

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**INFLUÊNCIA DO USO DO “RECHILLER” NOS TANQUES DE PRÉ-
RESFRIAMENTO DE PÉS E MIÚDOS DE FRANGOS DE CORTE SOBRE A
QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DA ÁGUA E DOS PRODUTOS**

Marianna de Paula Martins Pereira

BELO HORIZONTE

2022

Marianna de Paula Martins Pereira

**INFLUÊNCIA DO USO DO “RECHILLER” NOS TANQUES DE PRÉ-
RESFRIAMENTO DE PÉS E MIÚDOS DE FRANGOS DE CORTE SOBRE A
QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DA ÁGUA E DOS PRODUTOS**

Dissertação apresentada à
Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas
Gerais – UFMG, como requisito
parcial para obtenção do título
de Mestre em Ciência Animal.

Área de Concentração:
Tecnologia e Inspeção de
Produtos de Origem Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Débora
Cristina Sampaio de Assis.

BELO HORIZONTE

2022

P436i

Pereira, Marianna de Paula Martins, 1994-

Influência do uso do “Rechiller” nos tanques de pré-resfriamento de pés e miúdos de frangos de corte sobre a qualidade higiênico-sanitária da água e dos produtos / Marianna de Paula Martins Pereira. -2022.

82f.:il.

Orientadora: Débora Cristina Sampaio Assis

Dissertação (Mestrado) apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Mestre.

Bibliografias: f. 75 a 82.

1. Frango de corte – Abate - Teses - 2. Produção animal - Teses – 3. Veterinária - Teses I. Assis, Débora Cristina Sampaio – II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - III. Título.

CDD – 636.508

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIANNA DE PAULA MARTINS PEREIRA

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal.

Aprovado(a) em 23 de fevereiro de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Débora Cristina Sampaio de Assis - Presidente - Orientador(a)

Dr.(a). Thiago Moreira dos Santos

Dr.(a). Lilian Viana Teixeira



Documento assinado eletronicamente por **Debora Cristina Sampaio de Assis, Professora do Magistério Superior**, em 03/03/2022, às 16:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Moreira dos Santos, Usuário Externo**, em 08/03/2022, às 14:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lilian Viana Teixeira, Professora do Magistério Superior**, em 08/03/2022, às 23:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1257505** e o código CRC **CF031DB8**.

Dedico ao meu pai, Marcos, e minha mãe, Andrea, pela motivação e incentivo constantes ao longo da minha trajetória. E dedico, em especial, aos meus avós João Batista e Maria Helena, que não estão mais presentes fisicamente, mas como eu os amo e sinto saudades, nada mais justo que dedicar essa conquista para eles. Sinto saudades de vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à DEUS por estar comigo nos momentos mais difíceis e me amparar.

Agradeço aos meus pais, MARCOS e ANDREA, incondicionalmente, pelo estímulo em continuar no mestrado e ser a primeira mestre, mulher, da família. Sem o apoio e o incentivo de vocês seria impossível chegar aonde cheguei. O apoio de vocês foi essencial para a minha conquista, aliás, para a nossa conquista.

Agradeço as minhas irmãs, MANUELLA e MARCELLA, cada uma, por seu jeito e suas palavras de encorajamento durante a minha caminhada acadêmica.

Agradeço a LOLOH II e a LOLOH III, que não habitam mais este plano, mas que estará para sempre no meu coração e nas minhas lembranças. Eu amo vocês demais.

Agradeço aos carinhos diários de NENEGA, LOLY e LENINHA. Hoje, vocês fazem o meu dia mais feliz. Eu amo vocês.

Agradeço à professora Débora por acreditar em mim, como aluna de mestrado, e por me escutar e aconselhar.

“A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem”

Guimarães Rosa

RESUMO

A etapa de pré-resfriamento é primordial no abate de frangos de corte, por reduzir a temperatura das carcaças e, conseqüentemente, a contagem bacteriana, além de influenciar diretamente no sabor, na aparência e na textura final da carne. O método de pré-resfriamento mais utilizado no país é por imersão em água gelada, no entanto, esta técnica apresenta como desvantagens o elevado consumo de água e de energia para que as carcaças e miúdos possam atingir as temperaturas ideais especificadas na legislação vigente. Para minimizar esse impacto, algumas indústrias têm realizado o resfriamento da água dos tanques de pré-resfriamento por meio do sistema “rechiller”, que se baseia na recirculação da água por regeneradores de frio confeccionados de aço inoxidável, de modo em que haja troca térmica entre a amônia (fluido refrigerante) e a tubulação que transporta a água dos tanques de pré-resfriamento, fazendo-a retornar a temperatura próxima do ponto de congelamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso do “rechiller” sobre a qualidade higiênico-sanitária da água dos tanques de pré-resfriamento por imersão e dos produtos (pés, coração, moela e fígado), em um abatedouro frigorífico de aves, por meio da realização de análises microbiológicas e físico-químicas. Em cada um dos tanques de pré-resfriamento, foram coletadas 48 amostras de água e 48 amostras de produto para a realização de análises físico-químicas da água (amônia, cor, pH e turbidez) e microbiológicas, tanto da água quanto dos produtos (contagem de coliformes termotolerantes e enterobactérias), sendo 24 amostras coletadas antes da instalação do “rechiller” em cada tanque e 24 após a instalação. Para a avaliação da presença de *Salmonella* spp. nos produtos foram coletadas 30 amostras antes e 30 amostras após a instalação do “rechiller”, totalizando 60 amostras analisadas de cada produto. O emprego do sistema “rechiller” não comprometeu a qualidade microbiológica dos miúdos avaliados, uma vez que os resultados das análises de coliformes termotolerantes atenderam aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente ($<1 \times 10^5$) e não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (antes e após a instalação) ao realizar a pesquisa de *Salmonella* spp. nos produtos. Em relação a qualidade microbiológica da água, para coliformes totais, termotolerantes e bactérias heterotróficas, não houve diferença significativa ($p > 0,05$), nas amostras de pés, moela e coração, após a instalação do equipamento. Portanto, o uso do sistema “rechiller” é uma alternativa importante para melhorar a eficiência no uso de água e energia na indústria avícola, otimizando a utilização desses recursos, visto que não houve comprometimento microbiológico dos produtos e da água.

