

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



DISSERTAÇÃO

**AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO TEMPO NO PROCESSO TÉRMICO E DA
TEMPERATURA INTERNA DE PRESUNTO COZIDO COM MANUTENÇÃO
DA SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA NO PRODUTO FINAL**

Poliana Ferronato

Pelotas, RS, Brasil

2023

Poliana Ferronato

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO TEMPO NO PROCESSO TÉRMICO E DA
TEMPERATURA INTERNA DE PRESUNTO COZIDO COM MANUTENÇÃO DA
SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA NO PRODUTO FINAL

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado Profissional em Ciência e
Tecnologia de Alimentos da Universidade
Federal de Pelotas como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos

Comitê de orientação:

Orientador: Profa. Dra. Ângela Maria Fiorentini

Coorientador: Profa. Dra. Graciela Volz Lopes

Pelotas, RS, Brasil

2023

Poliana Ferronato

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO TEMPO NO PROCESSO TÉRMICO E DA
TEMPERATURA INTERNA DE PRESUNTO COZIDO COM MANUTENÇÃO DA
SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA NO PRODUTO FINAL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ciência e
Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da
Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profa. Dr^a. Ângela Maria Fiorentini, Dr. (UFPEL) (Orientador) – Presidente
Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC.

Profa. Dr^a. Graciela Volz Lopes, Dr^a. (UFPEL) (Coorientador) - Membro
Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, UFRGS

Prof. Dr. Evandro Stoffels Mallmann – Membro
Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.

Dr^a Isabela Schneid Kroning – Membro
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas,
UFPeL.

Profa. Dr^a Maristela Cortez Sawitzki – Membro
Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC.

RESUMO

FERRONATO, P. Avaliação da redução do tempo no processo térmico e da temperatura interna de presunto cozido com manutenção da segurança microbiológica no produto final. 2023. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

Nos últimos anos, o consumo de carne suína e derivados cárneos prontos para consumo, tiveram grande crescimento no Brasil. Na indústria de fabricação de produtos cárneos cozidos, busca-se alternativas de reduzir ao máximo o tempo do processo, buscando melhorar e aumentar a produtividade e a rentabilidade na linha de produção. Para produtos cárneos cozidos, como o presunto, estudos realizados comprovam que a temperatura de cozimento de 68 °C a 70 °C no centro do produto, proporciona segurança microbiológica do produto. A eficiência do tratamento térmico aplicado no produto, é avaliada através da letalidade térmica do processo para um microrganismo alvo. Entre os microrganismos, *Listeria monocytogenes* sobrevive em condições ambientais adversas por mais tempo que outros patógenos de origem alimentar. No presente estudo, objetivou-se avaliar a influência da redução da temperatura interna de presunto cozido e do tempo no processo térmico sobre a segurança microbiológica do produto final. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, organizados em esquema fatorial 7x2, conforme segue: (7) tanques de resfriamento e (2) temperatura interna do presunto (71 °C e 68 °C), correspondendo 14 amostras avaliadas para cada temperatura interna, com a utilização de sensor de temperatura (*ibbuton*). Uma amostra em cada tanque para temperatura de 71 °C e, uma amostra em cada tanque para temperatura de 68 °C, foram avaliadas microbiologicamente, assim totalizando 14 amostras. Foram utilizadas referências oficiais como metodologia para as análises microbiológicas, realizadas em laboratório interno da empresa, onde os resultados das análises se mostraram conforme ao exigido em legislação. Assim como, foi determinado o número de reduções logarítmicas para o microrganismo alvo, *L. monocytogenes*, após o tratamento térmico do produto. No cozimento com temperatura interna alvo de 71 °C, o tanque número 7 atingiu a temperatura padrão no menor tempo, 236 minutos, enquanto o tanque de número 3 levou 253 minutos para atingir a temperatura final de 71 °C, sendo o maior tempo entre todos os tanques. Tanto no tanque de número 7 quanto no tanque de número 3, a temperatura final do meio foi de 78,4 °C. A média de tempo de cozimento dos sete tanques foi de 243 minutos de cozimento. A média do *F*-valor acumulado por tanque foi de 33,74 e o número máximo de reduções logarítmicas alcançado nos tanques foi de 114,46, sendo este valor alcançado no tanque que teve maior tempo de cozimento. Quando realizada a comparação entre as duas combinações de tempo e temperatura, foi obtido uma variação de 3 °C (de 68 °C até 71 °C), uma redução média de tempo de 25 minutos, representando uma redução média de $N = 56,75$ ($102,25 - 45,50$) nos sete tanques de cozimento. Conclui-se que o processo térmico aplicado com temperatura de 68 °C, no centro geométrico do presunto cozido garantiu a segurança microbiológica do produto final e foi assegurado a letalidade do processo térmico quando avaliado com o microrganismo alvo, *Listeria monocytogenes*, tendo uma redução média de tempo de cozimento de 17,86 minutos. Com a redução de tempo de processamento térmico, confere ganho de eficiência no processo produtivo e poderá ser aplicado pela indústria na produção de presunto cozido.

Palavras chave: alimento seguro, *Listeria monocytogenes*, presunto cozido, processo térmico

ABSTRACT

Evaluation of Time Reduction in the Thermal Process and Internal Temperature of Cooked Ham While Maintaining Microbiological Safety in the Final Product. 2023. 63f. Dissertation (Master's in Food Science and Technology) – Professional Master's Program in Food Science and Technology, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023. In recent years, the consumption of pork and ready-to-eat meat products has witnessed significant growth in Brazil. Within the cooked meat product manufacturing industry, there is a constant pursuit of alternatives to minimize processing time, aiming to enhance productivity and profitability on the production line. For cooked meat products like ham, studies have confirmed that a cooking temperature of 68 °C to 70 °C at the product's center ensures microbiological safety. The effectiveness of the thermal treatment applied to the product is assessed based on the thermal lethality of the process for a target microorganism. Among microorganisms, *Listeria monocytogenes* survives in adverse environmental conditions longer than other foodborne pathogens. This study aimed to evaluate the influence of reducing the internal temperature of cooked ham and the processing time on the microbiological safety of the final product. The experiment was conducted using a randomized block design, organized in a 7x2 factorial scheme as follows: (7) cooling tanks and (2) internal ham temperature (71 °C and 68 °C), resulting in 14 evaluated samples, utilizing a temperature sensor (ibbuton). One sample from each tank for 71°C and one sample from each tank for 68 °C were microbiologically assessed, totaling 14 samples. Official references were employed as the methodology for microbiological analyses, carried out in the company's in-house laboratory, where the analysis results complied with legal requirements. Additionally, the number of logarithmic reductions for the target microorganism, *L. monocytogenes*, was determined following the thermal treatment of the product. In the cooking process with a target internal temperature of 71 °C, tank number 7 reached the standard temperature in the shortest time, 236 minutes, while tank number 3 took 253 minutes to reach the final temperature of 71 °C, which was the longest time among all tanks. Both tank number 7 and tank number 3 reached a final temperature of 78.4 °C. The average cooking time for the seven tanks was 243 minutes. The average accumulated *F-value* per tank was 33.74, and the maximum number of logarithmic reductions achieved in the tanks was 114.46, with this value attained in the tank with the longest cooking time. When comparing the two combinations of time and temperature, a temperature variation of 3 °C (from 68 °C to 71 °C) and an average time reduction of 25 minutes was obtained, representing an average reduction of $N = 56.75$ (102.25 – 45.50) across the seven cooking tanks. In conclusion, the thermal process applied with a temperature of 68 °C at the geometric center of the cooked ham ensured the microbiological safety of the final product when evaluated with the target microorganism, *Listeria monocytogenes*, having an average reduction in cooking time of 17.86 minutes.

Keywords: ham, food safety, thermal process, *Listeria monocytogenes*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análises microbiológicas realizadas para presunto cozido e análises de <i>Listeria monocytogenes</i> para alimentos prontos para consumo e respectivos limites microbiológicos	24
Tabela 2 - Análises microbiológicas realizadas para presunto cozido pronto para consumo e referências metodológicas	24
Tabela 3 - Valores de D e Z para <i>Listeria monocytogenes</i>	27
Tabela 4 - Análises microbiológicas de amostras de presunto cozido no tanque de cozimento a 71 °C.....	28
Tabela 5 - Análises microbiológicas de amostras de presunto cozido no tanque de cozimento a 68 °C.....	28
Tabela 6 – Temperatura interna final do presunto cozido de 71 °C, tempo de cozimento, valor acumulado (P0) e redução logarítmica no processo (N), para o microrganismo alvo <i>Listeria monocytogenes</i>	31
Tabela 7 – Temperatura interna final do presunto cozido de 68 °C, tempo de cozimento, valor acumulado (P0), redução logarítmica no processo (N) e tempo de permanência, para o microrganismo alvo <i>Listeria monocytogenes</i>	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo de produção de presunto cozido	19
Figura 2 - Visão superior da gaiola, com disposição das formas contendo as peças de pernil suíno	20
Figura 3 - Visão lateral das gaiolas, com a disposição das formas contendo as peças de pernil suíno	20
Figura 4 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 1 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo	44
Figura 5 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 2 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo	45
Figura 6 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 3 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo	45
Figura 7 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 4 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo	45
Figura 8 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 5 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo	46
Figura 9 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 6 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo	46
Figura 10 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 7 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo	47
Figura 11 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 1 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo	48

Figura 12 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 2 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo	48
Figura 13 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 3 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo	48
Figura 14 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 4 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo	49
Figura 15 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 5 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo	50
Figura 16 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 6 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo	50
Figura 17 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 7 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo	51

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCS	Associação Brasileira dos Criadores de Suínos
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DTA	Doença Transmitida por Alimento
DTHA	Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar
EFSA	European Food Safety Authority
FSAI	The Food Safety Authority of Ireland
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IN	Instrução Normativa
ITAL	Instituto de Tecnologia de Alimentos
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
PCd	Peça com dispositivo PT100
PCi	Peça com dispositivo ibbuton
P0	Letalidade Térmica
PSE	Mole, pálida e exsudativa
REBEM	Instrução normativa número 56
RTE	<i>Ready to Eat</i>
UE/EEE	União Europeia/Espaço Econômico Europeu
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVO GERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE CARNE SUÍNA	6
3.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE SUÍNA	7
3.2.1 Presunto Cozido	8
3.2.1.1 Processamento do presunto.....	9
3.3 LISTERIA MONOCYTOGENES	11
3.4 <i>LISTERIA MONOCYTOGENES</i> EM PRODUTOS CÁRNEOS	12
3.5 SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA DE PRODUTOS CÁRNEOS COZIDOS	15
3.5.1 Tratamento térmico	15
3.5.2 Letalidade térmica	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	18
4.2 MATERIAL	18
4.3 PROCESSAMENTO DO PRESUNTO COZIDO.....	18
4.4 COLETA DE DADOS DA ETAPA DE TRATAMENTO TÉRMICO ...	22
4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E DE PENETRAÇÃO DE CALOR	23
4.5.1 Análises microbiológicas	23
4.5.2 Análises de penetração de calor	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	28
5.2 PENETRAÇÃO DE CALOR NO PRODUTO.....	30

6 CONCLUSÃO.....	34
7 REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE	44
APÊNDICE A	44
APÊNDICE B	47

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o 4º maior produtor mundial de carne suína com 4,98 milhões de toneladas em 2022, desse total, 110 mil toneladas foram exportadas (EMBRAPA, 2023; IBGE, 2023). No mercado interno considera-se que 89% da produção de carne suína são destinadas à industrialização e 11% para a comercialização *in natura* (ABPA, 2018). Segundo dados divulgados pelo IBGE, o consumo de carne suína no Brasil, de 2015 a junho de 2021, teve o maior crescimento entre as três principais fontes de proteínas animais (bovina, suína e frango), representando um aumento de 21,48%. No primeiro semestre de 2022, o consumo *per capita* de carne suína no Brasil bateu recorde, chegando a 18 kg/*per capita* (IBGE, 2022).

Produtos cárneos processados ou industrializados, são aqueles em que as propriedades originais da carne fresca são modificadas por tratamento físico, químico ou biológico ou ainda, através da combinação destes métodos (PARDI *et al.*, 1996). A carne utilizada para produtos industrializados, deve possuir características tecnológicas que indique uma menor intensidade aos efeitos negativos frente ao tratamento térmico, não apresentando perda da capacidade de retenção de água, mudança de textura, perda de nutrientes e alterações de coloração (TERRA *et al.*, 2000).

Os derivados cárneos prontos para consumo têm grande importância econômica e, seu consumo vem crescendo cada vez mais, sendo o presunto cozido, um produto cárneo de consumo elevado em todo o país e também no mundo (MENEZES, 2016). Segundo uma pesquisa da consultoria KANTAR (2020), no ano de 2020, o presunto e o apresuntado passaram a ser consumidos por 8,5 milhões de famílias no Brasil.

Conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do presunto cozido, o mesmo é definido como um produto cárneo obtido de cortes íntegros de pernil suíno, curado, cozido, defumado ou não, desossado ou não, com adição de ingredientes. O regulamento estabelece parâmetros para a fabricação dos seguintes tipos de produto, com as respectivas denominações de venda: presunto cozido, presunto cozido superior, presunto cozido tenro (BRASIL, 2023).

Muitos são os fatores que exigem dos fabricantes de equipamentos e de produtos cárneos, a busca por novas soluções aos processos, são eles: (a) a crescente exigência dos mercados para oferecer produtos de maior qualidade e com menor custo, (b) a

necessidade de mais produtividade e a rentabilidade das linhas de processo, (c) novas regulamentações alimentares, (d) a nova rotulagem nacional determinada pela Anvisa para alimentos industrializados (ITAL, 2018).

As indústrias de fabricação de produtos cárneos cozidos, buscam alternativas de automatizar e reduzir, ao máximo, o tempo das diferentes fases do processo, com a finalidade de aumentar, ao máximo, a produtividade e a rentabilidade da linha de produção (ITAL, 2018). No processo de fabricação de produtos cárneos cozidos, cada uma das etapas precisa estar associada às demais, a fim de evitar acúmulo de material e otimizar o tempo de processamento (MOLINA, 1990).

As características mais importantes na qualidade dos produtos cozidos estão relacionadas com a liga da massa muscular e a capacidade de retenção de água (CRA), com determinação do pH ($\cong 5,8$) (ORDÓÑEZ, 2005). Portanto, o tratamento térmico do produto, define a qualidade e as propriedades sensoriais, onde é imprescindível para a segurança, a estabilização microbiológica do produto final (XARGAYÓ, 2010). Para produtos cárneos cozidos, como o presunto, estudos realizados comprovam que a temperatura de cozimento de 68 °C a 70 °C no centro do produto, durante um tempo entre 30 a 60 minutos, garante a obtenção de um produto microbiologicamente estável (LAGARES, 2019).

A Portaria nº 711 de 1995, utilizada para padronização dos métodos de elaboração de produtos de origem animal suíno, recomenda para produtos cozidos o atendimento de temperatura interna mínima de 71 °C no produto (BRASIL, 1995). Estudos preliminares, realizados na indústria do presente estudo, mostram que é possível reduzir essa temperatura para 68 °C em produtos cozidos, atendendo os padrões de segurança microbiológica (dados não publicados).

O processamento envolvendo calor, pode ter impacto positivo (destruição de inibidores ou formação de complexos desejáveis) ou impacto negativo (perdas de nutrientes e textura) (CORREIA, 2008). Sendo assim, a etapa de tratamento térmico é uma das principais etapas do processamento de presunto cozido, a qual está atrelada ao binômio tempo de processamento e temperatura de aquecimento. A eficiência do tratamento térmico aplicado no produto é avaliada através da letalidade térmica de microrganismos no processo, conhecida como valor P0 para produtos pasteurizados

(FORSYTHE, 2013). O tratamento térmico visa destruir/inativar microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes e retardar ou prevenir o crescimento, promovendo a segurança e a qualidade do produto final (SILVA, 2015).

Quanto aos padrões microbiológicos visando assegurar a segurança microbiológica de produtos cárneos cozidos (incluindo presunto), a Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022 estabelece ausência de *Salmonella* spp. em 25g de alimento, limite de 10^3 UFC/g para *Staphylococcus* coagulase positiva, limite de 10^2 UFC/g para *Escherichia coli* e, por ser um produto pronto para o consumo estabelece também ausência de *Listeria monocytogenes* em 25g de alimento (Anexo II) (BRASIL, 2022).

