do controle de processo em atendimento à norma da ANVISA (BRASIL, 2022b), poderiam representar motivos de desvios no plano amostral, levando em consideração que grande parte delas apresentou presença de *Salmonella* spp, o que geraria perdas econômicas para a indústria que provavelmente faria o descarte dessas peças ou teria que processá-las termicamente para a inativação do patógeno.

Tabela 7 – Avaliação de *Salmonella* spp. (g/ml), antes e depois dos tratamentos para concentrações e variações de pressão.

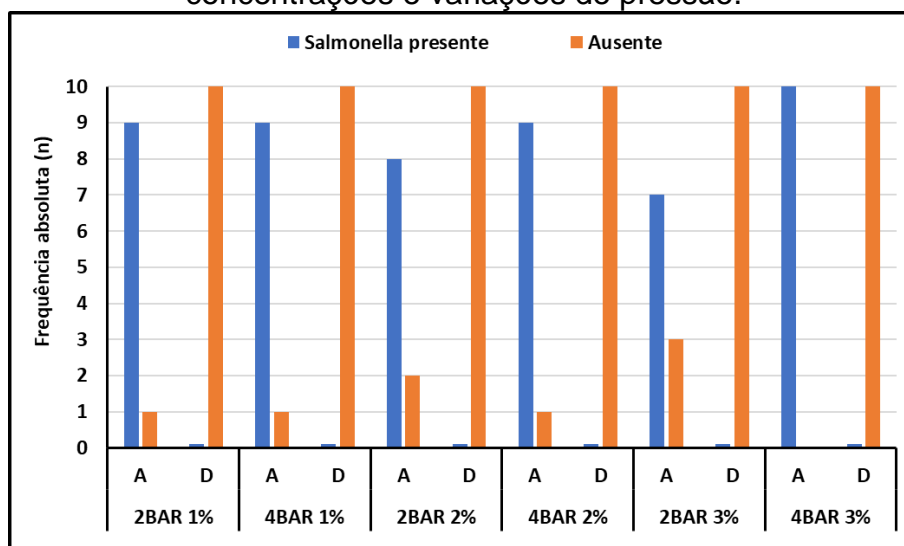
		<i>Salmonella</i> (n=10)		Teste Antes x Depois
		Presente	Ausente	p-valor (E Fisher)
<b>2 BAR 1%</b>	Antes	9	1	0.0001*
	Depois	0	10	
<b>4 BAR 1%</b>	Antes	9	1	0.0001*
	Depois	0	10	
<b>2 BAR 2%</b>	Antes	8	2	0.0007*
	Depois	0	10	
<b>4 BAR 2%</b>	Antes	9	1	0.0001*
	Depois	0	10	
<b>2 BAR 3%</b>	Antes	7	3	0.0031*
	Depois	0	10	
<b>4 BAR 3%</b>	Antes	10	0	<0.0001*
	Depois	0	10	

Legenda: \*Teste Exato de Fisher (Antes x Depois).

p=0.9887, comparando concentrações e variações de pressão, pelo Teste G.

Fonte: AUTORA (2022).

Gráfico 7 – Avaliação de *Salmonella* spp., antes e depois dos tratamentos para concentrações e variações de pressão.



Legenda: 2BAR 1%= tratamento com 2BAR de pressão e 1% de solução de ácido lático, 4BAR 1%= tratamento com 4BAR de pressão e 1% de solução de ácido lático, 2BAR 2%= tratamento com 2BAR de pressão e 2% de solução de ácido lático, 4BAR 2%= tratamento com 4BAR de pressão e 2% de solução de ácido lático, 2BAR 3%= tratamento com 2BAR de pressão e 3% de solução de ácido lático, 4BAR 3%= tratamento com 4BAR de pressão e 3% de solução de ácido lático. A=antes. D=depois.

Fonte: AUTORA (2022).

Mani-López *et al.* (2012) comenta que a *Salmonella* possui mecanismos para se adaptar a ambientes ácidos e sobreviver em condições drásticas de pH. No entanto, autores citam que a resistência ao pH ácido pode ser superada quando são combinados fatores, como pressão e temperatura, por exemplo (CASTILLO *et al.* 2002 *apud* BEIER *et al.* 2004).