Palavras chave: “Rechiller”; Pré-resfriamento; Resfriamento por imersão em água; Abatedouro de aves; Frangos de Corte; Coliformes termotolerantes; *Salmonella* spp.

ABSTRACT

The pre-cooling stage is essential in the slaughter of broilers, as it reduces the temperature of the carcasses and, consequently, the bacterial count, in addition to directly influencing the flavor, appearance and final texture of the meat. The immersion of the carcasses in cold water is the most used method in the country, however, this technique has disadvantages, such as high consumption of water and energy so that the carcasses and offal can reach the ideal temperatures specified in the current legislation. To minimize this impact, some industries have cooled the water in the pre-cooling tanks through the "rechiller" system, which is based on the recirculation of water by cold regenerators made of stainless steel, so that there is thermal exchange between the ammonia (refrigerant fluid) and the pipe that transports the water from the pre-cooling tanks, making it return to a temperature close to the freezing point. The objective of this work was to evaluate the influence of the use of the "rechiller" on the hygienic-sanitary quality of the water of the pre-cooling tanks by immersion and of the products (feet, heart, gizzard and liver) in a poultry slaughterhouse, by performing microbiological and physical-chemical analyses. In each of the pre-cooling tanks, 48 water samples and 48 product samples were collected to carry out physical-chemical analysis of the water (ammonia, color, pH and turbidity) and microbiological analysis of both the water and the products (counting of thermotolerant coliforms and enterobacteria), being 24 samples collected before the installation of the "rechiller" in each tank and 24 after installation. For the evaluation of the presence of *Salmonella* spp. In the products, 30 samples were collected before and 30 samples after the installation of the "rechiller", totaling 60 analyzed samples of each product. The use of the "rechiller" system did not compromise the microbiological quality of the evaluated offals, since the results of the analysis of thermotolerant coliforms met the parameters established by the current legislation ($<1 \times 10^5$) and there was no statistically significant difference between the treatments (before and after installation) when carrying out the search for *Salmonella* spp. in the products. Regarding the microbiological quality of the water, for total coliforms, thermotolerant and heterotrophic bacteria, there was no significant difference ($p > 0.05$) in the samples of feet, gizzard and heart, after installing the equipment. Therefore, the use of the "rechiller" system is an important alternative to improve efficiency in the use of water and energy in the poultry industry, optimizing the use of these resources, since there was no microbiological compromise of the products and water.

Keywords: "Rechiller"; Pre-cooling; Cooling by immersion in water; Poultry slaughterhouse; Broilers; Thermotolerant coliforms; *Salmonella* spp.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 A - FLUXOGRAMA DO ABATE DAS AVES NO ABATEDOURO FRIGORÍFICO (PARTE 1).....	20
FIGURA 1 B - FLUXOGRAMA DO ABATE DAS AVES NO ABATEDOURO FRIGORÍFICO (PARTE 2).....	21

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PADRÃO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	34
QUADRO 2 – PADRÃO ORGANOLÉPTICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA.....	34
QUADRO 3 – PADRÕES MICROBIOLÓGICOS EM CARNE E DERIVADOS DE AVES.....	39
QUADRO 4 – PADRÕES MICROBIOLÓGICOS DE CARNE E MIÚDOS DE AVES.....	45

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DA AMOSTRAGEM DE AUTOCONTROLE PARA ABATE DE FRANGOS.....	44
TABELA 2 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE AMÔNIA, COR E TURBIDEZ DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE PÉS, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA RECHILLER.....	52
TABELA 3 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE PH DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE PÉS, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA RECHILLER.....	53
TABELA 4 - RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE PÉS, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA RECHILLER.....	53
TABELA 5 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COLIFORMES A 45°C E ENTEROBACTÉRIAS EM AMOSTRAS DE PÉS, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA RECHILLER.....	54
TABELA 6 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE <i>SALMONELLA</i> SPP. EM AMOSTRAS DE PÉS, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA RECHILLER.....	54
TABELA 7 - RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE CORAÇÃO, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	55
TABELA 8 - RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE CORAÇÃO, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	55
TABELA 9 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COLIFORMES A 45°C E ENTEROBACTÉRIAS EM AMOSTRAS DE CORAÇÃO, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	56

TABELA 10 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE <i>SALMONELLA</i> SPP. EM AMOSTRAS DE CORAÇÃO, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	56
TABELA 11 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE AMÔNIA, COR E TURBIDEZ DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE MOELA, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	57
TABELA 12 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE PH DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE MOELA, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	57
TABELA 13 - RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE MOELA, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	58
TABELA 14 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COLIFORMES A 45°C E ENTEROBACTÉRIAS EM AMOSTRAS DE MOELA, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	58
TABELA 15 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE <i>SALMONELLA</i> SPP. EM AMOSTRAS DE MOELA, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	59
TABELA 16 - RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE FÍGADO, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	59
TABELA 17 - RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE FÍGADO, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	60
TABELA 18 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COLIFORMES A 45°C E ENTEROBACTÉRIAS EM AMOSTRAS DE FÍGADO, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”.....	61

TABELA 19 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE <i>SALMONELLA</i> SPP. EM AMOSTRAS DE FÍGADO, COLETADAS ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA “RECHILLER”	61
--	----

LISTA DE SIGLAS

CMS	Carne Mecanicamente Separada
DIF	Departamento de Inspeção Final
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
DTA	Doenças Transmitidas por Alimentos
GTA	Guia de Trânsito Animal
LPS	Lipopolissacarídeo
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NMP	Número Mais Provável
PAC	Programa de Autocontrole
PPHO	Procedimento Padrão de Higiene Operacional
SAA	Sistema de abastecimento de água para consumo humano
SAI	Solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano
SAC	Solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
TGI	Trato gastrointestinal
VMP	Valor Máximo Permitido