Quando comparado aos demais microrganismos, *L. monocytogenes* sobrevive em condições ambientais adversas por mais tempo que outros patógenos de origem alimentar, sendo mais resistente ao nitrito de sódio e concentrações de sal adicionados em produtos cárneos. Além disso, *L. monocytogenes* pode se multiplicar sob baixas temperaturas de refrigeração e, é menos sensível ao calor quando comparada a *Salmonella* spp. Tem como habitat natural, o solo e material vegetal em decomposição e é transmitida aos humanos e animais pela ingestão de alimentos contaminados. Pode ser encontrada em alimentos como leite, queijo, carne e produtos cárneos, vegetais frescos, frutos do mar e produtos de pescado (FORSYTHE, 2013).

Devido aos quesitos elencados acima, e por ser a causa de maior preocupação quanto a doenças associadas a alimentos prontos para consumo (FSAI, 2021), *L. monocytogenes* foi determinada como microrganismo alvo no presente estudo, para evidenciar a segurança microbiológica do presunto cozido, quando submetido ao cozimento com redução da temperatura no centro do produto.

A destruição dos microrganismos ocorre de forma exponencial em determinada temperatura (MPI, 2015; PLATT, 2015). A letalidade é calculada utilizando o valor do coeficiente térmico Z (obtido da literatura), para o microrganismo alvo selecionado. Com base na temperatura, é possível determinar o número de reduções logarítmicas obtidas durante o processo de cozimento do presunto (TOLEDO, 1991; FSA, 2021).

O tratamento térmico efetivo é definido como o processo pelo qual, o ponto frio (região de aquecimento mais lento) do alimento atinge uma temperatura de 75 °C ou combinação de tempo-temperatura equivalente. Como combinações alternativas de binômios tempo-temperatura cientificamente aceitas, podemos citar: 71 °C por 1 minuto e 28 segundos, 68 °C por 3 minutos e 42 segundos e 64 °C por 12 minutos e 37 segundos (FSAI, 2021).

Assim, é possível avaliar se a redução do tempo de cozimento e temperatura no interior do produto cozido, atende o número de reduções logarítmicas do microrganismo alvo. Para garantir a segurança microbiológica de alimentos que passam por processo térmico, se faz necessário uma redução do número de microrganismo alvo em uma ordem mínima de 6 log de células vegetativas (FORSYTHE, 2013).

Diante do exposto, no estudo foi avaliado a redução do tempo de processo térmico e da temperatura interna de presunto cozido, garantindo ausência e reduções logarítmicas necessárias de *L. monocytogenes* para o produto não apresentar riscos de contaminação microbiológica. Para isso, foram propostas duas hipóteses: H1 – A etapa de cozimento do processo de produção de presunto cozido pode ser realizada com redução de tempo de cozimento e temperatura interna do produto e H2 – A redução de temperatura interna do produto para 68 °C, é capaz de fornecer segurança microbiológica ao presunto cozido, após o tratamento térmico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da redução da temperatura interna de presunto cozido e do tempo no processo térmico sobre a segurança microbiológica do produto final.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a presença de *Listeria monocytogenes* no produto, após tratamento térmico com redução da temperatura interna do presunto;
- Avaliar a letalidade do processo térmico para o microrganismo alvo, *Listeria monocytogenes*;
- Avaliar quanto aos parâmetros microbiológicos das amostras de presunto cozido, preconizados pela legislação vigente.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE CARNE SUÍNA

Um dos primeiros passos para iniciar o planejamento e produção da carne suína é a escolha da genética, priorizando as necessidades de consumo pela população. O manejo, juntamente com práticas de alimentação animal, biossegurança e bem-estar animal estão diretamente ligados a qualidade da carne suína (EMBRAPA, 2021).

Os primeiros suínos chegaram ao Brasil em 1532, pertenciam às raças da Península Ibérica. Desde o início, criadores brasileiros, passaram a criar suínos em larga escala e com o tempo a desenvolver raças próprias (Piau, Canastra, Sorocaba, Tatu e Caruncho). No ano de 1955 foi fundada a Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS), que utiliza como premissa a busca pelo melhoramento genético do rebanho nacional. A importância das raças e linhagens na produção de suínos está diretamente ligada aos genes que sustentam o funcionamento e caracterizam seu aspecto exterior (cor da pelagem, capacidade de produção, número de leitões e rendimento da carne) (FERREIRA, 2014).

As principais técnicas dissociáveis da carne suína e seus derivados são: (a) genética de reprodutores e matrizes, (b) preparação de marrãs e primeira prenhez, (c) fabricação e transporte de ração, (d) criação de matrizes e produção de leitões, (e) terminação de cevados, (f) abate e processamento, (g) embalagem e rotulagem, (h) distribuição para o mercado interno e (i) exportação (FERREIRA, 2014).

A legislação brasileira, destinada a carne suína, teve início em 1995 na qual, o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) aprovou normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos (BRASIL, 1995). Buscando garantir o bem-estar animal nos sistemas de produção e transporte, a Instrução Normativa número 56 (conhecida como REBEM), de 6 de novembro de 2008, descreve as recomendações e boas práticas de bem-estar para animais de produção e de interesse econômico (BRASIL, 2008).

No ano de 2022, o Brasil abrigou 2.067.749 matrizes, representando 4.983 milhões de toneladas de produção de carne suína, sendo o estado de Santa Catarina como maior abatedor (14.764 milhões cabeças). O continente que mais importa carne suína brasileira é a Ásia, com 803.624 toneladas, representando 72,92% da produção brasileira destinadas a importação. Referente ao mercado mundial de carne suína, no

ano de 2022, a China foi a maior produtora (55.000 mil toneladas), seguido pela União Europeia (22.670 mil toneladas), EUA (12.252 toneladas), Brasil (4.983 mil toneladas) e Rússia (3.800 toneladas) (ABPA, 2023).

3.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE SUÍNA

A carne suína industrializada é produto do abate de suínos criados em granjas de produção, utilizando técnicas para garantir a segurança do produto e o bem-estar animal. Após o abate, é possível destinar tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização: carne, toucinho, fígado, coração, pele, língua, orelha, sangue, pé, rabo, cabeça, cartilagem, tripas, cérebro e nervos. Como alimentos industrializados podem ser: cozidos, assados, grelhados, fritos (torresmo), enchidos (morcela e tripa grossa), processados (presunto, salsicha, mortadela) ou curados (bacon e salame) (EMBRAPA, 2023).

A insensibilização dos suínos pode ocorrer pelo manejo elétrico (instantânea e completa inconsciente do animal) ou pelo manejo por CO₂ (aumento crescente de concentração de CO₂ até a insensibilização total). Após a insensibilização, ocorre a sangria, feita por secção dos grandes vasos do suíno. Na sequência, é realizado o escaldamento do suíno em tanque com água quente (62 °C a 72 °C) por dois a cinco minutos. As carcaças seguem para o depilador mecânico, que remove as cerdas do suíno. Cerdas remanescentes são retiradas pelo processo de chamuscamento (lança-chamas direcionado ao corpo do animal). Na sequência, é realizada a toailete, onde o ouvido médio, pálpebras e unhas são removidos. A carcaça fica pendurada pelo tendão de Aquiles, enganchado à nória. Após este processo, a carcaça passa para a zona limpa, iniciando pelo processo de evisceração. Esta etapa consiste na abertura ventral e remoção das vísceras e após, lavagem da carcaça. Com o auxílio de uma serra, as carcaças são divididas ao longo da coluna vertebral. Na sequência, são pesadas, lavadas, carimbadas e transportadas para câmara de resfriamento.

O resfriamento da carcaça busca evitar possível proliferação de microrganismos e a perda de qualidade da carne (como problemas causados pela síndrome de PSE). Após o resfriamento, ocorrem os cortes primários e secundários da carcaça. O corte inicia pela remoção da cabeça e pé dianteiro. Na sequência, a pele, juntamente com a gordura são removidas. A carcaça é desdobrada inicialmente em grandes cortes ou, cortes

primários: dianteiro (paleta e sobrepaleta), corpo do animal (carré e barriga com costela) e traseiro (pernil). Após, os cortes secundários são removidos de forma manual com o auxílio de faca, se obtendo separadamente: paleta, sobrepaleta, barriga, costela, carré, lombo, filezinho, pernil, joelhos e rabo. Por fim, os cortes podem ser acondicionados em filmes e destinados a comercialização *in natura* ou, destinado a processo de industrialização (ABCS, 2014).

3.2.1 Presunto Cozido

Segundo a Instrução Normativa número 17, de 29 de maio de 2018, “[...] produto cárneo temperado é todo produto obtido de carnes, miúdos ou partes comestíveis das diferentes espécies animais, condimentado, com adição ou não de outros ingredientes, resfriado ou congelado” (BRASIL, 2018, p.1). É preconizado que o processamento da carne fresca visa a redução da perecibilidade e de problemas com transporte e armazenamento e o aumento da vida de prateleira do produto. O processamento adiciona características sensoriais (cor, odor, sabor), além de não modificar de forma significativa as qualidades nutricionais originais da carne *in natura* (EMBRAPA, 2021).

A IN n^o 17 (BRASIL, 2018) traz algumas definições quanto as etapas do processamento de produto cárneo temperado: (a) define condimento como produto obtido da mistura de especiarias e outros ingredientes, empregados para agregar sabor ou aroma ao produto cárneo temperado, (b) etapa de injeção é definida como a adição de condimentos ao produto cárneo temperado por meio do uso de equipamento contendo agulha, (c) etapa de tumbleamento é classificada como etapa em que ocorre adição de condimentos ao produto cárneo temperado por ação mecânica de massageamento.

A Portaria n^o 765 (BRASIL, 2023) define presunto cozido como um produto cárneo, obtido de cortes íntegros de pernil suíno, cozido, desossado com adição de ingredientes onde é permitida a tenderização dos cortes íntegros. Para a elaboração de presunto cozido são obrigatórios os seguintes ingredientes: cortes íntegros de pernil suíno sem pele, nitritos e nitratos e suas variações e cloreto de sódio (BRASIL, 2023).

A legislação vigente também preconiza a utilização de, no máximo, 10% da matéria-prima cárnea moída na fabricação de presunto cozido na qual, a matéria prima

moída deve ser realizada na própria fábrica. Aditivos alimentares, água, condimentos e especiarias, maltodextrina, mono e dissacarídeos, proteínas de origem animal e vegetal (adição de proteína não cárneas na forma agregada é de, no máximo 2%) e sais hipossódicos são ingredientes opcionais e, é permitido o uso de transglutaminase como coadjuvante de tecnologia na elaboração do presunto cozido (BRASIL, 2023).

De acordo com a IN nº 17 (BRASIL, 2023), para presunto cozido, os seguintes parâmetros físico-químicos devem ser seguidos: (a) proteína mínima 16%, (b) carboidratos máximo 2% e (c) relação umidade/proteína máximo 4,8%.

A Resolução da Diretoria Colegiada nº 331 de 2019 dispõe os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação e a Instrução Normativa nº 161 de 2022 estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Para produtos cárneos cozidos, como o presunto, é determinado como padrão microbiológico de alimentos: ausência de *Salmonella* em 25g, qualidade aceitável de 10^2 UFC/g para *Clostridium perfringens*, qualidade aceitável de 10^3 UFC/g para Estafilococos coagulase positiva, qualidade aceitável menor que 10^2 UFC/g para *Escherichia coli* e limite de qualidade aceitável de ausência para *Listeria monocytogenes* em 25g (BRASIL, 2019).

3.2.1.1 Processamento do presunto

A fabricação de presunto cozido conta com várias etapas, sendo a etapa inicial a preparação da salmoura. O preparo de salmoura é feito utilizando aditivos e ingredientes. A água é um dos ingredientes mais importantes nesta fase, tendo como requisito ser uma água de alta qualidade, pois seu grau de dureza afeta diretamente na capacidade de retenção de água do produto final. O sal, que compõe a salmoura é utilizado em concentrações em torno de 2% e tem capacidade de reduzir a atividade da água, solubilizando as proteínas cárneas e contribuindo na retenção de água. O açúcar tem como papel baixar a atividade da água e contribuir para o sabor do produto. As proteínas são utilizadas para incrementar o conteúdo proteico e reter água. Seu uso está limitado legislativamente devido ao sabor que podem conferir ao produto (LAGARES, 1991). Como aditivos, temos: (a) os corantes, (b) os conservantes - nitritos e nitratos, (c) antioxidantes – como o eritorbato de sódio, (d) emulsificantes - fosfatos que aumentam a retenção de água e favorecem a solubilização e extração de proteínas miofibrilares, (e) estabilizantes e espessantes – os mais usados na fabricação de presunto cozido são os

carragenatos (podendo variar sua atuação de acordo com sua mescla) e (f) potenciadores de sabor – como o glutamato monosódico (BRASIL, 2019).

NASSU (2021) caracteriza a etapa de injeção de salmoura como sendo um procedimento que ocorre diretamente nos cortes cárneos e possibilita uma distribuição uniforme da salmoura, evitando que se concentre em uma única área. Uma distribuição irregular de salmoura provoca irregularidades nas características organolépticas (XARGAYÓ, 1990).

A etapa seguinte é a tenderização, na qual um efeito mecânico é aplicado afim de produzir múltiplos cortes no músculo cárneo, proporcionando um aumento da superfície de extração de proteínas musculares (XARGAYÓ, 1990). Esta etapa influi na redução de perdas durante a etapa de cozimento, evitando o aparecimento de cavidades no presunto cozido e melhorando a liga intermuscular (XARGAYÓ, 1990).

As proteínas solúveis (miofibrilares) são extraídas e solubilizadas, formando o exudado, que executa um efeito de cola entre os músculos, contribuindo para a retenção de água. Para que a retenção de água ocorra, é necessário que as proteínas permaneçam abertas, para então, a água penetrar nelas (XARGAYÓ, 1990). Este processo pode ocorrer de duas formas: (a) pelo efeito químico – ingredientes da salmoura e, (b) efeito mecânico – tenderização e massageamento. Com isso, após a tenderização, ocorre o massageamento da massa. Através deste massageamento, a estrutura muscular relaxa, as células se rompem e as membranas celulares ficam mais permeáveis, favorecendo a distribuição e absorção de salmoura (XARGAYÓ, 1990). A efetividade esta etapa também está diretamente ligada a formação de cor, já que a porcentagem de conversão de nitrito aumenta à medida que se aumenta a efetividade do massageamento (THENO, 1978).

Após a massa ser massageada, ela deve ser colocada dentro de moldes que conferem ao produto cozido uma forma determinada. O processo de termoformagem conta com embalagens termoformadas. Estas embalagens são feitas de plástico e traz muitas vantagens quanto ao acondicionamento do produto, como a praticidade no uso e o contato entre o produto e as paredes da embalagem, que dificulta a perda de líquido por parte do produto e minimiza o espaço livre, contribuindo para vida de prateleira do produto (MENDES, 2020).

O produto moldado é encaminhado para a etapa de cozimento. Os principais objetivos do tratamento térmico são: (a) desenvolvimento das características sensoriais e (b) estabilização microbiológica (LAGARES, 1991). As proteínas miofibrilares e o colágeno são responsáveis pelo desenvolvimento e estabilização do produto cozido, ao realizar o cozimento, o calor é utilizado para desnaturalizar as proteínas e solubilizar o colágeno (RUIZ, 2010). A aplicação de calor contribui para uma série de reações, conferindo ao produto cárneo um sabor típico. Um processo de cozimento não controlado pode gerar perdas de água elevadas e degradação de qualidades sensoriais (LAGARES, 1991). O cozimento pode ocorrer de diferentes formas: imersão em tanques de água, fornos a vapor, micro-ondas, entre outros. O cozimento por imersão em tanques de água tem como vantagem o excelente intercâmbio e transmissão de calor entre a água e o produto. O processo de cozimento pode ser: a temperatura constante e a temperatura decrescente ou decrescente. No cozimento a temperatura crescente, a temperatura do meio (água) vai aumentando de forma escalonada até a alcançar a temperatura desejada no centro térmico da peça.