Stijn (2017) acrescenta a observação de que em seu trabalho com ácido láctico a 5%, não foram encontradas diferenças na sensibilidade ao ácido láctico entre sorotipos de *Salmonella*. A exposição de uma solução de ácido láctico a 5% a diferentes sorotipos de *Salmonella*, resultou em uma redução de 1 log UFC/mL quando as cepas foram cultivadas a 37°C e 2 log UFC/mL a 25°C.

DeGeer *et al.* (2016) estudaram para determinar concentrações ótimas e temperaturas para redução de *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. em carne suína, onde encontraram a solução de 4% de AL como a mais eficaz contra os patógenos, não observando diferença entre as temperaturas em que foram feitos os testes de 4°, 25° e 60 °C. Os autores citam ainda, que a *Salmonella* spp. foi reduzida mesmo em níveis mais baixos de AL, como 2%.

Machado *et. al.* (2013) citam que os melhores resultados para o controle microbiológico se dão pela ação sinérgica química e física, como demonstraram em seu trabalho com alta temperatura e a pressão de aspensão do vapor associado à ação química e mecânica da solução ácida. O melhor desempenho se deu com o tratamento de aspensão de vapor sob pressão (4 BAR) a 140°C, por 15 segundos seguido de imersão em solução fisiológica ácida por 5 segundos no controle microbiológico de *Salmonella* Typhimurium na superfície de pernis suínos.

Burin (2014) estudou a susceptibilidade da *Salmonella* spp. frente aos ácidos orgânicos, e observou que a bactéria é capaz de se adaptar e sobreviver a condições adversas principalmente quando está a um pH 5,0 ou pH 6,0. No entanto, quando o pH é inferior a pH 4,0, a sobrevivência desta bactéria torna-se inviável após 6 a 24 h de exposição ao ácido láctico, como foi o caso deste estudo que observou faixa de pH de 3,7 a 4,5 entre as soluções utilizadas. Ainda, de acordo com Burin, a variação nas taxas de sobrevivência das bactérias vai depender do ácido utilizado, do tempo de aspensão, da concentração e da combinação com outras técnicas de descontaminação. Entretanto, das cepas pesquisadas por Burin (2014) chamou-se atenção pela capacidade da *S. Typhimurium* desenvolver

tolerância a ácidos orgânicos em pH superior a 5,0 e o que aumenta a preocupação quanto à segurança alimentar, uma vez que este sorotipo está entre os mais relatados em surtos e casos de toxinfecções.

## 6 CONCLUSÃO

Em todos os estudos realizados pode-se observar a redução ou ausência na contagem de bactérias após os tratamentos dos cortes de miúdos. Para mesófilos foram encontrados resultados de 55,61% a 97,72% de redução na contagem total, enquanto para *Escherichia coli*, as reduções variaram entre 76,78% e 93,89%, já para *Salmonella* spp. todos os resultados foram satisfatórios.

Para mesófilos, a utilização de baixa concentração de AL representou os piores resultados em percentual e redução logarítmica, mesmo quando utilizada a maior pressão de água. Para este grupo de bactérias, os melhores resultados foram com as maiores concentrações de AL, sendo o melhor teste a 2 BAR e 3% de AL, com pouca diferença para os testes com maior pressão de água como 4 BAR 2% de AL e 4 BAR 3% de AL. Sendo assim, é possível concluir que a partir de 2 % de AL, os efeitos da pressão de água são mais evidentes, e quanto maior a pressão e a concentração da solução de ácido, melhores os resultados. Logo, para mesófilos, a escolha de tratamento de 2 BAR e 3% de AL se mostra mais vantajosa, pois traz bons resultados microbiológicos ao passo que pode proporcionar maior economia de água, se compararmos com o uso de 4 BAR e 2% de AL que apresentou resultados semelhantes.

Para redução de *Escherichia coli*, pode-se afirmar que o efeito combinado de pressão de água com ácido láctico foi benéfico em todas as situações testadas, apresentando melhores resultados em maiores contaminações iniciais. O experimento de 4 BAR e 3% de AL demonstrou os melhores efeitos, e através dos resultados foi possível verificar o seu bom desempenho a partir de uma maior contaminação inicial. Os demais resultados dos testes para *Escherichia coli* afirmaram que para redução na contagem desta bactéria, a combinação da maior pressão de água com a maior diluição de ácido traz os melhores resultados, variando primeiro a concentração de ácido e depois a pressão de água.