Sumário

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVOS	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 PANORAMA DA AVICULTURA	18
2.2 PRINCIPAIS ETAPAS DO FLUXOGRAMA DE ABATE DE AVES	19
2.3 SISTEMAS DE PRÉ-RESFRIAMENTO	26
2.3.1 Pré-resfriamento de carcaças de frango por imersão em água	27
2.3.2 Pré-resfriamento de carcaças de frango por ar forçado	29
2.3.3 Pré-resfriamento de carcaças de frango por aspersão em água gelada ou método de resfriamento evaporativo	30
2.3.4 Pré-resfriamento de carcaças de frango por resfriador tubular de água para “chiller”, reconhecido como “rechiller”	30
2.4 LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS SOBRE A POTABILIDADE DA ÁGUA	31
2.4.1 Padrões de Potabilidade da Água	32
2.5 RECURSOS HÍDRICOS E O CONSUMO DE ÁGUA EM ABATEDOUROS DE AVES	35
2.6 MICRO-ORGANISMOS ASSOCIADOS ÀS CARCAÇAS DE FRANGO DE CORTE	38
2.6.1 Coliformes Totais e Termotolerantes	38
2.6.2 Enterobactérias	40
2.6.2.1 <i>Escherichia coli</i>	41
2.6.2.2 <i>Salmonella</i> spp.	42
2.7 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS CARCAÇAS DE FRANGO DE CORTE	46
3 MATERIAL E MÉTODOS	49
3.6 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS	49
3.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	50
3.8 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	51
3.9 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	51
4 RESULTADOS	52
5 DISCUSSÃO	61
6 CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de proteína animal, sobretudo de carne de frango, assume um papel de destaque na produção e exportação em nível mundial (ABPA, 2020). Em 2020, o Brasil foi o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, com 13,845 milhões de toneladas produzidas, ficando atrás somente dos Estados Unidos e da China, além de ser o maior exportador de carne de frango do mundo. Do total de carne de frango produzida pelo país em 2020, 69% foi destinado ao mercado interno e 31% ao mercado externo (ABPA, 2021).

Para se manter esse cenário, a indústria avícola brasileira deve buscar continuamente a adoção de novas tecnologias para otimizar o uso de recursos naturais, como a água, pois o abate de frangos de corte demanda uma elevada quantidade de água para sua realização. Segundo a Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998, estima-se que o consumo médio de água por ave/dia, em abatedouros avícolas, seja de 30 litros, incluindo todas as seções do abatedouro (BRASIL, 1998). Por exemplo, em uma empresa que abate em média 150 mil aves/dia gasta-se 4500m³ de água por dia, sendo o pré-resfriamento um dos estágios que contribuem para o elevado gasto de água entre as diferentes operações do abate. Estima-se que a etapa do pré-resfriamento pode consumir até 25% do total de água utilizada em um abatedouro frigorífico (RIELLA e GERLOFF, 2009).

A etapa de pré-resfriamento das carcaças e miúdos de frangos de corte é uma das mais importantes do abate, pois além de contribuir para a redução das taxas de crescimento microbiano, influencia também nos principais indicadores de qualidade sensorial da carne, como o sabor, aparência e textura (SAVELL et al., 2005; CARCIOFI e LAURINDO, 2010).

Os métodos que podem ser utilizados para o pré-resfriamento das carcaças de aves, de acordo com a legislação vigente, incluem a imersão em água, aspersão de água gelada, o resfriamento por ar frio ou outros métodos aprovados pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) (BRASIL, 1998). Entretanto, nos abatedouros frigoríficos de aves brasileiros predomina o sistema de imersão em tanques de resfriamento contendo água hipoclorada (CARCIOFI, 2005).

Apesar de ser o método mais utilizado no país, o sistema de pré-resfriamento por imersão possui como desvantagem o grande consumo de água e energia para que as temperaturas ideais nas carcaças e miúdos sejam atingidas. Dessa maneira, para aprimorar os processos tradicionalmente adotados, a indústria avícola tem buscado alternativas que

visem melhorar a eficiência desses processos e otimizar a utilização dos recursos naturais (SANTINI & FILHO, 2003; CLARK, 2011). Uma das alternativas que vem sendo adotadas pela indústria avícola é o resfriamento da água dos tanques de pré-resfriamento por meio do sistema “rechiller”, que consiste na recirculação da água por regeneradores de frio constituídos de aço inox, onde ocorre a troca térmica entre a amônia (fluido refrigerante) e a tubulação que contém água dos tanques de pré-resfriamento, fazendo-a retornar a uma temperatura de aproximadamente 0,2 a 1,0°C e mantendo a temperatura da água do sistema de pré-resfriamento de acordo com as exigências da legislação.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso do “rechiller” sobre a qualidade higiênico-sanitária da água, dos pés e miúdos (coração, moela e fígado) em um abatedouro frigorífico de aves, por meio de análises microbiológicas e físico-químicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA DA AVICULTURA

A indústria avícola brasileira, especialmente de carne de frango, apresenta relevância na produção e exportação no âmbito mundial (ABPA, 2020). Em 2020, o Brasil foi o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, com 13,845 milhões de toneladas produzidas, ficando atrás somente dos Estados Unidos que produziram 20,239 milhões de toneladas e da China com 14,600 milhões de toneladas, além de ser o maior exportador de carne de frango do mundo, com 4,231 milhões de toneladas exportadas por ano, gerando uma receita de 6,097 milhões de dólares. Do total de carne de frango produzido no país em 2020, 69% foi destinado ao mercado interno e 31% ao mercado externo (ABPA, 2021).

A carne de frango é consumida igualmente em todas as classes sociais, sendo o tipo de carne mais consumido pelos brasileiros (ABPA, 2021 e EMBRAPA, 2021a). Em 2020, estima-se que o consumo de carne de frango por habitante foi de 45,27 kg/hab/ano, enquanto o consumo das carnes bovina e suína foi de 24,4 kg/hab/ano (EMBRAPA, 2021b) e 16 kg/hab/ano (ABPA, 2021), respectivamente. Mais de 50% da população brasileira declara ter conhecimento de que o Brasil é o maior exportador de carne de

frango do mundo e 80% da população consome carne de frango no mínimo de 2 a 3 vezes por semana (ABPA, 2021).

No ano de 2020, os maiores estados brasileiros produtores de carne de frango foram o Paraná com 35,47%, seguido de Santa Catarina com 14,88%, Rio Grande do Sul com 14,02%, São Paulo com 8,21%, Goiás com 7,42% e Minas Gerais, no sexto lugar, com 7,31% do total produzido. As principais unidades federativas associadas às exportações foram Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Minas Gerais aparece em sétimo lugar, representando 2,7% das exportações brasileiras (ABPA, 2021).

Os principais países importadores de carne de frango do Brasil, em 2020, foram China, Arábia Saudita, Japão, Emirados Árabes Unidos, África do Sul, União Europeia e outros países. Os produtos são predominantemente exportados na forma de cortes, seguidos de produtos inteiros, salgados, embutidos e industrializados (ABPA, 2021).