Na sequência da etapa de cozimento vem a etapa de resfriamento, onde o produto é imerso em um tanque de água resfriada. Esta fase tem muita influência nas características finais e na qualidade do produto acabado. Depois de resfriado, o produto está pronto para comercialização.

3.3 LISTERIA MONOCYTOGENES

O solo e a água são considerados como principais fontes de *L. monocytogenes*, com transmissão via vegetal, ração, animais e cadeia alimentar (LINKE et al., 2014). O processamento de alimentos *ready to eat* - RTE (pronto para consumo) pode envolver, entre outros processos, trituração, adição de condimentos, adição de conservantes, aquecimento (por exemplo, pasteurização, cozimento, panificação, fervura, vaporização), cura, defumação (quente ou fria), fermentação e secagem. A maioria dessas etapas tem o potencial de reduzir as concentrações de patógenos no alimento RTE no momento do consumo, por meio da inativação microbiana ou inibição do crescimento. Os alimentos RTE também podem ser contaminados, pós-processo e/ou manuseios posteriores. Fontes de contaminação podem ser superfícies de contato com alimentos, máquinas de processamento e manipuladores.

Contaminação com *L. monocytogenes*, após o processamento térmico durante ou posterior ao manuseio, é uma das causas mais importantes de contaminação. Isso se deve à capacidade de *L. monocytogenes* para formar biofilmes que podem resultar em maior resistência a desinfetantes e agentes antimicrobianos (EFSA, 2017). Os principais fatores que afetam o crescimento de *L. monocytogenes* incluem as características do produto (pH, atividade da água, concentração de antimicrobianos, temperatura de armazenamento e tempo). A concentração do patógeno no momento do consumo pode ser, significativamente, afetada pela duração da fase de latência (fase *lag*), fase inicial da curva de crescimento do microrganismo. Este período é afetado pelo estado fisiológico das células, é determinado tanto pelo ambiente de crescimento (alimentos) quanto pelo ambiente onde as células foram expostas, antes do evento de contaminação (ROBINSON *et al*, 1998).

Várias espécies do gênero *Listeria* foram descritas e atualmente, consiste em 30 espécies distintas (Bacterio.net, 2023). Dentre todas as espécies de *Listeria*, *L. monocytogenes* é a espécie mais importante do ponto de vista da saúde humana, seguida por *L. ivanovii*, que pode ser encontrada em alimentos, em casos muito raros. Estima-se que 99% de todos os casos humanos de listeriose são transmitidos por alimentos. Tanto a contaminação da matéria-prima quanto a contaminação cruzada durante o processamento de alimentos podem ter um efeito na prevalência e na concentração de *L. monocytogenes* no produto final (ORSI *et al.*, 2016).

3.4 LISTERIA MONOCYTOGENES EM PRODUTOS CÁRNEOS

Na indústria de processamento de alimentos, *L. monocytogenes* multiplica-se em baixas temperaturas, adere a várias superfícies de contato formando biofilmes e, certas cepas são resistentes aos desinfetantes utilizados no processo produtivo (ANDRADE, 2020). Os biofilmes estão associados ao aumento da resistência à sanitização, adquirindo resistência a antimicrobianos ao longo do tempo (ANDRADE, 2020).

A listeriose de origem alimentar é uma doença relativamente rara, em média, 0,1 a 10 casos por 1 milhão de pessoas por ano. A alta taxa de mortalidade, associada a infecção por listeriose a torna uma grande preocupação para a saúde pública (WHO, 2018).

De 2012 a 2021 os surtos de DTHA (Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar) causaram 89 óbitos e 104.839 pessoas doentes no Brasil. Sendo que, 1,5% dos alimentos incriminados em surtos de DTHA estavam relacionados a carne suína *in natura*, processados e miúdos. Na distribuição dos agentes etiológicos mais identificados nos surtos de DTHA no Brasil, de 2012 a 2021, *L. monocytogenes* não foi mensurada, sendo a maior representação o agente etiológico *Escherichia coli* (29,6%). (BRASIL, 2022).

Apesar da aplicação dos critérios de segurança dos alimentos para *L. monocytogenes* em alimentos prontos para consumo a *Commission Regulation* (EC) N^o 2073/2005), desde 2006 na União Europeia e no Espaço Econômico Europeu tem observado uma tendência de aumento de casos de *L. monocytogenes*. Uma tendência significativa de listeriose invasiva humana foi relatada na União Europeia durante o período de 2009 a 2013 (EFSA, 2017).

Observou-se que práticas inseguras, como tempo e temperatura de armazenamento, têm um impacto potencial no risco de listeriose humana. A busca crescente da praticidade se destaca entre as principais tendências de consumo de alimentos e, uma das causas prováveis para a crescente dos casos de infecção, está diretamente ligada a um aumento no consumo (número de porções por pessoa) de *ready-to-cook* na UE/EEE (EFSA, 2017).

Martins (2009) verificou que, de 130 amostras de presunto fatiados (*ready-to-cook*) comercializadas no comércio varejista de São Paulo, 1 amostra (0,76%) apresentou contaminação por *Listeria* spp. no início do *shelf life*, e duas (1,5%) positivas para *Listeria* spp ao fim do *shelf life*. Fai et al. (2008), avaliaram a ocorrência de *Salmonella* sp. e *Listeria* spp. em presunto suíno cozido sem capa de gordura, mantido sob temperatura de refrigeração, comercializado em supermercados de Fortaleza (CE). Os mesmos constataram que 42,50%, 22,50% e 2,5% das amostras estavam contaminadas por *L. monocytogenes*, *L. innocua* e *L. welshimeri*, respectivamente.

Já Teles (2017) verificou a ocorrência e quantificação de *L. monocytogenes* em presuntos cozidos fatiados e embalados pela indústria e em presuntos cozidos fatiados e embalados no varejo. Foram avaliadas 60 amostras provenientes da indústria nas quais não foi detectada *L. monocytogenes*. Contudo, nas 60 amostras analisadas do varejo,

23,3 % apresentaram presença de *Listeria* spp. As espécies que apresentaram a maior frequência nas amostras do varejo foram *L. ivanovii* (37,5 %), *L. seeligeri* (37,5 %), *L. innocua* (23,6 %) e *L. welshimeri* (1,3 %).

Estudo realizado no Chile demonstrou o resultado da resistência a antibióticos em cepas de *L. monocytogenes* em alimentos prontos para consumo. A positividade geral de *L. monocytogenes* em amostras de alimentos RTE foi de 3,1% (14/436). A maior positividade, 36% (8/22), foi em frutas e hortaliças, carnes cozidas tiveram 1,1% (2/186) de positividade (FLORES, 2022).

Na Dinamarca, foi avaliado a presença e persistência de *L. monocytogenes* no ambiente dinamarquês de produção de alimentos prontos para consumo no ano de 2016 e no ano de 2020. O número de empresas em que resultou positivo para a cultura foi de 17/39 (43,6%) em 2016 e 11/34 (32,4%) em 2020, destacando a persistência de *L. monocytogenes* em ambientes de produção de alimentos (STORM, 2022).

Estudo realizado na Espanha, foi avaliado quanto ao risco semi-quantitativo de *L. monocytogenes* em presunto cozido. O presunto cozido é um dos produtos cárneos de maior consumo na Espanha (1,23 kg *per capita* no ano de 2020). O estudo de risco mostrou que: (a) a gravidade do perigo é moderada, (b) a probabilidade de uma porção do produto cru estar contaminada é de 12,5%, (c) o potencial de contaminação pós-processo térmico é pouco frequente, (d) a probabilidade de infecção por dia por consumidor é de $1,42 \times 10^5$, (e) a representação de risco é de 54% (PÉREZ, 2022).

Diante do exposto, avaliar a presença de *L. monocytogenes* em produtos cárneos torna-se necessário para a segurança do presunto, pontuando que a mesma possui um ambiente favorável de multiplicação no processo produtivo de presunto: superfícies de equipamentos, baixas temperaturas e resistência a desinfetantes. A segurança do presunto também está diretamente ligada ao aumento do consumo *per capita* e a alta taxa de mortalidade, tornando a infecção por listeriose uma grande preocupação para a saúde pública (KANTAR, 2021)

Considerando que o presunto se classifica como alimento pronto para o consumo, conforme Portaria número 765 de 6 de abril de 2023, a necessidade de atendimento da legislação vigente quanto aos parâmetros microbiológicos, conforme Instrução Normativa nº 161 de 2022 e Resolução de Diretoria Colegiada nº 724 de 2022

e os estudos de casos relatados neste tópico, o presente estudo teve como microrganismo alvo *Listeria monocytogenes*.

3.5 SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA DE PRODUTOS CÁRNEOS COZIDOS

A segurança dos alimentos é um conjunto de práticas que permitem controlar a entrada de qualquer agente que possa causar risco à saúde do consumidor. Existem três classes de perigos que ameaçam a segurança dos alimentos: biológicos, químicos e físicos. Na indústria, o processamento de alimentos objetiva controlar perigos biológicos (categorias microbianas), a fim de prevenir a transmissão de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) (ITAL, 2018).

Ações relacionadas a garantia da segurança de produtos cárneos estão em toda cadeia produtiva, desde o alimento fornecido ao animal até o produto final, presente nos supermercados (EMBRAPA, 2017). Para produtos cárneos cozidos, é determinado análises para *Salmonella* em 25g, *Clostridium perfringens*/g, Estafilococos coagulase positiva/g, *Escherichia coli*/g e *Listeria monocytogenes*/g (ANVISA, 2022), onde as bactérias analisadas servem como indicadores da segurança do produto.

Em produtos cárneos, as fontes de contaminação podem ser: da própria microbiota do animal, equipamentos mal higienizados, água não tratada e/ou operadores em condições inadequadas de higiene. Em produtos processados, quanto maior a manipulação do produto, maior a chance de contaminações externas. Os principais patógenos em carnes e produtos que causam infecção alimentar são: *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica* e *Listeria monocytogenes*.

3.5.1 Tratamento térmico

O tratamento térmico é um dos métodos mais importantes para produção de alimentos, tendo um efeito na prevenção sobre o alimento pela destruição de atividade enzimática e microbiológica. No processamento térmico ocorre a desnaturação das proteínas, destruindo a atividade enzimática e o metabolismo microbiano. Como vantagens do tratamento térmico, podemos citar: (a) qualidade sensorial, (b) destruição da atividade enzimática e microbiológica, (c) melhoramento da disponibilidade de alguns nutrientes (aumento da digestibilidade de proteína, gelatinização de amidos e

liberação de niacina) e, (d) controle relativamente simples das condições de processo (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Combinações alternativas de binômios tempo-temperatura cientificamente aceitas incluem: 70 °C por 2 minutos, 67 °C por 5 minutos e 64 °C por 12 minutos e 37 segundos (FSAI, 2021).

3.5.2 Letalidade térmica

A tomada de dados a partir do teste de penetração de calor busca averiguar a letalidade térmica do processo. O objetivo é verificar quantas reduções logarítmicas o microrganismo alvo sofreu, evidenciando se no processo térmico a temperatura final de cozimento é adequada para garantir a esterilidade comercial.

A destruição dos microrganismos ocorre de forma exponencial em determinada temperatura, sendo assim, os resultados do número de sobreviventes (\log_{10}) em relação ao tempo, plotam no gráfico uma linha reta. O tempo de redução decimal (ou valor D), é caracterizado pelo tempo necessário para se passar por um ciclo logarítmico. O valor D pode ser definido como o tempo, em minutos, a uma dada temperatura, necessária para destruir 90% dos organismos de uma população, ou para reduzir uma população a um décimo do número original (MPI, 2015; PLATT, 2015).

A letalidade é calculada utilizando o valor do coeficiente térmico Z (obtido da literatura), para o microrganismo alvo selecionado. O valor de Z é definido como intervalo de temperatura necessário para variação de 90% do valor D . O valor Z indica a variação da velocidade da reação com a temperatura e, quanto menor o valor de Z de uma determinada reação, maior é a variação da velocidade com a temperatura (MPI, 2015). Com base na temperatura, é possível determinar o número de reduções logarítmicas obtidas durante o processo de cozimento do presunto (TOLEDO, 1991 e FSA, 2021).

A taxa de letalidade (TL) confere a cada temperatura $[T(t)]$ um “poder letal” em relação a uma temperatura de referência (T_{ref}). Para cada intervalo de tempo é calculado $TL \times dt$. Cada intervalo de tempo (dt) no histórico do processo ocorre a uma temperatura $[T(t)]$ que pode ser considerada constante neste intervalo. A taxa de letalidade (TL) é calculada utilizando a equação 1.:

$$TL = 10^{\frac{(T-T_{ref})}{z}} \quad (1)$$

Define-se, P0 como a somatória das contribuições letais (TL x dt) de cada temperatura a cada intervalo de tempo (dt). A letalidade do processo é expressa pela somatória de quantidades muito pequenas (dx), expressa com integral, determinada pela equação (2) (TOLEDO, 1991 e FSA, 2021). O valor P é função do histórico de temperatura do produto em função do tempo medido no ponto de aquecimento mais lento do tanque de cozimento.

$$P = \int_{t_0}^t 10^{\left(\frac{T-T_{ref}}{z}\right)}.dt \quad (2)$$

Sendo:

T - temperatura do produto no instante t(°C);

T_{ref} - temperatura de referência (°C);

Z - valor específico (°C) para *Listeria monocytogenes*, referenciado na Tabela 4;

t - tempo;

P - intensidade do tratamento térmico (min).

Com o valor da intensidade do tratamento térmico (P), é possível calcular o número de reduções decimais (n), utilizando a equação (3), para o microrganismo de determinado valor-D (TOLEDO, 1991 e FSA, 2021).

$$n = \frac{P}{D} \quad (3)$$

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma indústria de fabricação de produtos cárneos no Brasil, com produção de 85 ton/dia. Tendo como produto de pesquisa o presunto cozido, que representa 90% da produção diária de produtos.

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, organizados em esquema fatorial 7x2, conforme segue: tanques de resfriamento (7) x temperatura interna do presunto (71 °C e 68 °C) (2), correspondendo a 14 amostras avaliadas com a utilização de sensor de temperatura (*ibbuton*). Uma amostra foi coletada em cada tanque para temperatura de 71 °C e, uma amostra foi coletada em cada tanque para temperatura de 68 °C, assim totalizando 14 amostras para análise microbiológica.

4.2 MATERIAL

As peças de pernis suínos foram obtidas dos fornecedores, que são responsáveis pela matéria-prima utilizada no processamento de presunto cozido na indústria. Os condimentos e embalagens utilizadas foram obtidos dos fornecedores que fornecem para a empresa.

4.3 PROCESSAMENTO DO PRESUNTO COZIDO

O processo de produção do presunto (Figura 1), iniciou com o encaminhamento de partes do pernil suíno para pesagem, de acordo com a formulação do presunto a ser produzido. Da pesagem, as peças foram para a máquina injetora, onde, por meio de injetora multi-agulhas, receberam a injeção da salmoura.

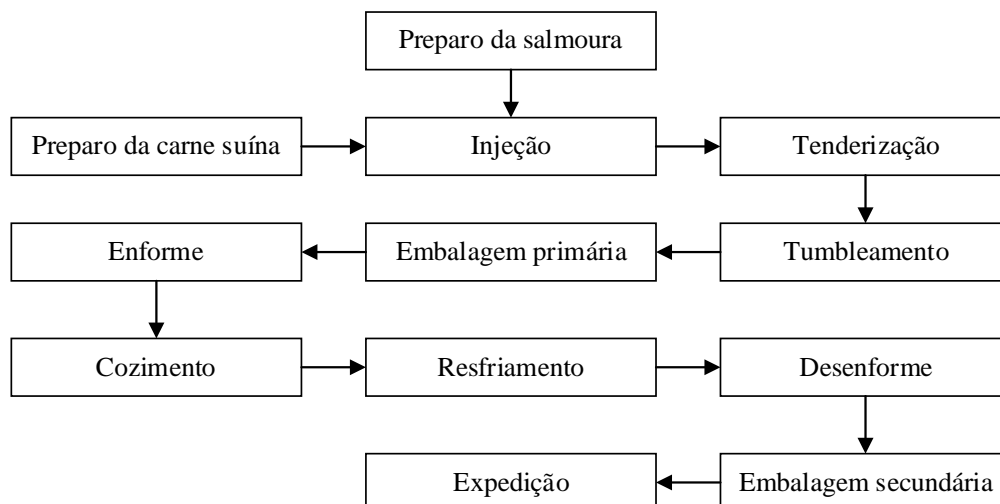


Figura 1 - Fluxograma do processo de produção de presunto cozido

Fonte: Autora, 2021.