O trabalho trouxe resultados suficientes quanto a soma de fatores de pressão e concentração de ácido láctico. De maneira geral, a medida em que aumenta pressão de água e a concentração do ácido, podemos perceber melhores resultados para redução de *Escherichia coli* e para mesófilos. Para *Salmonella*, todos os tratamentos testados foram efetivos.



Se fosse necessário apontar um único padrão para o uso em indústrias visando o melhor resultado microbiológico geral, o uso de 2 BAR e 3% de AL poderia ser aconselhado, tendo em vista o seu bom desempenho e o benefício do menor consumo de água.

Estes dados podem auxiliar a indústria, com o uso de técnicas validadas para a redução de bactérias patogênicas ou deteriorantes, contribuindo com a qualidade final dos produtos, aumentando tempo de prateleira e prevenindo perdas financeiras pelos estabelecimentos de abate.

Todos os resultados encontrados neste estudo apresentaram reduções logarítmicas significantes, com isso, fica claro a ação sinérgica do ácido láctico e pressão de água, para todas as bactérias testadas. Tais resultados, trazem luz para uma tecnologia que pode ser facilmente adaptada para a indústria frigorífica, trazendo resultados palpáveis para o produto final, e como consequência, menores perdas econômicas com o descarte de produtos fora dos padrões microbiológicos.

Ainda que os resultados demonstrados neste trabalho tenham sido satisfatórios, cabe observar que a eficiência do uso de ácido láctico está diretamente relacionada com fatores como a concentração, o tipo de tecido a ser tratado, o volume de solução e o grau de contaminação inicial, bem como, outras situações específicas que deverão ser consideradas nos processos em que se pretende o uso desta tecnologia.

Cabe ressaltar ainda, que por mais que as técnicas de descontaminação existam, e seus custos sejam razoavelmente baixos, os cuidados de higiene em todas as operações do abate devem ser preservados, visto que quanto maiores as cargas microbianas iniciais, maiores podem ser os desafios para a redução dos agentes. Logo, a sanidade dos animais desde as granjas de origem, condições de bem-estar animal, bem como, as condições de higiene da indústria e das operações de abate, e ainda, treinamento dos operadores envolvidos nas etapas de obtenção da carne, são consideradas etapas fundamentais para a qualidade do produto final e não podem ser negligenciadas.

## REFERÊNCIAS

- ABPA. **Relatório Anual 2021**. 2021. Disponível em: [http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf) - Acesso em: 04 de abril de 2022.
- ABCS. **Mapeamento da suinocultura brasileira**. SEBRAE. Brasília, 1ª ed., 2016. 376 p. Disponível em: <https://data.gessulli.com.br/file/2016/12/06/H151515-F00000-B617.pdf>. Acessado em: 08 de abril de 2022.
- ABCS. **Ano de 2021 marcado pelo crescimento expressivo do consumo per capita e margens negativas para os produtores**. 2021. Disponível em: <https://abcs.org.br/noticia/ano-de-2021-marcado-pelo-crescimento-expressivo-do-consumo-per-capita-e-margens-negativas-para-os-produtores/>. Acesso em: 04 de abril de 2022.
- ACHA, P.N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Bacterioses y micosis**. Publicacion científica y técnica n° 580. 3ª ed. v.I Ed: Organization Panamericana de La Salud (OPS). Washington – DC – 20037 – EUA, 398. 2003.
- AFNOR. **3M™ Molecular Detection Assay 2 - Salmonella (Certificate number: 3M 01/16 - 11/16) for the detection of Salmonella spp**. Disponível em: [https://nf-validation.afnor.org/wp-content/uploads/2017/03/Synt-3M-01-16-11-16\\_en.pdf](https://nf-validation.afnor.org/wp-content/uploads/2017/03/Synt-3M-01-16-11-16_en.pdf). Acesso em: 16 de outubro de 2022.
- ALBAN, L., STÄRK, K. D. C. Where should the effort be put to reduce the *Salmonella* prevalence in the slaughtered swine carcass effectively? **Preventive Veterinary Medicine**. v.68, p. 63–79, 2005.
- ÁLVAREZ-ORDÓÑEZ, A. *et al.* The Acid Tolerance Response of *Salmonella* spp.: An adaptive strategy to survive in stressful environments prevailing in foods and the host. **Food Research International**. v.45, p. 482–492. 2012.
- ANYASI, T. A. *et al.*, Cap.1: Application of organic acids in food preservation. *In*: VARGAS, C. **Organic acids: characteristics, properties and synthesis**. Nova Science Publishers. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/312087014\\_Application\\_of\\_organic\\_acids\\_in\\_food\\_preservation/link/592fec6b45851553b67ee2d0/download](https://www.researchgate.net/publication/312087014_Application_of_organic_acids_in_food_preservation/link/592fec6b45851553b67ee2d0/download). Acesso em: 14 de setembro de 2021.
- AOAC. **AOAC Official Method 998.08 Confirmed Escherichia coli Counts in Poultry, Meats, and Sea food**. 2005. Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1759931O/aoac-oma-998-08-confirmed-e-coli-count-in-poultry-meat-seafood.pdf>. Acesso em 16 de outubro de 2022.
- AOAC. **AOAC Official Method 2015.13 Enumeration of Aerobic Bacteria in Food**. 2018. Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1759935O/aoac-oma->