2.2 PRINCIPAIS ETAPAS DO FLUXOGRAMA DE ABATE DE AVES

O abate de frangos de corte, nos abatedouros frigoríficos, deve ser realizado de acordo com os parâmetros estabelecidos na Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998 (BRASIL, 1998) e com as atualizações trazidas pela Portaria N° 74, de 7 de maio de 2019 (BRASIL, 2019a). As figuras 1A e 1B descrevem todas as etapas da operação de abate no abatedouro frigorífico de aves.

Figura 1 A. Fluxograma do abate das aves no abatedouro frigorífico - Parte 1.

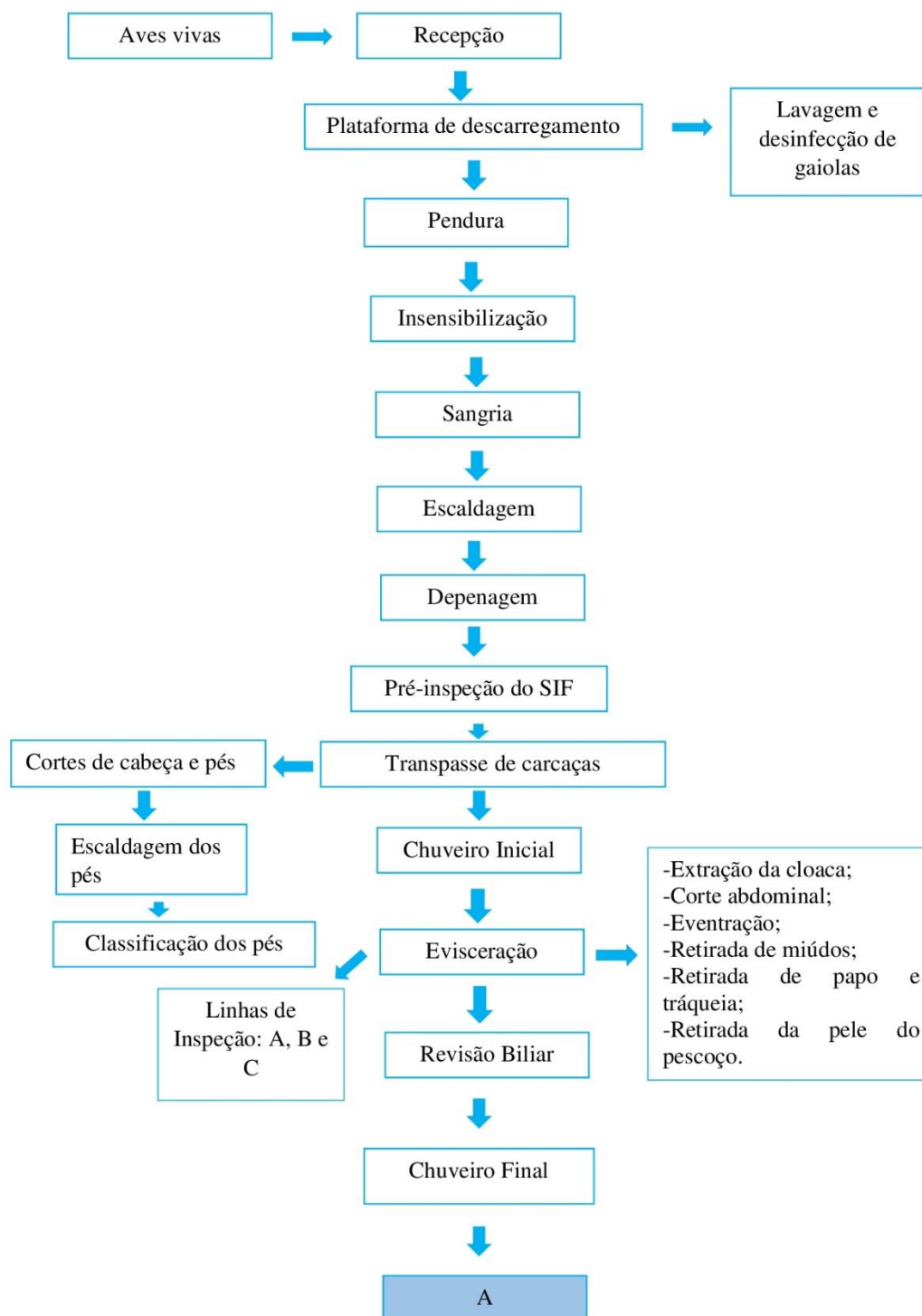
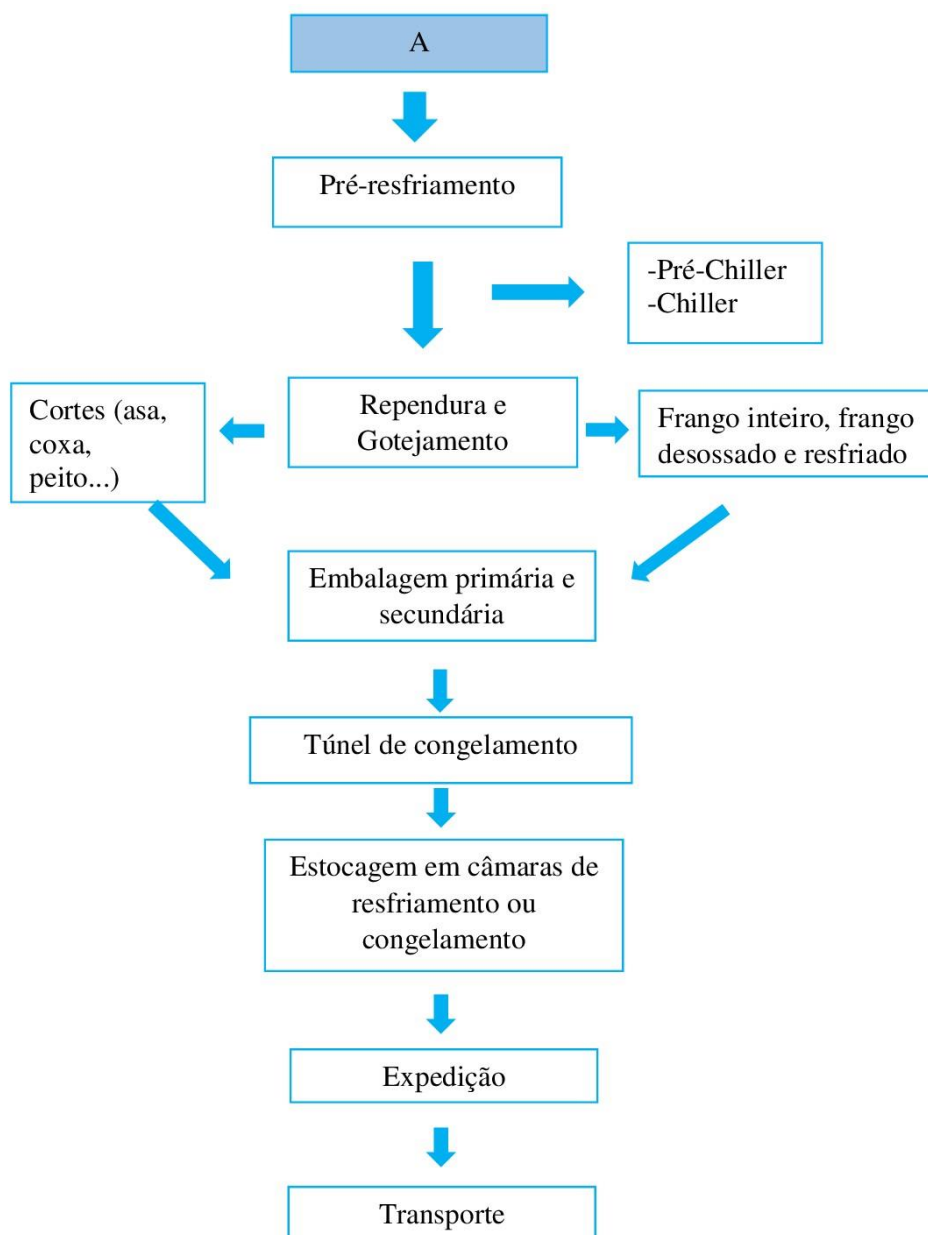