Os condimentos e aditivos usados para o preparo da salmoura, foram pesados e encaminhados para um tanque de mistura. No tanque de mistura foi adicionado água gelada, após isso, os demais ingredientes foram adicionados, de acordo com a formulação. Após ser injetado a salmoura nas peças, estas seguiram para a máquina tenderizadora, que realizou o corte (facas giratórias que cortam a superfície da carne, permitindo uma melhor extração das proteínas e absorção da salmoura).

Por sucção, a massada final foi encaminhada até um *tumbler* (tanque cilíndrico horizontal que proporciona a mistura e massageamento da carne). A massada permaneceu no tanque para ser amaciada, absorver melhor os ingredientes e formar uma mistura mais homogênea.

Na sequência, a máquina termoformadora recebeu a massa e a embalagem primária do tipo *cook-in* e realizada a vedação à vácuo. As peças (peso médio de 3,5 kg) seguiram na linha de produção e foram colocadas em formas. Essas formas foram dispostas em gaiolas (média de 160 peças por gaiolas) e, encaminhadas para os tanques de cozimento. Cada tanque de cozimento tem capacidade para 4 gaiolas. O cozimento foi realizado durante 3 a 4 horas, com as peças imersas em tanques com água com temperatura inicial de 60 °C, ou até que as peças atingissem uma temperatura de 71 °C. A planta de produção possui 7 tanques de cozimento habilitados para o cozimento de presunto (Tanque 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07), os tanques operam com capacidade máxima de 4 gaiolas, distribuídas em duas filas de 2 gaiolas (Figura 2 e 3).

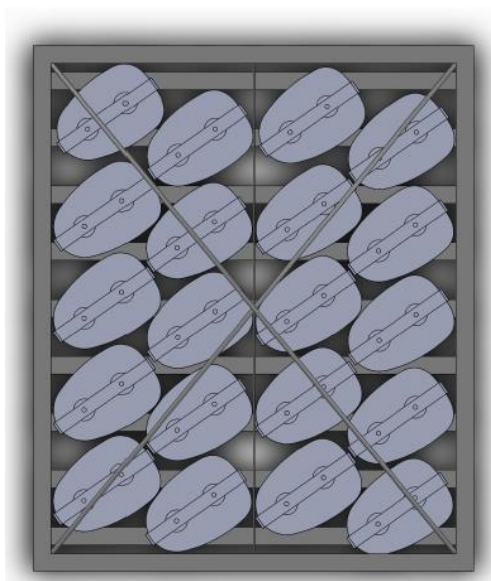


Figura 2 - Visão superior da gaiola, com disposição das formas contendo as peças de pernil suíno
Fonte: Autora, 2021.



Figura 3 - Visão lateral das gaiolas, com a disposição das formas contendo as peças de pernil suíno
Fonte: Autora, 2021.

Para o monitoramento diário do processo, foram utilizados dispositivos de controle diário de cozimento “PT100”, onde os mesmos foram inseridos dentro de uma peça (PCd), essa peça ficou posicionada no ponto frio do tanque. O ponto frio do tanque foi determinado via validação térmica dos tanques, realizado pela empresa em que o

presente estudo foi realizado. Com as quatro gaiolas imersas em água, foi iniciado o programa de cozimento. A partir desse momento, o dispositivo PT100 (amostra PCd) começa a registrar as tomadas de temperatura, seguindo a rampa de cozimento para o produto, programada pela própria empresa. O cozimento foi feito de forma escalonada, neste tipo de cozimento, a temperatura externa (meio de aquecimento água) vai aumentando de forma escalonada, em quatro passos sucessivos até a temperatura desejada no centro da peça. A temperatura inicial do meio de aquecimento foi de 50 °C, no segundo passo, a temperatura ficou em 60 °C, no terceiro passo em 70 °C, e no quarto passo até atingir 80 °C. O ponto final de cozimento está ligado ao centro da peça, a uma determinada temperatura interna. O sistema de cozimento é um sistema paralelo com troca de calor no fundo do tanque por serpentina (vapor abastece a serpentina, troca calor com a água e condensa). O meio que compõe o sistema funciona pelo princípio de convecção, a água sofre diferenças de temperatura, ou seja, a parte quente do fluido sobe (corrente ascendente) e a parte fria desce (corrente descendente), formando correntes de convecção que transmitem calor até que todo o fluido esteja na mesma temperatura (YUNUS, 2013).

Além do sistema de troca térmica, localizado no fundo do tanque, o sistema de cozimento também conta com um sistema de borbulhamento. O borbulhamento fica localizado no fundo do tanque, de forma paralela. Este sistema funciona de maneira a aumentar a eficiência ao levar calor do fundo para o topo do tanque.

A água do tanque, aquecida de acordo com cada formulação, troca calor, ao longo do tempo, com o presunto, por condução, das extremidades para o centro geométrico (região que demora mais para receber calor). Cada tipo de produto (massa de presunto) tem uma formulação padrão para cozimento, cadastrada no sistema.

Para controle do processo, foi utilizado um dispositivo de controle diário de cozimento chamado “PT100”. Os mesmos foram inseridos dentro de uma peça, essa peça ficou posicionada na parte superior do tanque de cozimento. Após inserir as últimas duas gaiolas no tanque de cozimento, foi iniciado o programa de cozimento. A partir desse momento, o dispositivo PT100 (PCd) começa a registrar as tomadas de temperatura, seguindo a rampa programada de cozimento para cada formulação.

Acompanhando o relatório de cozimento gerado pelo dispositivo PT100 o operador identifica que o produto alcançou a temperatura padrão de fim de processo. É

nesse momento que, com o auxílio de um termômetro manual, o operador verificou a temperatura da peça (dupla checagem). A conferência também é realizada pelo monitor do dispositivo PT100 que está localizado na frente do tanque de cozimento.

Ao completar essa etapa, as gaiolas foram encaminhadas para tanques de resfriamento por imersão em água, com temperatura máxima de 2 °C, permanecendo no mesmo, até o presunto cozido atingir a temperatura de no máximo 5 °C. A aferição da temperatura final foi feita de duas formas: (a) tomada de temperatura pelo sistema remoto, via dispositivo introduzido na peça (PCd) e (b) introdução do termômetro espeto no centro geométrico da peça. Na sequência, as peças foram desenformadas e seguiram até a etapa da embalagem secundária. Após isso, as peças foram consideradas prontas, obtendo-se o produto final.

4.4 COLETA DE DADOS DA ETAPA DE TRATAMENTO TÉRMICO

A coleta de dados das peças de presunto foi realizada na etapa de cozimento do produto. O ponto de análise e coleta de dados da etapa de cozimento do presunto, foi determinado a partir da necessidade de reduzir a temperatura interna do produto, assegurando a ausência de *L. monocytogenes*. O experimento foi realizado em cada um dos 7 tanques de cozimento do processo, visando a temperatura alvo padrão final do processo (71 °C) e a temperatura de 68 °C, para fins comparativos.

Os tanques operaram de forma individual, utilizando fórmula padrão cadastrada em sistema remoto. Para iniciar o cozimento, o operador realizou a seleção da fórmula a ser utilizada para o processo de cozimento, indicando o tanque desejado. As fórmulas padrões cadastradas levam em consideração uma rampa de aumento de temperatura da água (meio), ao longo do tempo. Este aumento progressivo de temperatura foi realizado via troca térmica, por serpentinas, localizadas no fundo do tanque. Para a verificação da redução do tempo de cozimento, foram utilizados *datalogs (ibuttons)* calibrados, que são equipamentos capazes de armazenar em uma memória rastreável os tempos e as temperaturas, durante a realização de todo o programa de cozimento do produto. A taxa de aquisição de temperatura foi programada para coleta de informações a respeito da temperatura interna do produto, a cada minuto. Os *ibuttons* foram introduzidos nas peças cruas, diretamente no seu centro geométrico, considerada como sendo a região do produto que mais demora para atingir a temperatura desejada.

Os tanques de cozimento foram abastecidos com sua capacidade máxima (momento mais crítico do tanque) em número de gaiolas (4) e número de peças por gaiola (160). As peças de presuntos com *ibbuttons* (PCi) foram posicionadas na parte superior do tanque de cozimento (parte que demora mais para receber calor). Após o cozimento, a peça de presunto que estava com o *ibbuton* inserido foi coletada (PCi), assim como uma amostra (PC) à esquerda da peça PCi. A amostra PCi foi partida para a remoção do *ibbuton*, utilizado posteriormente para leitura de dados, a fim de averiguar o número de reduções logarítmicas para *L. monocytogenes* e, a amostra PC foi encaminhada para análise microbiológica, a fim de averiguar presença ou ausência de *L. monocytogenes*.

4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E DE PENETRAÇÃO DE CALOR

As coletas de amostras foram realizadas após a atividade de desenforme do produto, onde uma peça com o dispositivo *ibbuton* (PCi)/temperatura foi coletada para enumeração de *L. monocytogenes*. Para as posteriores análises microbiológicas foi realizada a coleta de uma amostra (PC) por tanque/temperatura, com o intuito de investigar a presença ou ausência de *L. monocytogenes*.

4.5.1 Análises microbiológicas

Análises microbiológicas foram realizadas de duas amostras de cada tanque de cozimento (14 amostras/temperatura). As análises realizadas e o método utilizado estão demonstradas na Tabela 1. A FSAI (2021), recomenda uma meta mínima para processamento utilizando calor, uma redução de 6-D no número de células vegetativas do patógeno alvo. *Listeria monocytogenes* é considerada o patógeno de origem alimentar mais resistente ao calor, que não forma esporos (FSAI, 2021). Com o intuito de verificar o atendimento do número de redução logarítmicas preconizados (6-D) e verificar a combinação tempo-temperatura (68 °C e 71 °C) no processamento térmico na produção de presunto cozido, foi realizado a tomada de dados para o cálculo do número de reduções logarítmicas para o microrganismo alvo, *L. monocytogenes*, utilizando as equações (1, 2, 3) de TOLEDO (1991).

Com o objetivo de proteger a saúde dos consumidores, a RDC nº 331/2019 e a Instrução Normativa nº 161/2022 fornecem padrões microbiológicos a serem adotados

pela cadeia produtiva de alimentos e o número de unidades amostrais toleradas com qualidade intermediária (c). Produtos cárneos cozidos e alimentos prontos para o consumo (ANVISA, 2019, Anexo II), devem cumprir os padrões microbiológicos listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análises microbiológicas realizadas para presunto cozido e análises de *Listeria monocytogenes* para alimentos prontos para consumo e respectivos limites microbiológicos

Análises	Limite microbiológico	c
Enumeração de <i>Listeria monocytogenes</i> /g*	Menor que 10 ²	0
<i>Staphylococcus</i> Coagulase Positiva/g	Menor que 10 ³	1
<i>Clostridium perfringens</i> /g	Menor que 10 ³	1
<i>Escherichia coli</i> /g	Menor que 10 ²	2
<i>Salmonella</i> spp./25g	Ausente	0
<i>Listeria monocytogenes</i> /25g	Ausente	0

* Alimentos prontos para consumo (Anexo II) Fonte: ANVISA, 2022

Se estabeleceu que os laboratórios devem utilizar métodos que constem de compêndios ou referências oficiais, pois estabelecer um único método no padrão poderia ocasionar prejuízo para os laboratórios que já possuem outros métodos analíticos (ANVISA, 2022). Na Tabela 2, se encontram as referências metodológicas utilizadas para realizar as análises microbiológicas neste estudo, as análises em questão foram realizadas em laboratório próprio da empresa.

Tabela 2 - Análises microbiológicas realizadas para presunto cozido pronto para consumo e referências metodológicas

Análises	Referências
Enumeração de <i>Listeria monocytogenes</i>	ISO 11290-2:2017
<i>Staphylococcus</i> Coagulase Positiva	Afnor Validation 3M 01/09 – 04/03 PETRIFILM STAPH EXPRESS (STX)
<i>Clostridium perfringens</i>	ISO 7937:2004
<i>Escherichia coli</i>	AOAC – Official Methods of Analysis. Microbiological Methods. 998.08.21st ed.

	2019
<i>Salmonella</i> spp.	AOAC – Official Methods of Analysis. Microbiological Methods. 2013.01.21st ed. 2019
<i>Listeria monocytogenes</i>	AOAC – Official Methods 2004.02 – <i>Listeria monocytogenes</i> in Foods. VIDAS <i>Listeria monocytogenes</i> II (LMO2). .21st ed. 2019

Fonte: Autora, 2021

Para a realização dos ensaios, preconizados na Tabela 2, em laboratório da empresa, foram utilizados os seguintes equipamentos: (a) balança analítica, (b) capela de fluxo laminar, (c) pipetador, (d) tubos de ensaio, (e) agitador tipo *stomacher*, (f) estufas de incubação e, (g) utensílios (pinça, bisturi e tesoura).

Para enumeração de *L. monocytogenes* o meio de cultura utilizado foi o caldo demi-fraser base (sem adição de agente seletivo). Para preparo da suspensão inicial, foi adicionado uma porção do teste de 25g da amostra com 225mL do caldo demi-fraser base. Para isto, foi retirado primeiro a porção de alíquota necessária para o teste de enumeração e logo em seguida foram adicionados os agentes seletivos na proporção indicada ao volume de diluente utilizado para dar continuidade à incubação, conforme método de detecção ISSO 11290-1. As placas foram incubadas a 36 °C por 24 horas, prolongando a incubação por mais 24 horas, caso não fossem observadas colônias típicas ou suspeitas. Após a incubação, as placas foram analisadas para presença de colônias típicas de *Listeria*, em ágar *Listeria*, de acordo com Ottaviani e Agosti (ISO 1290-2:2017), sendo as colônias verdes azuladas circundadas por um halo opaco consideradas típicas para *L. monocytogenes*.

Para *Staphylococcus* coagulase positiva foram feitas as diluições necessárias e, na sequência, inoculado 1 mL da amostra e demais diluições no centro do filme da placa de Petrifilm³MTTM para contagem. Com a aplicação de uma leve pressão sobre o centro do difusor, foi distribuído uniformemente a amostra, em toda placa. Na sequência, o difusor foi removido e aguardado 1 minuto para a solidificação do gel. As placas foram incubadas na posição horizontal em estufa a 36 °C por 24 horas. Posteriormente, foram realizadas as leituras das placas em que as colônias características foram submetidas a análise confirmatória com disco para confirmação

com incubação a 37 °C por 3 horas, conforme metodologia Afnor Validation 3M 01/09 – 04/03 PETRIFILM STAPH EXPRESS (STX). Considerava-se para contagens as colônias que apresentaram halo com coloração rosa, confirmando a presença de *Staphylococcus coagulase* positiva.

Para *Clostridium perfringens* primeiramente, foi realizado o preparo da amostra (25g de produto para 225 mL de solução) e respectivas diluições. Na sequência, foi inoculado 1 mL de cada diluição em duplicata, no centro das placas de petri estéreis, vertendo em seguida 10 a 15 mL do ágar TSC. O inóculo foi homogeneizado com o meio de cultura, em movimentos circulares, 9 vezes no sentido horário e 9 vezes no sentido anti-horário, deixando solidificar na superfície. Após, foi adicionado uma segunda camada de aproximadamente 10 mL do mesmo meio, deixando solidificar em superfície plana. As placas foram incubadas em anaerobiose a 36 °C por 20 horas. Depois do período de incubação, as placas de todas as diluições inoculadas, contendo menos que 150 colônias, foram contadas. Após seleção, cada colônia selecionada foi inoculada em tubos contendo caldo tioglicolato e incubadas em anaerobiose a 36 °C por 21 horas. Na sequência foram transferidas gotas do caldo tioglicolato contendo o inóculo, para tubos com caldo Lactose e Sulfito completo, incubadas a 46 °C por 21 horas em banho-maria. Tubos contendo precipitado negro foram considerados positivos para *C. perfringens*.