2015-13-enumeration-of-aerobic-bacteria-in-food.pdf. Acesso em 16 de outubro de 2022.

ARRUDA, B. L., BURROUGH, E. R.; SCHWARTZ, K. J. *Salmonella enterica* I 4, [5],12:i:- Associated with Lesions Typical of Swine Enteric Salmonellosis. **Emerging Infectious Diseases**, v. 25, n.7, p.1377-1379. 2019. Disponível em: [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/25/7/18-1453\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/25/7/18-1453_article). Acesso em: 09 de outubro de 2021.

AYRES, M. *et al.* **Bioestat 5.3 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007.364p.

BARBOSA, N. C. *et al.* Qualidade microbiológica de lombo suíno e correlação entre microrganismos indicadores. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.6, n.5, p.24591-24600, 2020.

BEIER, R. C. *et al.* **Preharvest and Postharvest Food Safety. Contemporary Issues and Future Directions**. Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists. Iowa, USA. 1ª ed. 455p. 2004.

BERENDS, B. R. *et al.* Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. **International Journal Food of Microbiology**. v.36, p. 199–206, 1997.

BONILLA, K. C. P. **Validation of commercial antimicrobial intervention technologies to control *Salmonella* and Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) on pre-rigor, skin-on market hog carcasses and chilled pork wholesale cuts**. A thesis of Food Science Animal Sciences & Industry. KANSAS STATE UNIVERSITY Manhattan, Kansas. 2021. Disponível em: <https://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/41364/KatiaCeciliaPozueloBonilla2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 25 de julho de 2022.

BOSILEVAC, J. M. *et al.* Treatments using hot water instead of lactic acid reduce levels of aerobic bacteria and *Enterobacteriaceae* and reduce the prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 on preevisceration beef carcasses. **Journal of Food Protection**. 2006. Aug;69(8):1808-13.

BRAÏEK, O. B.; SMAOUI, S. Chemistry, safety, and challenges of the use of organic acids and their derivative salts in meat preservation. **Journal of Food Quality**. v. 2021, p1-20. 20p, 2021.

BRASIL. **Aprova as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos**. Portaria nº 711, de 01 de novembro de 1995 – MAPA. 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de *Salmonella* spp.: diagnóstico laboratorial do gênero *Salmonella* / Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, Instituto Adolfo Lutz. – Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. **Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.** Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 – MAPA. 2017a.

BRASIL. **Estabelece os procedimentos para submissão de proposta, avaliação, validação e implementação de inovações tecnológicas a serem empregadas em qualquer etapa da fabricação de produtos de origem animal em estabelecimentos com registro no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA/SDA da Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA/MAPA, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA.** Instrução normativa nº 30, de 09 de agosto de 2017 – MAPA. 2017b.

BRASIL. **Aprova os procedimentos de inspeção ante e post mortem de suínos com base em risco.** Instrução normativa nº 79, de 14 de dezembro de 2018 – MAPA. 2018a.