Figura 1 B. Fluxograma do abate das aves no abatedouro frigorífico - Parte 2.



O início do fluxo de abate é determinado pela recepção e pelo recebimento das aves vivas nos galpões de espera. A etapa de recepção é caracterizada pela identificação e pesagem dos caminhões em uma balança alocada na portaria da indústria. Nesta etapa, o inspetor confere o boletim sanitário do lote que será abatido em seguida. Neste documento há registros sobre o uso de algum medicamento veterinário ou vacina aplicado no lote. Caso tenha feito uso de algum medicamento é verificado se o período de carência foi respeitado, e, na ocorrência de uso de medicamento sem respeitar o período de carência, todo o lote será abatido, incinerado e destinado ao aterro sanitário. Além disso,

é verificada a Guia de Trânsito Animal (GTA), na qual é identificado o número do lote, número de aves por caixa, o nome do integrador e a cidade. Por fim, é avaliada a compatibilidade dos dados entre a ficha de acompanhamento do lote (FAL) com o boletim sanitário.

Após a conferência dos documentos, os animais vivos são direcionados aos galpões de espera. Esta área deve ser coberta, ficando livre da incidência de raios solares e chuva, além de apresentar ventiladores e nebulizadores para controlar a temperatura e umidade do local, reduzindo ao máximo o estresse calórico das aves, conforme estabelecido Portaria N°210, de 10 de novembro de 1998. Os animais devem ser descarregados logo após a chegada no estabelecimento, sendo assim, a espera no local deve ser a menor possível. O período de jejum das aves não deve exceder o total de 12 horas (BRASIL, 2021)

Em seguida as aves são destinadas à plataforma de descarregamento. Nesta etapa, as caixas devem estar totalmente fechadas afim de evitar fuga do animal para o ambiente externo. Além disso, as caixas devem ser descarregadas, individualmente, sem se colidirem, para evitar lesões e hematomas no corpo dos animais. Após a finalização dessa etapa o caminhão é lavado e desinfetado, assim como as gaiolas.

A “pendura” é a etapa seguinte. Nesta fase as aves são retiradas das caixas cuidadosamente e penduradas, individualmente, pelas duas patas, de maneira ágil e cuidadosa, impedindo formações de lesões e contusões nos pés e nas carcaças. A luz do ambiente deve ser, preferencialmente, de cor azulada para evitar estresse ao animal.

A insensibilização nas aves é feita por descarga de corrente elétrica, denominada eletronarcose. Nesse método, as aves são penduradas em ganchos de metal presos a nórea em movimento e passam por uma cuba repleta de água eletrificada, o que leva à despolarização dos neurônios do cérebro do animal. O objetivo da descarga elétrica é impedir a passagem de estímulos elétricos, e conseqüentemente tornar os animais insensibilizados à dor e inconscientes no momento da sangria (WSPA, 2010). As aves neste estado apresentam menor índice de hemorragias internas, causadas por fratura ou lesões no corpo da ave, visto que diminuem movimentos descontrolados até o momento da sangria (CARCIOFI, 2005). Para certificar que os animais estão em um estado de inconsciência avaliam-se alguns critérios como: ausência de respiração rítmica, de reflexo córneo/piscar espontâneo e de bater coordenado das asas. Após a insensibilização, os animais têm até 12 segundos para serem sangrados (BRASIL, 2021). Em hipótese

alguma, deve-se promover a morte das aves por método de insensibilização, conforme estabelecido na Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998.

A operação da sangria consiste no corte dos grandes vasos, que incluem as artérias carótidas e veias jugulares, promovendo rápido, profuso e o mais completo possível escoamento do sangue, impedindo que o animal recupere a sensibilidade (BRASIL, 2021). Após a sangria o animal deve percorrer um túnel para o escoamento total do sangue, em um trajeto que deve durar no mínimo três minutos.

As duas etapas seguintes têm como objetivo retirar as penas das aves. A escaldagem é uma etapa obrigatória, executada após o término da sangria. Este estágio consiste na imersão das carcaças em um tanque com água aquecida por meio de vapor (BRASIL, 1998). Em hipótese alguma é permitido a entrada de aves vivas na “escaldadeira”. Para um eficiente processo deve-se controlar a temperatura entre 54 a 58 °C, além do tempo de permanência da carcaça e da renovação da água no sistema. A depenagem baseia-se na retirada das penas de maneira mecanizada, executada com as aves suspensas pelos pés e processadas após a escaldagem (BRASIL, 1998), em “depenadeiras” que removem as penas da carcaça com o auxílio de dedos de borracha.