Para contagem de *Escherichia coli* foi utilizado o sistema TEMPO® EC. Os meios de cultura (água destilada estéril, água peptonada tamponada, solução salina e kit TEMPO® EC), foram utilizados a temperatura ambiente. Nesse sistema, a amostra foi adicionada ao meio de cultura e a mistura foi transferida para o cartão que contém poços correspondentes para 3 diluições. O cartão foi selado e incubado por 25 horas a 36 °C. No decorrer da incubação, *E. coli* presente na amostra inoculada degrada o substrato do meio de cultura e permite o aparecimento de um sinal fluorescente detectado pelo sistema (verificação após 15 minutos e temperatura ambiente). Em função do número de poços positivos, o sistema realiza um cálculo do número de *E. coli*.

Para detecção de ausência ou presença de *Salmonella* spp., primeiramente, foi realizada a pesagem de 25g de produto (presunto cozido), em seguida, foi realizada diluição do produto em 225 mL de água peptonada tamponada 1%. O inóculo foi incubado em estufa com temperatura controlada (48 horas a 40,5 °C) e a contagem em

placa de microrganismos aeróbios mesófilos foi realizada, conforme Método 2013.01/ AOAC (2019)

4.5.2 Análises de penetração de calor

A tomada de dados a partir do teste de penetração de calor busca averiguar a letalidade térmica do processo. O objetivo foi verificar quantas reduções logarítmicas o microrganismo alvo sofreu, evidenciando se no processo térmico a temperatura final de cozimento de 68 °C é adequada para garantir a esterilidade comercial. Para o cálculo do número de reduções logarítmicas foram utilizados os valores de D e Z (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de D e Z para *Listeria monocytogenes*

Valor Padrão	
D _{70 °C}	0,33
Z	7,5

Fonte: FDA, 2011

A taxa de letalidade (TL) foi calculada utilizando a Equação 1. O valor P (intensidade do tratamento térmico em minutos) foi calculado utilizando a Equação 2. Os dados (temperatura x tempo) utilizados para o cálculo foram coletados no ponto de aquecimento mais lento do tanque de cozimento (ponto frio).

Com o valor da intensidade do tratamento térmico (P), foi realizado o cálculo do número de reduções decimais (n), utilizando a Equação 3, para o microrganismo *L. monocytogenes* foi utilizado o valor-D da Tabela 3.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Nas tabelas 4 e 5 é possível observar os resultados das análises microbiológicas, por tanque, do produto a 71 °C e 68 °C. Estas análises contemplam a verificação da eficácia do processo térmico, onde os resultados se mostraram de acordo ao exigido em legislação. Tanto para *Salmonella* quanto para *Listeria monocytogenes* o resultado foi de ausência em 25g em todas as amostras de presunto dos tanques de cozimento. As contagens de *Staphylococcus* coagulase positiva, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* foram $< 1,0 \times 10^1$, também de acordo ao exigido em legislação.

Tabela 4 - Análises microbiológicas de amostras de presunto cozido no tanque de cozimento a 71 °C

Análises	Tanque						
	1	2	3	4	5	6	7
Enumeração de <i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1
<i>Clostridium perfringens</i> (UFC/g)	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1
<i>Salmonella</i> spp.	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Autora, 2023.

Tabela 5 - Análises microbiológicas de amostras de presunto cozido no tanque de cozimento a 68 °C

Análises	Tanque						
	1	2	3	4	5	6	7

Enumeração de <i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1
<i>Clostridium perfringens</i> (UFC/g)	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1	<1,0E+1
<i>Salmonella</i> spp.	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Autora, 2023.

Os padrões microbiológicos definem a aceitabilidade de um alimento com base na ausência/presença ou no número de microrganismos. A RDC nº 331/2019 e a Instrução Normativa nº 161/2022 têm por objetivo estabelecer os padrões microbiológicos para alimentos, bem como os padrões microbiológicos para produtos prontos para o consumo, visando proteger a saúde dos consumidores (BRASIL, 2019; 2022). Levando em consideração estes padrões e seu objetivo, o resultado das análises apresentadas nas Tabelas 4 e 5, mostram que o alimento é seguro e satisfatório com qualidade aceitável para consumo.

É considerado como resultado satisfatório com qualidade aceitável de um produto, quando o resultado observado em todas as unidades amostrais for ausente ou menor ou igual a “m” (limite microbiológico) e insatisfatório quando o resultado observado em qualquer unidade amostral for presença ou maior que “m” (BRASIL, 2019).

A RDC 331/2019, define como padrão para produtos com qualidade intermediária maior ou igual a 1, possuem planos de três classes e, os padrões que possuem $c = 0$ são planos de duas classes. Para as análises de *Salmonella* spp. e *L. monocytogenes*, não foram detectáveis amostras positivas coletadas nos tanques de

cozimento. Sendo assim, o resultado é interpretado como satisfatório com qualidade aceitável. Quando observado que a contagem para *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Clostridium perfringens* em todas as amostras foi de $<1,0E+1$, o resultado também é interpretado como satisfatório com qualidade aceitável (BRASIL, 2019).

5.2 PENETRAÇÃO DE CALOR NO PRODUTO

A coleta de dados foi realizada em 7 tanques de cozimento, em duplicata, representando 14 leituras para temperatura padrão (71 °C) e 14 leituras para temperatura experimental de 68 °C, com intervalo de tempo de 1 minuto. A utilização de duas temperaturas como alvo final 71 °C (BRASIL, 1995) e 68 °C (FSAI, 2021) teve por objetivo evidenciar que, mesmo com a redução de temperatura interna do produto, o processo atende o número de reduções logarítmicas necessários, utilizando combinações alternativas de binômios tempo-temperatura.

Os *dataloggers* inseridos no centro geométrico da peça de presunto, geraram as tomadas de temperatura do meio de aquecimento (água) e do produto (presunto) apresentados nas figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 das leituras a temperatura padrão de 71 °C e nas figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 para a temperatura final de 68 °C (APÊNDICE A).

Os resultados obtidos para temperatura padrão final de 71 °C, exigida em legislação, mostram mesmo comportamento para a temperatura do meio de aquecimento (temperatura crescente escalonada conforme programa de cozimento padrão utilizado na empresa), e temperatura interna do produto. O tanque número 7 atingiu a temperatura padrão no menor tempo, 236 minutos, enquanto o tanque de número 3 levou 253 minutos para atingir a temperatura final de 71 °C, sendo o maior tempo entre todos os tanques. Tanto no tanque de número 7 quanto no tanque de número 3, a temperatura final do meio foi de 78,4 °C.

Essa variação de tempo pode mudar, devido aos tanques serem individualizados e mesmo tendo um *layout* de sistema de distribuição de troca térmica iguais, os mesmos podem sofrer alguma variação quanto a vazão de entrada de vapor. Considerando o tanque que atingiu a temperatura padrão no menor tempo (236 minutos) e o tanque que levou mais tempo para atingir a temperatura padrão (253 minutos), os tanques tiveram uma variação máxima de 17 minutos para atingir a temperatura padrão final de 71 °C.

A média de tempo de cozimento dos sete tanques foi de 243 minutos de cozimento.

Na tabela 6 são evidenciados o *F-valor* acumulado por tanque, onde a média dos tanques ficou em 33,74. O número máximo de reduções logarítmicas alcançado nos tanques foi de 114,46, sendo este valor alcançado no tanque que teve maior tempo de cozimento.

A coleta de dados, realizada em duplicata, gerou um desvio padrão para cada tanque de cozimento. Os tanques nos quais o desvio padrão ficou maior que 1, pode ser justificado devido a variações de entrada de vapor no tanque, onde as duas leituras tiveram maiores variações de tempo para atingir o alvo final de 71 °C. Conseqüentemente, nos tanques onde o desvio padrão se aproximou de zero, as duas leituras realizadas tiveram pouca ou nenhuma variação de tempo para atingir a temperatura final de 71 °C.

Tabela 6 – Temperatura interna final do presunto cozido de 71 °C, tempo de cozimento, valor acumulado (P0) e redução logarítmica no processo (N), para o microrganismo alvo *Listeria monocytogenes*

Nº tanque	Tempo (min.)	Temperatura Interna final (°C)	P0 -valor acumulado	(N) Redução de Log no processo	Desvio Padrão	Tempo de permanência em 71 °C (min.)
1	246	71,06	34,60	104,84	2,67	11
2	251	71,08	34,12	103,39	1,77	8
3	253	71,06	37,77	114,46	0,14	10
4	244	71,08	34,95	105,92	0,08	8
5	252	71,06	32,14	97,38	2,67	8
6	240	71,11	31,96	96,85	0,73	9
7	236	71,01	30,67	92,93	2,68	8

Fonte: Autora, 2023.

As figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 foram geradas com temperatura final experimental de 68 °C (APÊNDICE B). Evidencio que, tanto as linhas representadas nas figuras com temperatura final de 71 °C quanto as linhas da temperatura final do produto de 68 °C, apresentaram mesma tendência para variação de tempo x temperatura. O programa de cozimento padrão utilizado foi o mesmo para as duas temperaturas finais, como evidenciado nas figuras, a mudança no tempo de cozimento, sendo menor

para temperatura final do produto de 68 °C e maior para temperatura final do produto de 71 °C.

As linhas representadas nas figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 para temperatura final do produto de 68 °C tem a mesma tendência, tanto para a temperatura do meio de aquecimento quanto para a temperatura interna do produto. Pequenas variações entre as duas temperaturas podem ser justificadas devido as variações na entrada de vapor dos tanques, já que os 7 tanques possuem mesmo *layout* de distribuição de vapor/troca térmica. Essas pequenas variações interferem no tempo de cozimento e no número de reduções logarítmicas para cada tanque.

O desvio padrão médio, calculado a partir da duplicata de dados realizada para cada tanque, está apresentado na Tabela 7. Quando comparado aos resultados de desvio padrão, por tanque, gerados para temperatura padrão de 71 °C, os resultados de desvio padrão para 68 °C tiveram melhores resultados.

Tabela 7 – Temperatura interna final do presunto cozido de 68 °C, tempo de cozimento, valor acumulado (P0), redução logarítmica no processo (N) e tempo de permanência, para o microrganismo alvo *Listeria monocytogenes*

Nº tanque	Temp o (min.)	Temperatura Interna final (°C)	P0 -valor acumulado	(N) Redução de Log no processo	Desvio Padrã o	Tempo de permanência em 68 °C (min.)
1	227	68,81	15,09	45,73	0,93	8
2	232	68,84	15,13	45,84	0,13	7
3	232	68,81	16,28	49,32	0,84	8
4	225	68,84	15,41	46,71	0,82	7
5	234	68,81	14,46	43,83	0,53	8
6	222	68,62	14,15	42,87	0,53	7
7	225	68,81	14,6	44,24	1,69	8

Fonte: Autora, 2023.

O resultado do número de reduções logarítmicas (log) no processo, em todos os tanques de cozimento, vai de encontro a afirmação segundo FORSYTHE (2013) que, para garantir a segurança microbiológica de alimentos que passam por processo térmico, se faz necessário uma redução do número de microrganismos alvo em uma ordem mínima de 6 log. Os resultados encontrados para combinação alternativa atendem o binômio tempo-temperatura equivalente (68 °C por no mínimo 3 minutos e

42 segundos) (FSAI, 2021), onde todos os tempos de permanência ficaram entre 7 a 8 minutos. Os resultados encontrados reiteram estudo feito por PÉREZ (2023), sobre o efeito de diferentes sistemas de cozimento sobre a transferência de calor e a letalidade microbiana durante o cozimento de presunto, onde a letalidade, com microrganismo alvo *Listeria monocytogenes*, foi alcançada antes de chegar a 72 °C.

Quando realizada a comparação entre as duas combinações de tempo e temperatura, obtém-se uma variação de 3 °C (de 68 °C até 71 °C), uma redução média de tempo de 17,86 minutos, representando uma redução média de $N = 56,75$ (102,25 – 45,50), nos sete tanques de cozimento. Essa redução média de tempo confere um ganho médio de 8% de eficiência (3,4 mil peças por dia). Mesmo havendo uma grande diminuição de número de reduções logarítmicas, a temperatura final de 68 °C atende, em todos os tanques de cozimento, o número de reduções logarítmicas necessárias ($N = 6$) para estabilização microbiológica do produto e, comprova que é uma alternativa válida para combinação alternativa de tempo-temperatura.

6 CONCLUSÃO

Após as análises microbiológicas das amostras e a partir das tomadas de dados, do número de reduções logarítmicas, podemos concluir que a redução da temperatura interna de presunto e do tempo no processo térmico, garantem a segurança microbiológica do produto final. Quanto aos padrões microbiológicos, o produto apresentou resultados dentro dos limites estabelecidos para todas as amostras, assegurando a ausência de *Listeria monocytogenes* e demais patógenos, após tratamento térmico com temperatura interna do presunto de 68 °C.

Podemos observar que o tratamento térmico aplicado a temperatura final de 68 °C demonstrou ser eficiente para garantir a segurança do produto, obtendo um número de reduções logarítmicas (N) superior a 6 Log para o microrganismo alvo *Listeria monocytogenes*, em todos os tanques de cozimento. Sendo assim, é assegurado a letalidade do processo térmico em, no mínimo, 6 reduções logarítmicas nos sete tanques de cozimento.

Por fim, conclui-se que o processo térmico aplicado com temperatura final de 68 °C no centro geométrico do presunto cozido, garante a segurança microbiológica do produto final para o consumidor, assim como para o processo, é possível conferir ganho de eficiência no processo produtivo, com a redução de tempo de processamento térmico (17,86 minutos), e poderá ser aplicado pela indústria na produção de presunto cozido.

7 REFERÊNCIAS

ABCS – Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. **Brasileiros tem aumentado o consumo per capita de carne suína.** Disponível em:

<<https://abcs.org.br/noticia/brasileiros-tem-aumentado-o-consumo-per-capita-de-carne-suina/>>. Acesso em 21 de novembro de 2021.

ABCS - Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Manual de industrialização dos suínos.** Brasília, DF, 2014. Disponível em: https://abcs.org.br/wp-content/uploads/2020/06/manual-industria_bloq.pdf. Acesso em: 15 de julho de 2013.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Suinocultura mercado interno, relatório anual de 2018.** Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 20 de junho de 2021.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Suinocultura mercado interno, relatório anual de 2023.** Disponível em: < <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>>. Acesso em: 08 de maio de 2023.

ANDRADE, J. C.; LOPES, J. A.; ALONSO, C. S.; BARRETO, A. S.; HENRIQUES, A. R. **Genetic Subtyping, Biofilm-Forming Ability and Biocide Susceptibility of *Listeria monocytogenes* Strains Isolated from a Ready-to-Eat Food Industry.** CIISA–Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon. 16 de julho de 2020.

BACTERIO.net. **Genus *Listeria*.** 2023. Available online: <<https://lpsn.dsmz.de/genus/listeria>>. Accessed on: 26 June 2023.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022. Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. **Estabelece as listas dos padrões microbiológicos dos alimentos.** Ministério da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União nº 126, publicado em 6 de julho de 2022.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022. Perguntas e Respostas – Padrões Microbiológicos. **Gerencia Geral de Alimentos, Gerência de Avaliação de Risco e Eficácia de Alimentos.** 2ª edição, Brasília, julho de 2020.