BRASIL. **Estabelece o controle microbiológico em carcaça de suínos e em carcaça e carne de bovinos em abatedouros frigoríficos registrados no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal.** Instrução normativa nº 60, de 20 de dezembro de 2018 – MAPA. 2018b.

BRASIL. Perguntas & Respostas. Padrões Microbiológicos. Macrotema de Alimentos. Gerência Geral de Alimentos. **ANVISA**. 4ª edição, Brasília, agosto de 2021. Disponível em <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas/padroes-microbiologicos.pdf>. Acesso em: 07 de outubro de 2021. 2021a.

BRASIL. Dia Mundial da Segurança dos Alimentos. **Ministério da Saúde**. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/07-6-seguranca-dos-alimentos-responsabilidade-de-todos-dia-mundial-da-seguranca-dos-alimentos/>. Acesso em: 16 de junho de 2021. 2021b.

BRASIL. **Estabelece os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação.** Resolução - RDC nº 724, de 01 de julho de 2022 – ANVISA. 2022a.

BRASIL. **Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos.** Instrução normativa nº 161, de 01 de julho de 2022 – ANVISA. 2022b.

BRASIL. **Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados.** Resolução - RDC nº 727, de 01 de julho de 2022 – ANVISA. 2022c.

BRAZILIAN PORK. **Indústria suína: o setor.** BRAZILIAN PORK, 2021. Disponível em: <https://brazilianpork.com.br/industria-suina/o-setor/>. Acesso em: 31 de janeiro de 2022.

BRITO, B. G, *et al.* Fatores de virulência presentes em amostras de *Escherichia coli* uropatogênicas - UPEC para suínos. **Ciência Rural** [online]. 2004, v. 34, n. 2, pp. 645-652. Acesso em: 7 de abril de 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000200050>>. 2004.

BRUSTOLIN, J. C. **Avaliação da eficiência da descontaminação de carcaças suínas utilizando água sob pressão e ácido lático.** Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos URI – Campus de Erechim, 2014.

BUNCIC, S.; SOFOS, J. Interventions to control *Salmonella* contamination during poultry, cattle and pig slaughter. **Food Research International**. v.45, n.2, p. 641-655, 2012.

BURIN, R. C. K. **Interferência de ácidos orgânicos na multiplicação de *Salmonella* spp. e expressão de genes relacionados a tolerância ácida.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 2014.

BUSSER, E. V. D. *et al.* *Salmonella* control in live pigs at slaughter. **The Veterinary Journal**, v.196, p. 20-27, 2013.

CAMPOS, J. *et al.* Non-typhoidal *Salmonella* in the Pig Production Chain: A Comprehensive Analysis of Its Impact on Human Health. **Pathogens**, 8(1), 19, 2019.

CARDOSO, M. R. I.; SILVA, L. E., Cap. 4: Controle de salmonela em matadouros-frigoríficos de suínos. *In*: KICH, J. D.; SOUZA, J.C.P.V.B. **Salmonela na suinocultura brasileira: do problema ao controle.** Brasília, DF. Embrapa, 2015.

CÊ, E. R. **Influência das etapas do processo de abate de suínos na prevalência de patógenos e níveis de microrganismos indicadores de qualidade e higiene.** Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.

CNA. **Comunicado Técnico.** Pesquisa pecuária municipal 2020. Ed. 30/2021, 01 de outubro de 2021. Disponível em: [https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/Comunicado-Tecnico-CNA-ed-30\\_2021.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/Comunicado-Tecnico-CNA-ed-30_2021.pdf). Acesso em 28 de janeiro de 2022.

COSTA, E. F. *et al.* Avaliação qualitativa de riscos para priorização de perigos biológicos à saúde pública na cadeia de produção de suínos industriais. Documentos 186. **Embrapa Suínos e Aves.** Concórdia, SC. 2017. Disponível em: <http://abcs.org.br/wp-content/uploads/2021/01/Avalia%C3%A7%C3%A3o-qualitativa-de-riscos-para-prioriza%C3%A7%C3%A3o-de-perigos-biol%C3%B3gicos-%C3%A0-sa%C3%BAde-p%C3%BAblica-na-cadeia-de-produ%C3%A7%C3%A3o-de-su%C3%ADnos-industriais.pdf>. Acesso em: 29 de setembro de 2021.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Efeito das condições pré-abate sobre a qualidade da carne de suínos pesados. **Archivos de Zootecnia**., Córdoba, v.59, n.227, p. 391-402, 2010.