Antes das carcaças realizarem a troca de nórea para adentrar a área de evisceração (área limpa) é feita uma pré-inspeção pelos agentes do Serviço de Inspeção Federal (SIF). A pré-inspeção do SIF ocorre após a depenagem, sendo essencial para as linhas de inspeção do SIF, uma vez que nesse momento a carcaça poderá ser condenada, antes de entrar para evisceração. Os operadores do SIF são responsáveis em identificar se há escaldagem excessiva, aspecto repugnante, evisceração retardada, caquexia, sangria inadequada, contaminação e contusão. Caso sejam detectadas tais alterações as carcaças são descartadas e destinadas para as unidades de beneficiamento de produtos não comestíveis. Posteriormente, é realizado o transpasse de carcaças (troca de nóreas) que ocorre, após a pré-inspeção realizada pelos os agentes do SIF. Neste momento, as carcaças são destinadas para a retirada da cabeça e, em seguida, dos pés. Os pés são transpassados por uma nórea que os levam para a “escaldadeira” de pés (para retirar a cutícula) e, posteriormente para a etapa de classificação de pés. Por fim são destinados por uma tubulação até os “chiller” de pés.

Após o transpasse, as carcaças vão passar pela primeira vez por um chuveiro com aspersão de água, denominando como chuveiro inicial, alocado na entrada da sala de evisceração. Deste modo, as carcaças são lavadas com água sob adequada pressão, com

jetos orientados no sentido que toda carcaça seja lavada (BRASIL, 1998). O objetivo desse chuveiro é eliminar contaminações presentes na parte externa da carcaça.

Subsequentemente, é realizada a etapa de evisceração, que pode ser manual ou automatizada. Em ambas as operações devem ser observados os cuidados necessários para evitar o rompimento de vísceras e o contato das carcaças com superfícies contaminadas (BRASIL, 1998). A evisceração não automatizada deve ser, obrigatoriamente, realizada com as aves suspensas em ganchos de material inoxidável, presos em trilhagem aérea mecanizada, sob a qual deverá ser instalada uma calha de material inoxidável, não corrosível, de superfície lisa e de fácil higienização, de modo que as vísceras não comestíveis sejam captadas e carregadas para os coletores, ou conduzidos diretamente para a seção de subprodutos não comestíveis (BRASIL, 1998). Já a evisceração automática é iniciada pela extração e oclusão da cloaca, seguida pelo corte abdominal, corte da pele do pescoço e a eventração (exposição das vísceras), realizada por uma máquina evisceradora. Esta máquina separa os miúdos (coração, fígado e moela) para serem inspecionados mais adiante. O trato gastrintestinal (TGI) é destinado para uma tubulação de subprodutos que serão destinadas as unidades de beneficiamento de produtos não comestíveis. Nesta fase há três linhas de inspeção do SIF, são elas: Linha A caracterizada pela inspeção da cavidade interna da carcaça, analisando se há contaminação biliar ou a presença de algum órgão; a linha B a inspeção das vísceras, avaliando a cor, formato, odor e textura e, por fim a linha C que avalia externamente a carcaça, identificando presença de hematomas, fraturas, ou outra anormalidade.

As aves condenadas parcialmente após linha de inspeção do SIF são destinadas ao Departamento de Inspeção Final (DIF), cujo objetivo é retirar as porções inaptas ao consumo humano descartando-as em uma caixa vermelha. Já a parte apropriada (cortes condicionais) ao consumo é direcionada por um chute automático ao “chiller” de cortes condicionais ou a carcaça poderá retornar à linha principal. Ao fim desta etapa retira-se o papo, a traqueia e a pele do pescoço.

A revisão biliar é uma etapa crucial realizada nas carcaças antes delas adentrarem nos tanques de pré-resfriamento. Nesta fase é identificada se a presença ou ausência de contaminação biliar na parte interna e/ou externa da carcaça. Caso identifique a presença de contaminação biliar, a carcaça é deslocada para gancheira de refile para a retirada da contaminação com auxílio de uma faca.

O chuveiro final consiste na realização da lavagem final das superfícies interna e externa das carcaças. Não é permitido qualquer manipulação das carcaças após o

procedimento de lavagem conforme definido na Portaria Nº210, de 10 de novembro de 1998.

A etapa de pré-resfriamento no sistema de “pré-chiller” e “chiller” é uma fase primordial no fluxograma de abate de aves visto que neste momento a temperatura da carcaça cai consideravelmente, diminuindo a chance de crescimento microbiano. As carcaças passam, inicialmente, pelo “pré-chiller” com temperatura não superior a 16°C, permanecendo no máximo 30 minutos e em seguida pelo “chiller” com temperatura máxima de 4°C. Após a saída do “chiller” as carcaças devem apresentar temperatura no interior do peito, de no máximo 7°C (BRASIL, 1998). Os miúdos, cabeça, pés e cortes condicionais também passam pelo sistema de pré-resfriamento, entretanto, cada produto fica no “chiller” correspondente, seguindo o mesmo padrão quanto à temperatura, ou seja, no máximo 4°C.

A rependura e o gotejamento das carcaças são as fases seguintes a saída do “chiller”. A carcaça é rependurada após a saída do “chiller” para o escoamento da água decorrente da operação do pré-resfriamento, caracterizada como a etapa de gotejamento. Ao final desta etapa, a absorção de água nas carcaças de aves submetidas ao sistema de pré-resfriamento por imersão não deve ultrapassar a 8% de seus pesos (BRASIL,2019a). Após essa etapa, as carcaças podem ser destinadas à produção de frango inteiro (congelado ou resfriado), frango desossado ou à sala de cortes.

Em seguida, os produtos são estocados nas câmaras para produtos resfriados ou para congelados. As câmaras de resfriamento deverão apresentar temperatura de -1°C (menos um grau centígrado) a 4°C, tolerando-se no máximo, a variação de um grau centígrado. Já os produtos congelados deverão ser estocados em câmaras próprias, com temperatura nunca superior a -18°C (dezoito graus centígrados negativos). As carcaças de aves congeladas não deverão apresentar na intimidade muscular temperatura superior a -12°C (doze graus centígrados negativos), com tolerância máxima de 2°C (dois graus centígrados) (BRASIL, 1998).