Disponível em < <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/arquivos-noticias-anvisa/863json-file-1>>. Acesso em 17 de maio de 2023.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019. Resolução nº 331, de 23 de dezembro de 2019. **Padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação.** Ministério da Saúde; Diretoria Colegiada. Diário Oficial da União publicado em 26 de dezembro de 2019.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2020. Resolução nº 429, de 8 de outubro de 2020. **Rotulagem Nutricional Dos Alimentos Embalados.** Ministério da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União publicado em 09 de outubro de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária / Secretaria de Defesa Agropecuária Portaria SDA nº 765, de 6 de abril de 2023. **Requisitos Técnicos de Identidade e Qualidade do presunto cozido, presunto cozido superior, presunto cozido tenro e do presunto cozido de aves.** Diário Oficial da União, publicado em 18 de abril de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 56, de 6 de novembro de 2008. **Estabelece os procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico - REBEM, abrangendo os sistemas de produção e o transporte.** Diário Oficial da União, publicado em 6 de novembro de 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal.** 1ª ed. Ano 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 711, de 01 de novembro de 1995. **Normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos.** Diário Oficial da União, publicado em 03 de novembro de 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa número 17, de 29 de maio de 2018. **Regulamento Técnico sobre a identidade e requisitos de qualidade de produto cárneo**

temperado. Diário Oficial da União, publicado em 01 de junho de 2018.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis, Coordenação Geral de Vigilância de Zoonoses e Doenças de Transmissão Vetorial. **Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar no Brasil, Informe 2022.** Disponível em: < <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2022>> Acesso em 08 de maio de 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada número 272, de 14 de março de 2019. **Estabelece os aditivos alimentares para uso em carnes e produtos cárneos, suas respectivas funções, limites máximos e condições de uso.** Diário Oficial da União, publicado em 18 de março de 2019.

CORREIA, Laura Fernandes Melo. **Efeitos do Processamento Industrial de Alimentos Sobre a Estabilidade de Vitaminas.** Alimentos e Nutrição. Araraquara v.19, 2008.

CRUZ, C. D.; MARTINEZ, M. B.; DESTRO, M. T. **Listeria monocytogenes: um agente infeccioso ainda pouco conhecido no Brasil.** Alimentos e Nutrição, v. 19, 2008.

EFSA, European Food Safety Authority. **Listeria monocytogenes contamination of ready-to-eatfoods and the risk for human health in the EU.** EFSA Journal published by John Wiley and Sons Ltd on behalf of European Food Safety Authority. Doi: 10.2903/j.efsa.2018.5134. 6 December 2017. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5134>. Acesso em: 12 de maio de 2023.

EMBRAPA. **Brasil em 50 alimentos,** 2023. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153294/brasil-em-50-alimentos>>. Acesso em: 15 de julho de 2023.

EMBRAPA. **Produtos Cárneos,** 2021. Disponível em <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/ovinos-de>

corte/pos-producao/produtos/produtos-carneos>. Acesso em: 17 de julho de 2023.

EMBRAPA. Nota técnica, 2017. **Segurança do Alimento Carne**. Campo Grande, 2017. Disponível em <<https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/SegurancaAlimentoCarne.pdf/71de9327-7649-a22d-15ad-ffe18c8772fd>>. Acesso em: 16 de maio de 2022.

EMBRAPA. **Qualidade da Carne**, 2017. Disponível em <<https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-em-numeros>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2021.

FÁVERO, Jerônimo Antonio. **Produção de Carne de Suínos. Embrapa Suínos e Aves**, 2007.

FDA, **Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance**. 4th Edition, 2011.

FEI, Ana Elizabeth Cavalcant et. al. **Salmonella sp and Listeria monocytogenes in fully cooked ham commercialized in supermarkets of Fortaleza (CE, Brazil): risk factor for public health**. Departamento de Ciências de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4ª edição, Porto Alegre, 2019.

FERREIRA, Adilson; *et al.* **Produção de suínos: teoria e prática**. Coordenação editorial Associação Brasileira de Criadores de Suínos; Coordenação Técnica da Integral Soluções em Produção Animal. Brasil, 2014.

FLORES, J. P. et. al. **Virulence and Antibiotic Resistance Genes in Listeria monocytogenes Strains Isolated From Ready-to-Eat Foods in Chile**. Departamento f Nutrition and Public Health, *Frontiers in Microbiology*. Universidad del Bio-Bio, Chile, 2022. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.796040/full>>. Acesso em 23 de julho de 2023.

FORSYTHE, Stephen J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2ª edição, Porto Alegre, Brasil, 2013.

FSAI, Food Safety Authority of Ireland. **Industrial Processing of Heat-Chill Foods** (Revision I). Guidance Note No.2, 2021. Disponível em:

<https://www.fsai.ie/getmedia/92e55048-424d-4ff4-9d69-4bb4341a90e6/10144_fsai-guidance-note-20-accessible.pdf>. Acesso em 26 de outubro de 2022.

IBGE. **Quantidade e Peso Total das Carcaças dos Bovinos Abatidos, no mês e no trimestre (quilogramas) 4º trimestre 2022**. Pesquisa trimestral do abate de animais, 2022. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?edicao=36451>> Acesso em 19 de abril de 2023.

ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Alimentos Industrializados: a importância para a sociedade brasileira**. Campinas/SP, Brasil, 2018

KANTAR. **Kantar aponta as principais transformações e as tendências de comportamento do consumidor pós-quarentena**. São Paulo/SP, Brasil, 2020.

Disponível em <<https://www.kantaribopemedia.com/kantar-aponta-as-principais-transformacoes-e-as-tendencias-de-comportamento-do-consumidor-pos-quarentena/>> Acesso em 21 de novembro de 2021.

KOŁODZIEJSKA, Z; Sikorski, Z. E; Lewandowska, T; And Niecikowska, C.

Fragmentation of myofibrils, limited proteolysis and water holding capacity of meat. Dje Nahrung 30,1986.

LAGARES, J. y Freixanet, LL. **Aditivos e ingredientes en la fabricación de jamón cocido**. Alimentación, equipos y tecnología, 1991.

LAGARES, J. **Proceso de Fabricación de Productos Cárnicos Cocidos de Músculo Entero: Cocción**. METALQUIMIA, S.A. Girona, Spain, 2019.

LINKE K, Ruckerl I, *et. al.* **Reservoirs of Listeria species in three environmental ecosystems**. Applied and Environmental Microbiology, 2014. Disponível em:

<https://doi.org/10.1128/aem.01018-14>. Acesso em 12 de maio de 2023.

MARKS, Bradley. **Thermal Processing of Foods: Principles and Applications**. In: HUI, Yiu. Handbook of Food Science, Technology and Engineering. CRC Press, 2006.

MARTINS E.A. **Listeria monocytogenes em produtos fatiados do tipo ready-to-eat, presunto cozido e salame, comercializados no Município de São Paulo: ocorrência, quantificação e sorotipagem**. Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo, Brasil, 2009.

MENDES, Caroline. **Embalagens Termoformadas Prolongam o Tempo de Prateleira em Produtos Cárneos**. Revista Avicultura Industrial, Edição 1296, 2020.

MENEZES, NATIELLE M. C. **Efeito da adição de óleo de orégano sobre a vida útil de presunto fatiado embalado a vácuo: modelagem em condições isotérmicas e não isotérmicas**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

MPI, Technical Paper. **Standardising D and Z values for cooking raw meat**. Ministry for Primary Industries, New Zealand Government, 2015. Disponível em <http://www.mpi.govt.nz/news-and-resources/publications/> Acesso em 22 de novembro de 2021.

MOLINA M. **Fabricación de jamón cocido. La selección de um processo**, 1990.

MULLER, W.D. Tecnología de los productos curados cocidos. **Fleischwirtsch** 1/1990.

NASSU, Renata Tieko. **Métodos de incorporação dos ingredientes**. Embrapa Pecuária Sudeste, conteúdo na íntegra, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/carneos/fabricacao-de-produtos-carneos/cura/metodos-de-incorporacao-dos-ingredientes>. Acesso em 21 de julho de 2023.

NIELSEN. **Brasileiros estão cada vez mais sustentáveis e conscientes**. Brasil, 2019. Disponível em <https://www.nielsen.com/br/pt/insights/article/2019/brasileiros-estao-cada-vez-mais-sustentaveis-e-conscientes/> Acesso em 21 de novembro de 2021.

OCKERMAN H.W., *et. al.* **Diffusion of curing brine in tumbled and non-tumbled porcine tissue**. J. Food Prot., 1978.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos - Componentes dos alimentos e processos**. Vol. 2, 1ª edição – Editora Artmed, 2005.

ORSI R.H and Wiedmann M. **Characteristics and distribution of Listeria spp., including Listeria species newly described since 2009**. Applied Microbiology and Biotechnology, 2016.

ORSI R.H, *et. al.* **Listeria monocytogenes lineages: genomics, evolution, ecology, and phenotypic characteristics**. International Journal of Medical Microbiology, 2011.

PARDI, M.C, *et. al.* **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Vol II, p. 720, 1996.

PLATT, Geoffrey Campbell. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, SP, Brasil, 2015.

PÉREZ, Carla G., *et. al.* **Evaluación de Riesgo Semicuantitativa de Listeria Monocytogenes en Jamón Cocido y Jamón Curado**. Universitat Politècnica de València. Valencia, septiembre de 2022. Disponível em:
<<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/188217/Perez%20-%20EVALUACION%20DE%20RIESGO%20SEMICUANTITATIVA%20DE%20LISTERIA%20MONOCYTOGENES%20EN%20JAMON%20COCIDO%20Y%20JAMON%20C....pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 24 de julho de 2023.

PÉREZ, Waldir Augusto Pacheco, *et. al.* **Efecto de dos sistemas de cocción sobre la transferencia de calor y la letalidad microbiana durante la cocción de jamones**. Universidad Pontificia Bolivarianá, Medellín, Colombia, 2023. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/368348550_Efecto_de_dos_sistemas_de_coccion_sobre_la_transferencia_de_calor_y_la_letalidad_microbiana_durante_la_coccion_de_jamones>. Acesso em 08 de setembro de 2023.

REIJ MW, Den Aantrekker, *et. al.* **Recontamination as a source of pathogens in processed foods**. Europe Risk Analysis in Microbiology Task Force. International Journal of Food Microbiology, 2004.

RIBEIRO, Bernardo Dias, *et al.* **Microbiologia industrial, vol 2 : alimentos**. Rio de Janeiro, Brasil, 2018.

ROBINSON TP, Ocio MJ, *et. al.* **The effect of the growth environment on the lag phase of *Listeria monocytogenes***. International Journal of Food Microbiology, 1998.

RUIZ, Jorge. **Cocina al vacío y a temperaturas controladas**. Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular, 2010.

SILVA, L. C. *et al.* **Good Practices of food handling in Food and Nutrition Services. Demetra**. Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Educação Integrada em Saúde, Curso de Nutrição. Vitória- ES, Brasil, 2015.

STORM, N.T. *et.al.* **Presence and Persistence of *Listeria monocytogenes* in the Danish Ready-to-Eat Food Production Environment**. National Food Institute, Technical University of Denmark, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2673-947X/3/1/4>>. Acesso em: 23 de julho de 2023.

TELES, ANANIZA GONCALVES PIRES. **Ocorrência e Quantificação de *Listeria Spp.* em presuntos fatiados pela Indústria e pelo comércio varejista**. Universidade Federal Do Paraná. Palotina, 2017.

THENO, D.M, *et. al.* **Meat massaging: effects of salt and phosphates on the ultrastructural composition of cured porcine muscle**. Inst. Foundation, Chicago, 1978.

TOLEDO, Romeo T, *et al.* **Fundamentals of Food Process Engineering**, 2º edição, 1991.

TYSZKIEWICZ, KLOSSOWSKA, B.M. **Mechanical Tenderisation of Pork Meat: Protein and Water Release due to Tissue Damage**. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 73, 1996.

WHO (World Health Organization). **Listeriosis. Fact sheet**, 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/mediacentre/factsheets/listeriosis/en/>>. Acesso em 26 de maio de 2023.

XARGAYÓ, M. *et al.* **Optimización y Automatización del Tratamiento Térmico**. METALQUIMIA, S.A. Girona, Spain, 2010.

XARGAYÓ, M. **Proceso de fabricación de jamón y paleta cocidos (II)**, 1990 .

YUNUS, A Çengel, *et. al.* **Termodinâmica**. 7. ed. – Porto Alegre, Brasil, 2013

APÊNDICE

APÊNDICE A – Figuras dos resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao cozimento a 71 °C, nos respectivos tanques

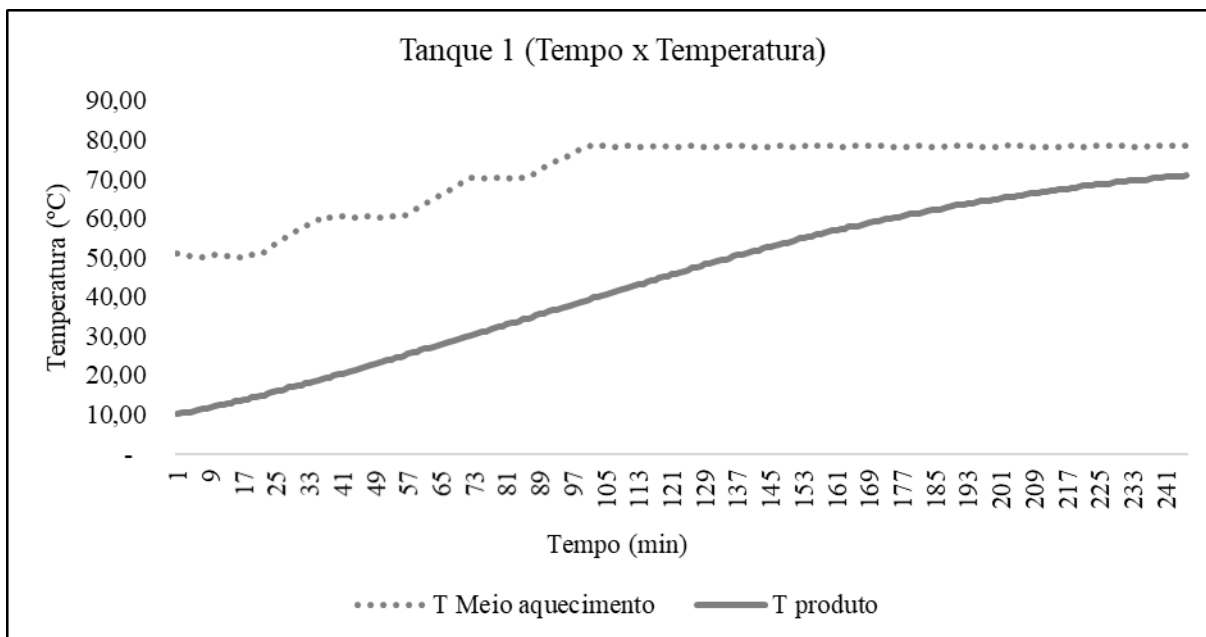


Figura 4 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 1 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

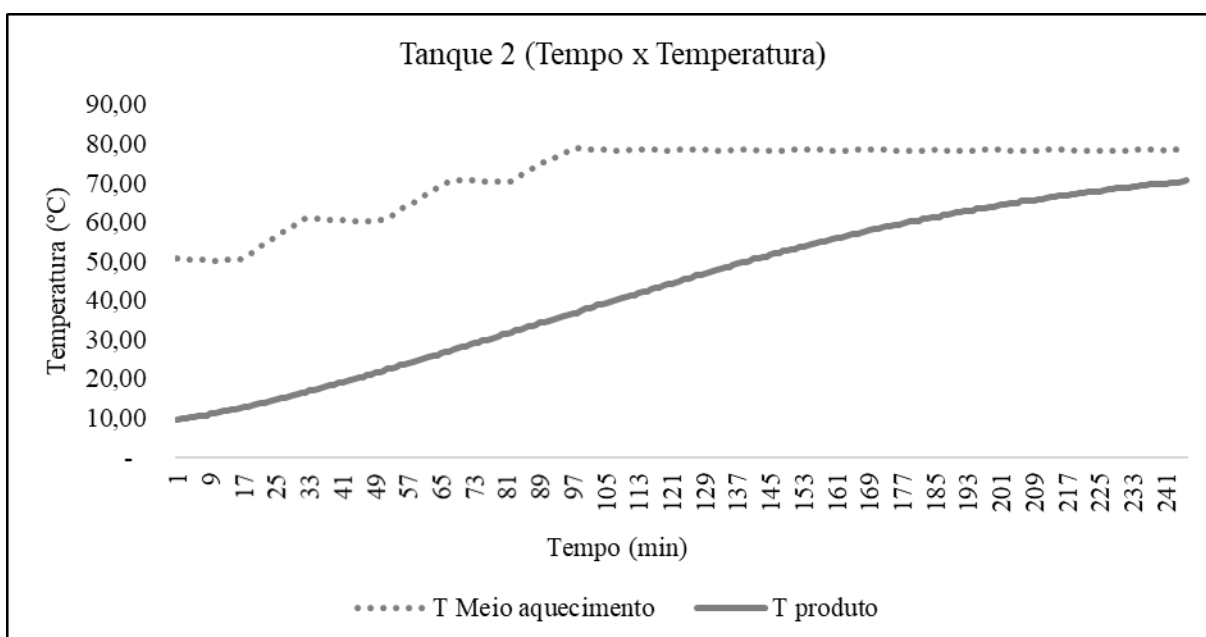


Figura 5 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 2 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