DE GEER, S. L. *et al.* Optimizing application parameters for lactic acid and sodium metasilicate against pathogens on fresh beef, pork and deli meats. **MEAT SCIENCE**. Doi: 10.1016/j.meatsci.2016.03.008. 2016.

DENAMUR, E. *et al.* The population genetics of pathogenic *Escherichia coli*. **Nature Reviews Microbiology**, v. 19, p. 37–54, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0416-x>. Acesso em 08 de abril de 2022.

EFSA. Scientific opinion on a quantitative microbiological risk assessment of *Salmonella* in slaughter and breeder pigs. Panel on Biological Hazards. **EFSA Journal**. V. 8 (4), 1547, 80 pp, 2010. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2010.1547>. Acesso em: 08 de outubro de 2021.

EMBRAPA. **Qualidade da carne suína**. EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-suina>. Acesso em: 31 de janeiro de 2022.

FARIAS, I. M. S. C. *et al.* Ácido lático na redução microbiana e cor de carcaças bovinas. **Veterinária e Zootecnia**, p.76 - 89, 2019.

FAO. 2021. **Food Outlook**: Biannual Report on Global Food Markets. Rome, Italy. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb4479en>. Acesso em: 04 de outubro de 2021.

FAVARETTO, L. *et al.* Competitividade das exportações brasileiras de carne suína (1999-2017). **Revista UNEMAT de Contabilidade**, [S. l.], v. 7, n. 14, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/ruc/article/view/3288>. Acesso em: 25 de setembro de 2021.

FRANCO, R. M. *et al.*, Ocorrência de *Escherichia coli* em suínos abatidos nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina utilizando diferentes metodologias de isolamento. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v.103, p. 209-218, 2008.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 93-98, 2008.

FRIGATTO, E. A. M.; FERNANDES, S. A.; VAZ, T. M. I. Curso de Boas Práticas, Módulo 2. **ANVISA**, 2008. Disponível em: [https://www.anvisa.gov.br/servicos/controle/rede\\_rm/cursos/boas\\_praticas/MODULO2/objetivos.htm](https://www.anvisa.gov.br/servicos/controle/rede_rm/cursos/boas_praticas/MODULO2/objetivos.htm). Acesso em: 08 de outubro de 2021.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 607 p.

GAMARRA, R. M. **Identificação de pontos críticos para *Salmonella* spp. no abate de suínos**. 2007. 53 f. Dissertação de Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GOMA, M. K. E. *et al.* Detection of *Escherichia coli* O157:H7 and Shiga toxin 2a gene in pork, pig feces, and clean water at Jagalan slaughterhouse in Surakarta, Central Java Province, Indonesia. **Veterinary World**. V. 12, p. 1584-1590, 2019.

GUIMARÃES, D. *et al.* Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES (n. 45). Rio de Janeiro: **BNDES Setorial**. v.45, p. 85-136, 2017.

HDAIFEH, A. *et al.* Critical Analysis of Pork QMRA Focusing on Slaughterhouses: Lessons from the Past and Future Trends. **Foods**. 2020 Nov; 9 (11):1704. doi:10.3390/foods9111704.

HERNÁNDEZ, M. *et al.* *Salmonella* prevalence and characterization in a free-range pig processing plant: Tracking in trucks, lairage, slaughter line and quartering. **International Journal of Food Microbiology**. v.162, p. 48–54. 2013.

HONISH, L. *et al.* *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with contaminated pork products — Alberta, Canada, July–October 2014. **Canada Communicable Disease Report**. V. 43-1. 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5757708/>. Acesso em: 09 de setembro de 2021.

IBM Corp. Released 2020. **IBM SPSS Statistics for Windows**. Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp.

ISO. **Microbiology of the food chain — Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella* — Part 1: Detection of *Salmonella* spp.** 2020. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/76671.html>. Acesso em: 16 de outubro de 2022.

IZOLAN, L. R. *et al.* Prevalência de *Escherichia coli* shiga-toxigênica em cortes de carnes e miúdos de suínos abatidos no oeste de Santa Catarina. In: XII MICTI, Brusque, 2019. **Anais da XII Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)**, v.1, n.12, 2019.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 712 p.