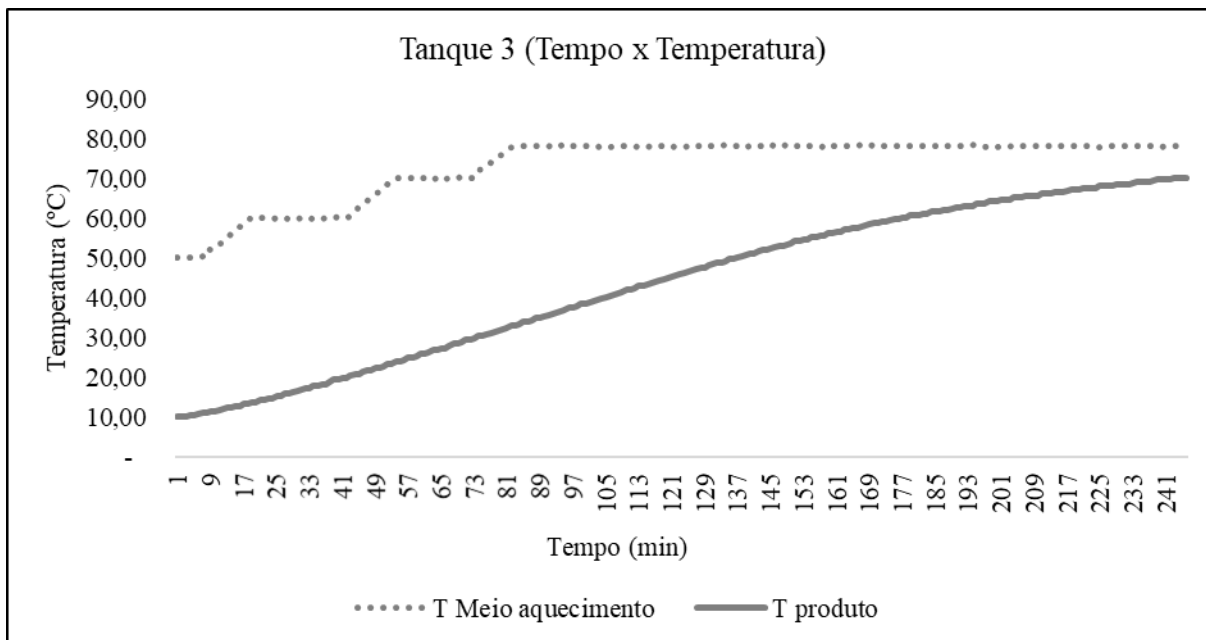


Figura 6 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 3 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

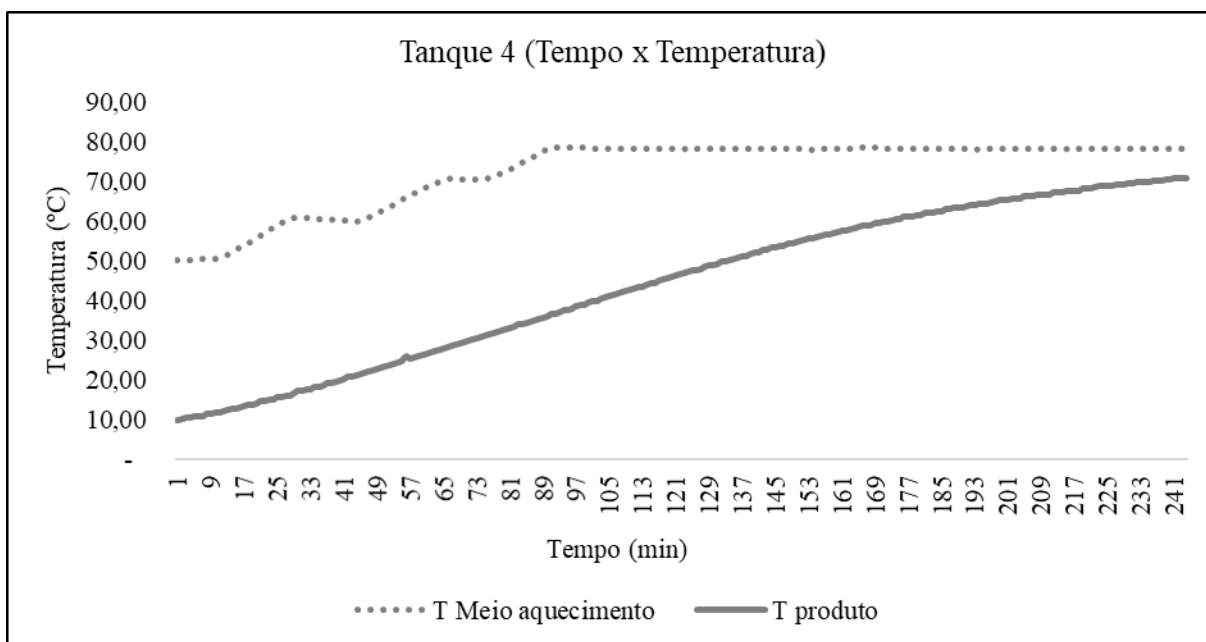


Figura 7 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 4 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

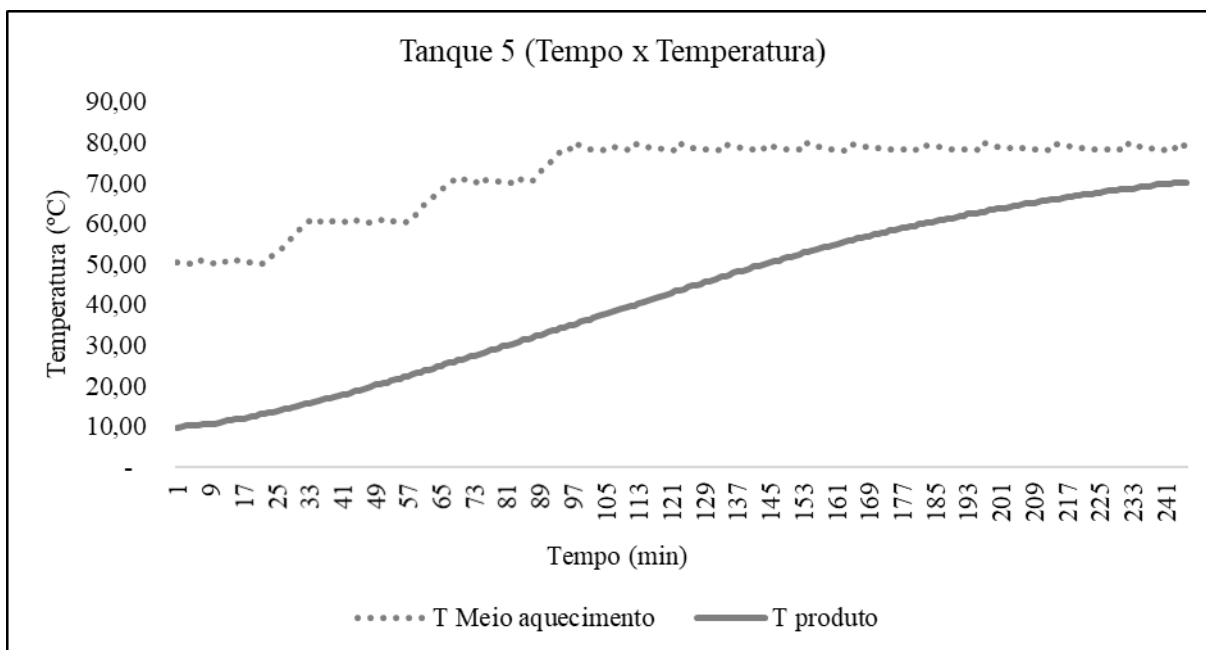


Figura 8 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 5 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

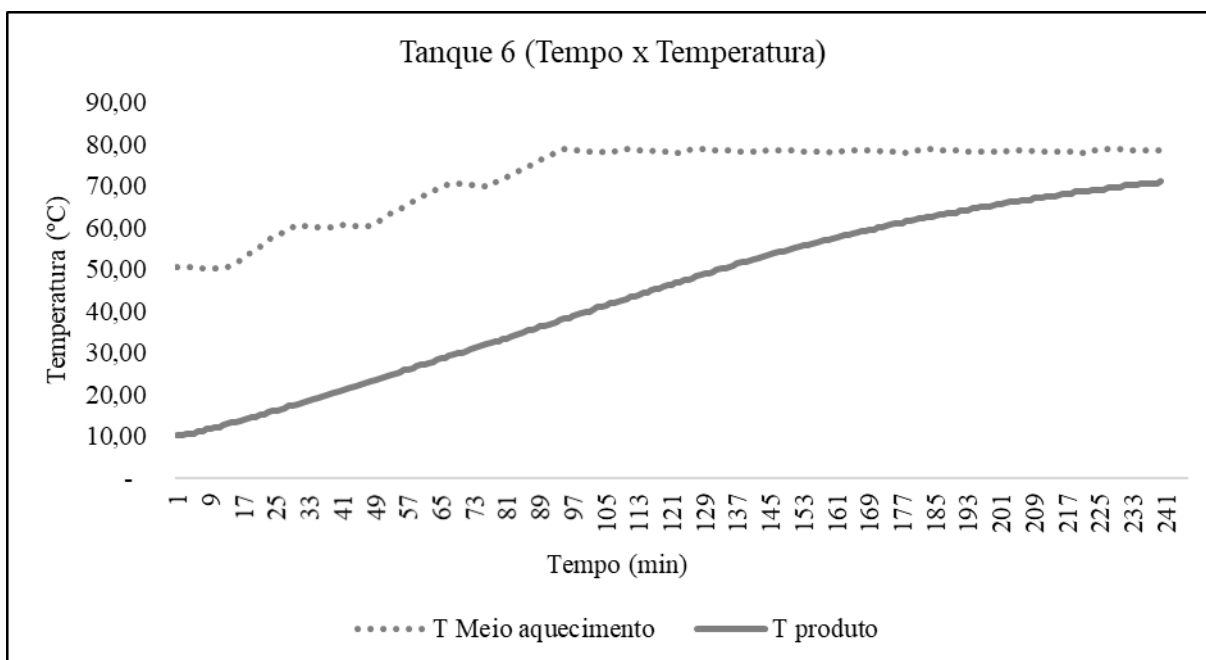


Figura 9 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 6 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

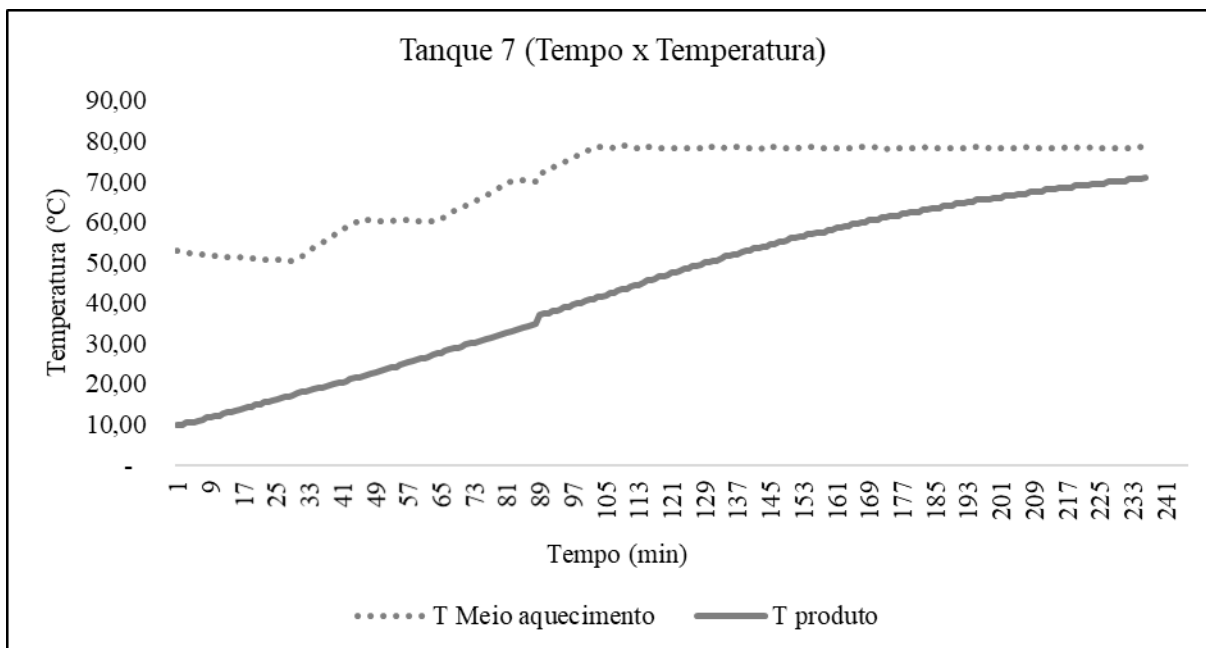


Figura 10 – Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 7 de cozimento a 71 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

APÊNDICE B - Figuras dos resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao cozimento a 68 °C, nos respectivos tanques

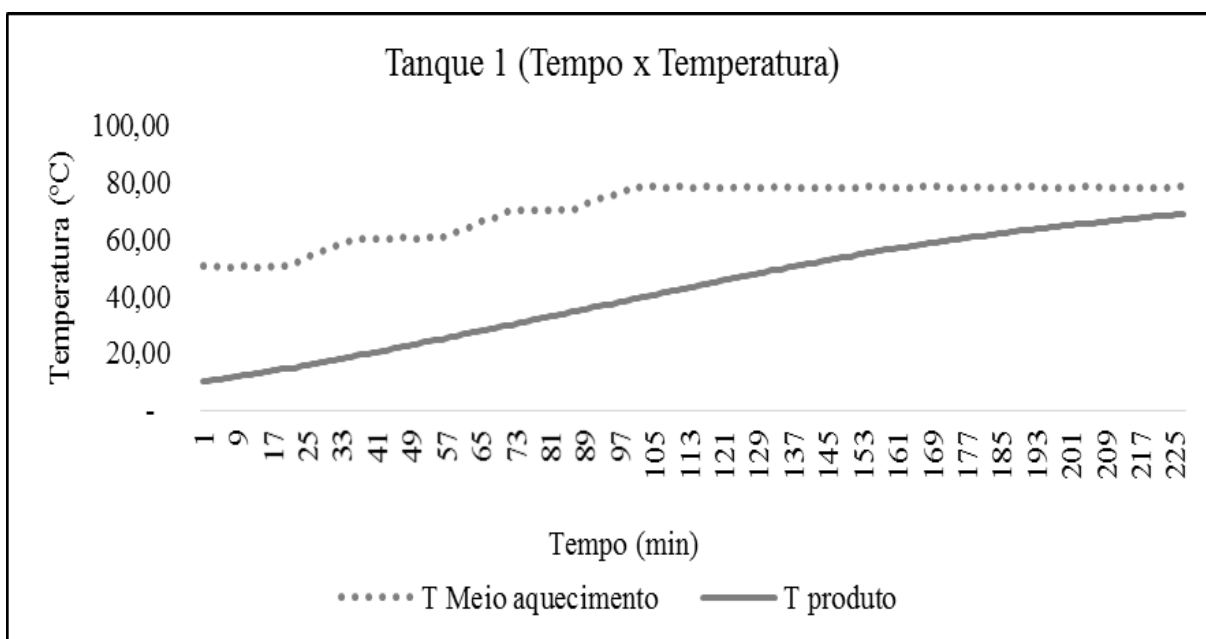


Figura 11 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 1 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