KICH, J. D.; SOUZA, J. C. P. V. B. **Salmonela na suinocultura brasileira: do problema ao controle**. Brasília, DF. Embrapa, 2015.

LARANJA, D. C. **Descontaminação de carcaças de frango por ácido peracético isolado ou em combinação com outros antimicrobianos**. Tese do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

LORETZ, M.; STEPHAN, R.; ZWEIFEL, C. Antibacterial activity of decontamination treatments for pig carcasses. **Food Control**. v.22, p. 1121-1125, 2011.

MACHADO, A. R. Avaliação microbiológica e físico-química de pernis suínos tratados com ácidos orgânicos e/ou vapor no controle da contaminação superficial por *Salmonella* Typhimurium. **Ciência animal brasileira**, Goiânia, v.14, n.3, p. 345-351, jul./set. 2013.

MACHADO, *et al.*, Prevalência e genotipagem de *Escherichia coli* patogênica em carcaças de suínos abatidos em frigoríficos comerciais na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.8, n.1, p. 128-145, jan -març. 2014.

MACHADO, H. Z. *et al.* Utilização de ácidos orgânicos para a conservação de carnes: alterações físicas e microbiológicas. **Archives of Veterinary Science**. v. 23, n. 3, p. 01-10, setembro. 2018.

MANI-LÓPEZ, E. *et al.* Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products. **Food Research International**. v. 45. p. 713–721. 2012.

MATOS, A. V. R. *et al.* *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157, *Salmonella* spp. e microrganismos indicadores em carcaças bovinas para exportação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.4, p. 981-988, 2013.

MELO, E. S., *et al.* Doenças transmitidas por alimentos e principais agentes bacterianos envolvidos em surtos no Brasil. **Pubvet**, v.12, n.10, p.1-9. 2018.

MESQUITA, C. A. F. A. *et al.* Avaliação da Gestão da Qualidade e suas ferramentas: aplicabilidade em indústria de alimentos de origem animal. **Research, Society and Development**, v.10, n 1, e20210111248, 2021.

MIELE, M.; MARTINS, F. M. Panorama da suinocultura. **Anuário 2022 da suinocultura industrial**. Nº 06, ano 44, ed. 303, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228963/1/final9816.pdf>. Acesso em 04 de abril de 2022.

MIRANDA, C. R. de; BERNARDO, E. L.; MONTICELLI, C. J. Distribuição espacial da suinocultura brasileira: uma análise a partir do censo agropecuário de 2017. **Suinocultura Industrial**. Itu, ed. 302, ano 44, n. 5, p. 14-18, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1134854/1/final9778.pdf>. Acesso em: 03 de abril de 2022.

NEITZKE, D. C. *et al.* Segurança dos alimentos: contaminação por *Salmonella* sp. no abate de suínos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.20, e2015063, 2017.

NKOSI, D. V.; BEKKER, J. L.; HOFFMAN, L. C. The Use of Organic Acids (Lactic and Acetic) as a Microbial Decontaminant during the Slaughter of Meat Animal Species: A Review. **Foods**. V. 10, 2293. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10102293>. Acesso em 03 de julho de 2022.

OLIVEIRA, P. C., *et al.* Revisão: Implantação das boas práticas de fabricação na indústria Brasileira de alimentos. **Research, Society and Development**, v.10, n.1, e35810111687, 2021.

OMS. **Food safety**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. Acesso em: 16 de junho de 2021. 2020.



PAULA, C. M. D. *et al.* *Escherichia coli* O157:H7 – patógeno alimentar emergente. **Vigilância Sanitária em Debate**; 2 (04): 23-33. 2014.

PIPEK, P. *et al.* Decontamination of pork carcasses by steam and lactic acid. **Journal of Food Engineering**. V. 74(2), p. 224–31. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.03.01. 2006.

REZENDE, M. T. N. P. **Salmonella sp. em rebanho comercial de suínos e suas carcaças processadas no frigorífico**. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

RIVAS, C. A. N. **Estimativa da transferência de Salmonella Typhimurium DT 177 entre faca de aço inoxidável e carne suína artificialmente contaminada**. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

RODRIGUES, G. R. **Microrganismos mesófilos aeróbios, coliformes totais e termotolerantes, Escherichia coli, Staphylococcus aureus e Salmonella spp. no processo de abate de suínos**, 2019. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

SABA, R.Z. *et al.* Pressão e temperatura da água de lavagem na população microbiana da superfície de carcaças bovinas. **Ciência Rural**. v.40, n.9, p.1987-1992, setembro, 2010.

SALLAM, K. I. *et al.* Microbial decontamination of beef carcass surfaces by lactic acid, acetic acid, and trisodium phosphate sprays. **BioMed Research International**. 2020. Article ID 2324358, 11 pages. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/2324358>. Acesso em: 07 de abril de 2022.

SCANDOLARA, A. *et al.* Descontaminação de carcaças suínas com ácidos orgânicos comerciais, solução salina acidificada e luz ultravioleta. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v.3, n.2, p. 157-166, jul.-/dez, 2012.

SCHIMIDT, N. S. Demandas atuais e futuras da cadeia produtiva de suínos. Nota Técnica. **Central de Inteligência de Aves e Suínos (CIAS) – Embrapa**. 13 p. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/CIAS+-+Agropensa+-+Demandas+atuais+e+futuras+da+cadeia+produtiva+de+su%C3%ADnos.pdf>. Acesso em 05 de abril de 2022.

SOUZA, C. O. *Escherichia coli* enteropatogênica: uma categoria diarreiogênica versátil. **Rev. Pan-Amaz. Saúde**, v.7, n.2, p. 79-91, 2016.

STIJN, H. **The decontaminating effects of lactic acid on pig-associated Salmonella and Yersinia enterocolitica**. Master's dissertation submitted to Ghent University to obtain the degree of Master of Science in Biochemistry and Biotechnology. Major Microbial Biotechnology. Gante, Bélgica, 2017.

TEIXEIRA, K. A. **Percepção dos consumidores e profissionais de saúde sobre a produção de suínos e pesquisa de *Salmonella* sp. em carne suína no estado de Goiás.** Tese de Doutorado da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (UFG). 161 p. Goiânia. 2021.

TONDO, E. C. **Perigos nos alimentos.** Editora Senac São Paulo. São Paulo, 2020. 160 p.

VALILIS, E. *et al.* Non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* - A poorly appreciated enteric pathogen: Systematic review. **International Journal of Infectious Diseases**, v.76, p. 82–7, 2018.

VAN BA, H. *et al.* The fates of microbial populations on pig carcasses during slaughtering process, on retail cuts after slaughter, and intervention efficiency of lactic acid spraying. **International Journal of Food Microbiology**. V.294.p.10–17. 2019.

VIVAN, G. F. **Avaliação da eficiência do chamuscador na redução de enterobactérias em carcaças suínas.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Londrina, 2019.

VON LAER, A. E. **Caracterização de *Escherichia coli* produtoras de toxina Shiga (STEC) isoladas na produção de bovinos de corte e nas respectivas carcaças dos animais abatidos.** Tese de Doutorado da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. 135p. São Paulo, 2008.

ZHANG, P. *et al.* Genomic analysis of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 from cattle and pork-production related environments. **Science of Food**, v. 5:15, 2021.

ZHAO, T. *et al.* Reductions of Shiga Toxin–Producing *Escherichia coli* and *Salmonella* Typhimurium on Beef Trim by Lactic Acid, Levulinic Acid, and Sodium Dodecyl Sulfate Treatments. **Journal of Food Protection**. Vol. 77, N°.4, 2014, p. 528–537.

WANG, C. *et al.* Surface physiological changes induced by lactic acid on pathogens in consideration of pKa and pH. **Food Control**, v.46, p. 525-531, 2014.

WANG, C. *et al.* Antibacterial mechanism of lactic acid on physiological and morphological properties of *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, v.47, p. 231-236, 2015.

WERLANG, G. O. **Eficácia da aplicação de ozônio gasoso em carcaças suínas na etapa de resfriamento para o controle de bactérias indicadoras e causadoras de doenças transmitidas por alimentos.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Veterinária, Porto Alegre, 2015.

YOUSSEF, M. K. *et. al.* Effects of spray volume, type of surface tissue and inoculum level on the survival of *Escherichia coli* on beef sprayed with 5% lactic acid. **Food Control**. V.25, p. 717-722. 2012.