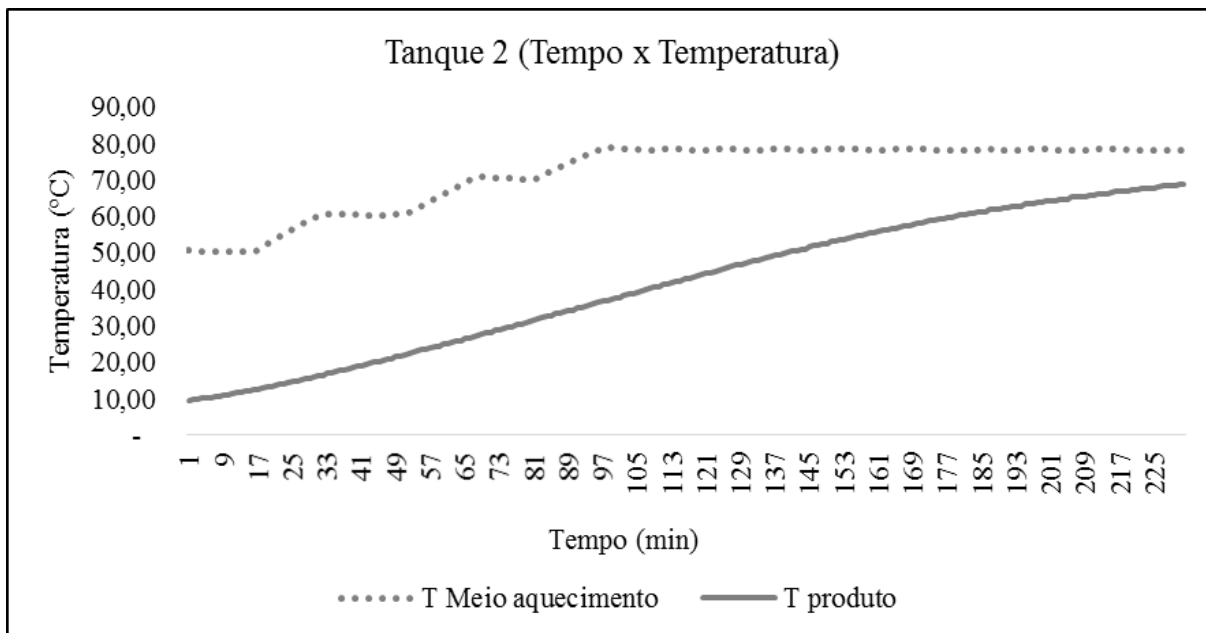


Figura 12 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 2 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

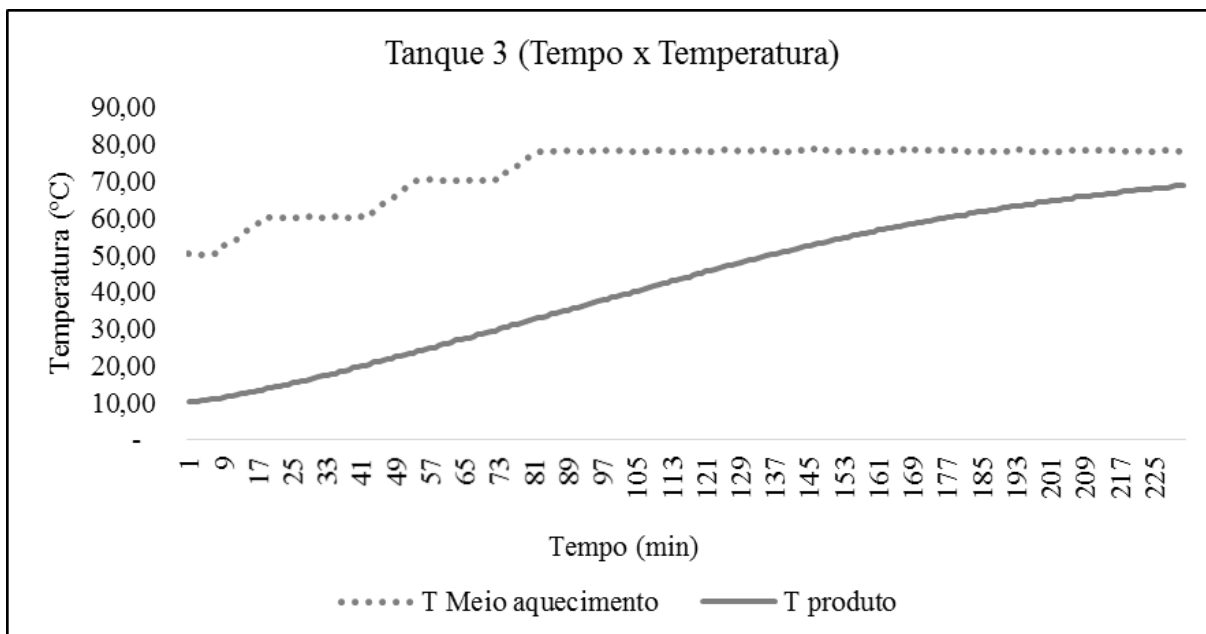


Figura 13 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 3 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

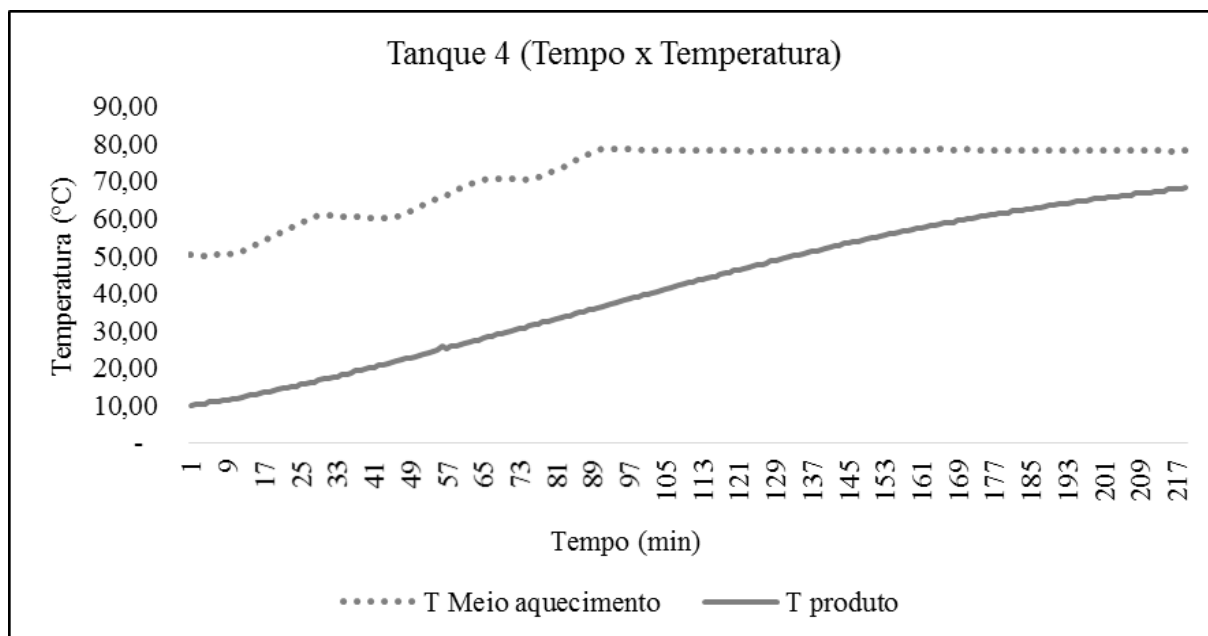


Figura 14 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 4 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

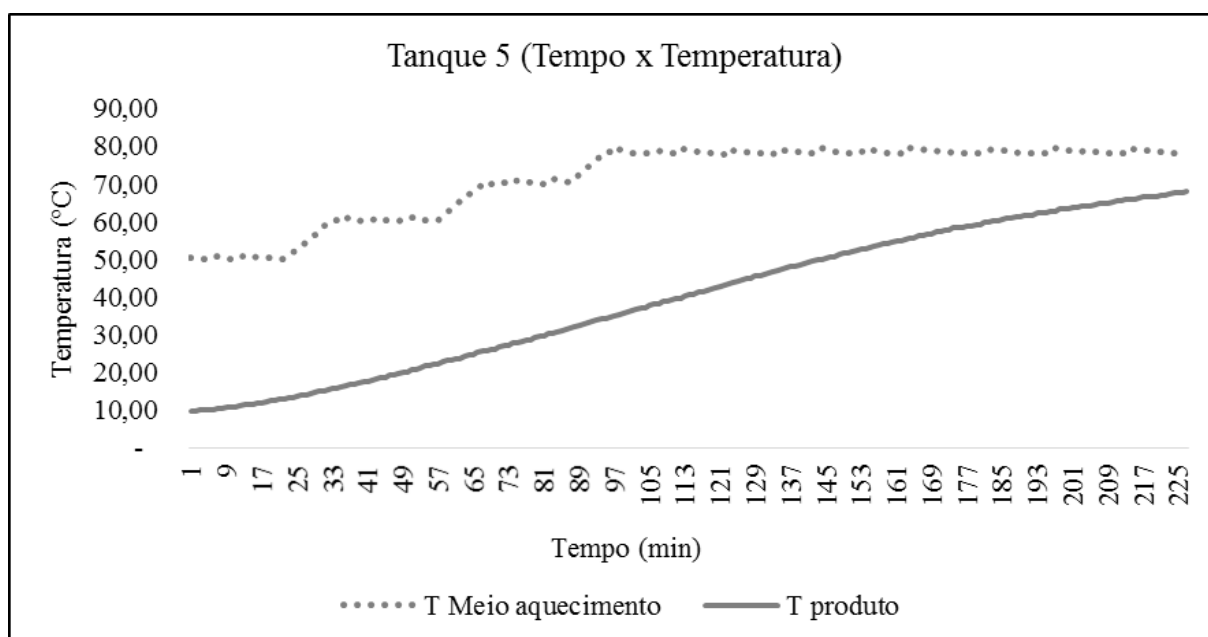


Figura 15 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 5 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

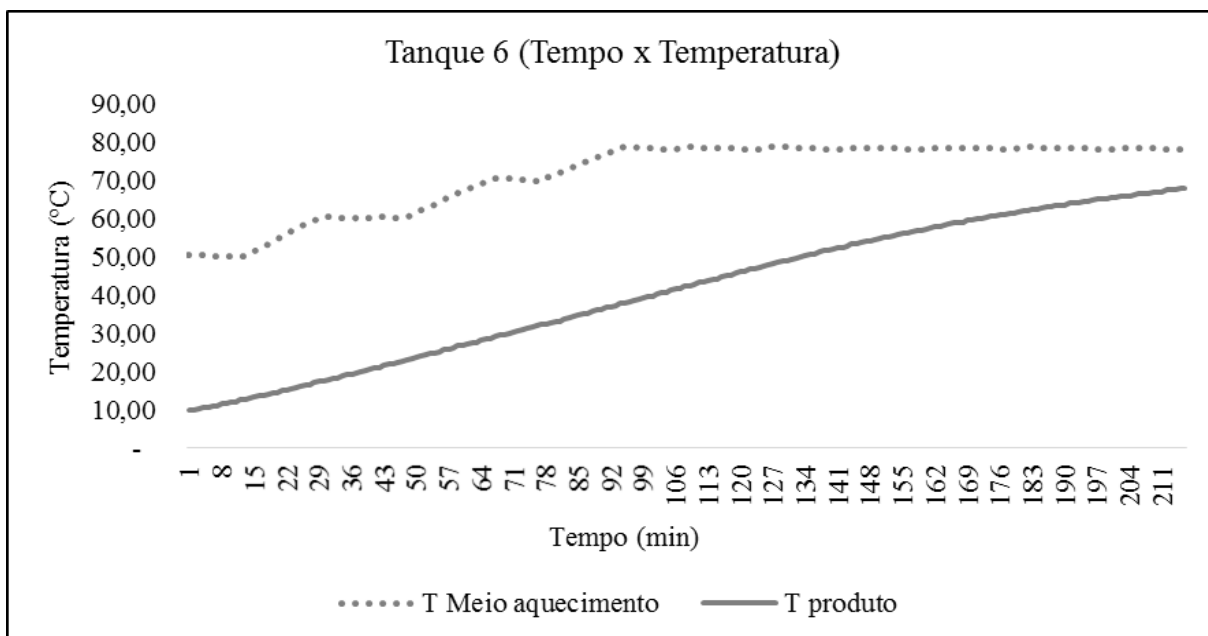


Figura 16 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 6 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

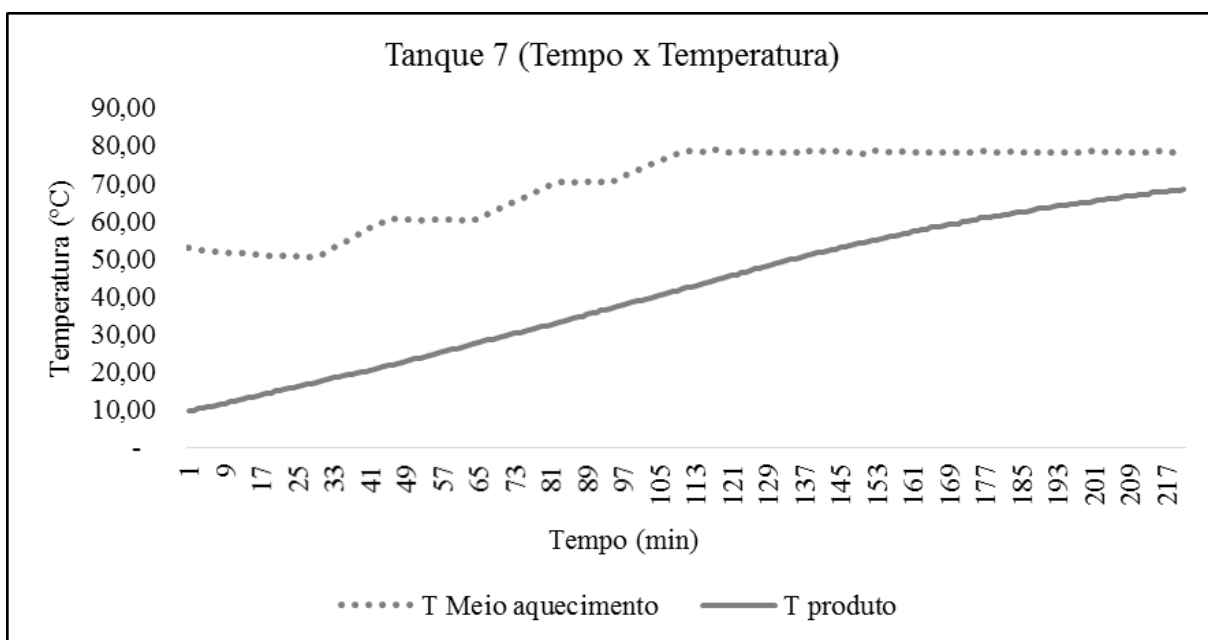


Figura 17 - Resultados das tomadas de temperatura do meio de aquecimento e temperatura interna do presunto cozido referente ao tanque 7 de cozimento a 68 °C, nos respectivos tempos de processo

Fonte: Autora, 2023.

PRODUTO TECNOLÓGICO DESENVOLVIDO

Validação do tratamento térmico de presunto cozido - redução da temperatura interna (88 °C).

O estudo foi realizado no âmbito do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFPel e executado em uma indústria de fabricação de produtos cárneos no sul do Brasil. Deste modo, a pesquisa teve como base o desenvolvimento e a realização de análises em condições reais da etapa de tratamento térmico na produção de presunto cozido na indústria, sendo provado que tais análises conduzem a resultados plausíveis e adequados à qualidade e segurança do produto em estudo.

Os resultados gerados com base científica apropriada, servirão de referência pela Empresa para subsidiar a elaboração do regulamento técnico para alteração da temperatura interna vigente para presunto cozido, junto ao Ministério de agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O estudo de validação da redução da temperatura interna do presunto torna-se viável economicamente, propiciando ganho de eficiência na cadeia de produção de produtos cárneos.

Rio Grande do Sul - BR

04 de dezembro de 2023.

Rosaneli Pigosso
COORDENADORA DE INDÚSTRIA

Rosaneli Teresinha Pigosso
Coordenadora de Produção