A expedição se refere à etapa final de todo o processo, desse modo, os produtos são retirados das câmaras de estocagem de produtos congelados ou resfriados com auxílio de um carrinho, encaminhados para os veículos transportadores. Os veículos empregados no transporte de carcaças e miúdos deverão possuir carrocerias construídas de material adequado, a par do isolamento apropriado e revestimento interno de material não oxidável, impermeável e de fácil higienização e dotados de unidade de refrigeração

(BRASIL, 1998). Ao fim desta etapa, o produto poderá ser destinado ao comércio para sua comercialização e, conseqüentemente, aos clientes.

2.3 SISTEMAS DE PRÉ-RESFRIAMENTO

Segundo a Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998, pré-resfriamento é caracterizado como o processo de redução da temperatura das carcaças de aves, imediatamente após as etapas de evisceração e lavagem (chuveiro final), realizado por sistema de aspersão de água gelada; imersão em água gelada ou água e gelo por resfriadores contínuos, tipo rosca sem fim; resfriamento por ar (câmaras frigoríficas) ou outros processos tecnológicos desde que aprovados pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) (BRASIL, 1998).

Os abatedouros frigoríficos de aves no Brasil, majoritariamente, resfriam as aves removendo calor das carcaças em tanques de aço inoxidável preenchidos com água gelada ou água e gelo, de maneira que as carcaças sejam distribuídas e transportadas em um sistema de rosca sem fim, reconhecido como “chiller” (CARCIOFI, 2005). Normalmente, utiliza-se nas indústrias dois tanques de resfriamento, sendo o primeiro denominado como “pré-chiller” de lavagem e o segundo tanque nomeado como “chiller” resfriador (CARCIOFI, 2005). Esse tipo de pré-resfriamento é amplamente utilizado em países da América do Sul, sobretudo, no Brasil e na América do Norte, nos Estados Unidos (FERRAZ et al., 2021). Em contrapartida, as indústrias processadoras europeias, geralmente utilizam o pré-resfriamento por ar frio (câmaras frigoríficas) (LORENZETTI, 2016).

O pré-resfriamento das carcaças de frango é uma das etapas mais importantes no processamento da carne de frango, uma vez que reduz consideravelmente a temperatura da carcaça, além de diminuir a contagem bacteriana e influenciar diretamente em parâmetros relacionados a qualidade da carne como sabor, aparência e textura (SAVELL et al., 2005). Além disso, o processo de pré-resfriamento ocorre, posteriormente, às etapas de evisceração e chuveiro final, sendo uma exigência estabelecida na Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998 (BRASIL, 1998). A etapa de pré-resfriamento contribui para preservação da qualidade da carne de frango, visto que em baixas temperaturas o processo de resfriamento reduz as velocidades das reações bioquímicas e do crescimento microbiano, deste modo, alargando a vida útil dos produtos e, conseqüentemente, a vida de prateleira (CARCIOFI e LAURINDO, 2010 e LORENZETTI, 2016).

2.3.1 Pré-resfriamento de carcaças de frango por imersão em água

O pré-resfriamento por imersão em água é uma técnica rápida para remoção de calor de carcaças de aves, relativamente de baixo custo e amplamente utilizada nas indústrias avícolas, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos (LUCAS e RAOULT-WACK, 1988; CARCIOFI e LAURINDO, 2010 e RODRIGUES et al., 2014).

Posteriormente às etapas de evisceração e do chuveiro final, as carcaças devem ser pré-resfriadas imediatamente. Nesse processo, as carcaças são mergulhadas na água gelada ou em água com gelo, sendo resfriadas desde uma temperatura de, aproximadamente, 40°C até 4°C. A temperatura deve ser avaliada no centro do músculo peitoral do frango, visto que é considerado o ponto mais quente na saída do equipamento (RODRIGUES, 2013).

O pré-resfriamento das carcaças é feito no “pré-chiller” e “chiller”, que são tanques semicilíndricos, constituídos por material de aço inoxidável, dotados de uma hélice interna que se move lentamente, promovendo o deslocamento das carcaças (RODRIGUES, 2013). Os “chillers” operam com renovação contínua de água com circulação contracorrente ao sentido das aves, sendo conduzidas de uma extremidade a outra do equipamento, pela rosca sem fim. Na entrada do tanque de pré-resfriamento as aves são derrubadas das nóreas no “pré-chiller” e são transportadas para o “chiller” pelas “pás” que ficam acopladas na última volta da rosca sem fim do “pré-chiller”, desta mesma maneira, ocorre a passagem das carcaças de aves do “chiller” para a linha de abate (CARCIOFI, 2005).

Com objetivo de reduzir rapidamente a temperatura da carcaça, ao longo dos tanques de resfriamento existem pontos de distribuição de gelo, os quais são alimentados em um ou mais pontos ou até estar ausente em alguns tanques. Neste caso, é o resfriador tubular de água para “chiller” (“Rechiller”), no qual utiliza líquidos refrigerantes, amônia ou etileno-glicol, para reduzir a temperatura da água (CARCIOFI, 2005 e FERRAZ et al., 2021). Além disso, o sistema de injeção de ar (industrialmente conhecido como borbulhamento), constituídos de bicos injetores de ar, localizados na parte inferior do tanque de pré-resfriamento (“chiller”) e acoplados a uma linha de ar comprimido possibilita a entrada de ar, acarretando em maior agitação da água e, por conseguinte, maior taxa de resfriamento da carcaça, assim como maior absorção de água pela carcaça (CARCIOFI, 2005). Por isso, o sistema de injeção de ar deve ser utilizado com cautela,

além disto, o ar deve ser previamente filtrado, antes de ser injetado nos tanques de pré-resfriamento (BRASIL, 1998).

O tamanho dos tanques de pré-resfriamento varia de acordo com o tamanho da planta frigorífica, do volume de abate e da necessidade resfriamento das carcaças de frango pautada pela velocidade da linha de abate (CARCIOFI, 2005).

A Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998 determina alguns parâmetros que devem ser respeitados quando instalado o sistema de pré-resfriamento por imersão em água nas indústrias avícolas. A renovação de água ou água gelada dos resfriadores contínuos tipo rosca sem fim, durante os trabalhos, deverá ser constante e em sentido contrário à movimentação das carcaças (contracorrente), na proporção mínima de 1,5 litros por carcaça no primeiro estágio, o “pré-chiller” e 1 litro por carcaça no segundo estágio, o “chiller”. Os miúdos devem ser pré-resfriados em resfriadores contínuos, por imersão, tipo rosca sem fim, obedecendo a temperatura máxima de 4°C e renovação constante da água, no sentido contrário aos movimentos dos miúdos, na proporção mínima de 1,5 litros por quilo (BRASIL, 1998).

A água utilizada nos sistemas de pré-resfriamento deve apresentar os padrões de potabilidade descritos na Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde. Além disso, a água de renovação, do sistema de pré-resfriamento por imersão, poderá ser hiperclorada, permitindo-se no máximo 5ppm de cloro livre. A temperatura da água residente, medida nos pontos de entrada e saída das carcaças do “pré-chiller”, não deve ser superior a 16°C, sendo o tempo máximo de permanência das carcaças de 30 minutos e no “chiller” não deve ultrapassar a temperatura de 4°C (BRASIL, 1998).

Cada tanque do sistema de pré-resfriadores contínuos por imersão deve ser completamente esvaziado, limpo e desinfetado pelo menos nos intervalos dedicados a higienização pré-operacional (BRASIL, 2019a). Além disso, o reaproveitamento da água nesses sistemas de imersão poderá ser permitido desde que os padrões de potabilidade da água estejam dentro dos valores de referência determinados nas legislações vigentes de potabilidade da água (BRASIL, 1998).

A temperatura das carcaças ao final do processo de pré-resfriamento, deverá ser igual ou inferior a 7°C, tolerando-se 10°C, desde que as carcaças sejam destinadas ao congelamento imediato (BRASIL, 1998).

2.3.2 Pré-resfriamento de carcaças de frango por ar forçado

Mercados mais exigentes, como a União Europeia, preferem a técnica de resfriamento por ar forçado quando comparado a imersão em água, uma vez que a técnica por imersão favorece maior absorção de água pelas carcaças durante o processo de resfriamento nos tanques resfriadores (RODRIGUES, 2013). Mesmo que a Portaria N° 74, de 7 de maio de 2019 controle a absorção de água pela carcaça, após a saída do “chiller”, isto é, a absorção de água nas carcaças não deve ultrapassar 8% de seus pesos, o resfriamento de carcaças de frango por ar forçado está ganhando notoriedade nos Estados Unidos, devido ao baixo consumo de água e a baixa absorção de água pela carcaça, além de reduzir a formação de descargas de águas residuais das indústrias processadoras (HUEZO et al., 2007; RODRIGUES, 2013 e RODRIGUES, 2014). No entanto, no Brasil, esse tipo de resfriamento é realizado de maneira pontual, por exemplo, é o caso do resfriamento de perus na unidade industrial da Perdigão, em Carambeí-PR (CARCIOFI, 2005).

O método de pré-resfriamento por ar forçado, consiste no direcionamento de ar frio, diretamente nas carcaças, atingindo a cavidade abdominal ou peitoral dos frangos, mas também pode ocorrer o resfriamento pela circulação de ar refrigerado, com baixa velocidade de ar, instalados em uma câmara frigorífica (câmara refrigerada/ túnel de resfriamento). As carcaças devem permanecer nestas câmaras de refrigeração até atingirem a temperatura de 4°C (ZHUANG et al., 2009; RODRIGUES, 2013 e RODRIGUES et al., 2014).

A principal vantagem do resfriamento por ar forçado é do ponto de vista sanitário uma vez que as carcaças resfriadas por este método apresentam menor chance de contaminação microbiológica em comparação à técnica de imersão em água, uma vez que a água que envolve os frangos nos tanques de pré-resfriamento, normalmente, possui alta carga microbiana oriunda da própria ave, deste modo, apresentando maiores chances de contaminação na carne durante o processo de imersão na água nos “chillers” (CARCIOFI, 2005). Em contrapartida, como principais desvantagens relatadas neste método de ar forçado são: maior tempo para resfriar a carcaça ao comparar com o resfriamento por imersão, além de considerável perda de massa, acarretando em um aspecto ressecado na pele do frango (SAMS, 2001 e RODRIGUES, 2013).

2.3.3 Pré-resfriamento de carcaças de frango por aspersão em água gelada ou método de resfriamento evaporativo

O método de pré-resfriamento evaporativo empregado na indústria avícola é uma alternativa ao método de pré-resfriamento por imersão em água gelada e por ar forçado (RODRIGUES, 2013 e RODRIGUES et al., 2014). Esta técnica é caracterizada pela pulverização de uma fina camada de água na superfície das carcaças, dispostas suspensas em câmaras de ar forçado, com temperaturas entre 2° a 4°C. Como vantagem deste processo é a remoção do calor das carcaças de maneira rápida e eficiente, uma vez que o calor é removido pela evaporação da água (JAMES et al., 2006 e RODRIGUES, 2013). Além da perda de calor pela evaporação, a carcaça também perde calor por convecção, assim, a combinação desses dois mecanismos acarretam em perdas de temperatura semelhante ao do resfriamento por imersão em água (JAMES et al., 2006). Como desvantagem desta técnica pode-se apontar a falta de controle e precisão de água pulverizada sobre a carcaça, sendo assim, o uso excessivo de água colabora para maior absorção de água pela carcaça (GREER e JONES, 1997 e RODRIGUES, 2013).

Entretanto, há outro processo alternativo para o pré-resfriamento de carcaças que combinam a técnica de imersão das carcaças em água fria mais o ar forçado. Este método é encontrado a nível industrial, em países europeus, e foi patenteado pela empresa Holandesa TOPKIP®. Esta técnica consiste em duas fases, sendo a primeira caracterizada por vários mergulhos da carcaça, de curta duração, em tanques de resfriamento, seguidos de resfriamento pela passagem de ar forçado na carcaça, alocado na sala de resfriamento, equipada com evaporadores e ventiladores, controlando a temperatura do ar em 0°C. O tempo máximo de permanência das carcaças no tanque é de cerca de 4 minutos e o gasto de água, necessário, por ave, é de aproximadamente 0,5 litros (TOPKIP, 2021). Como vantagem desta técnica há menor perda de massa ao comparar ao método de ar forçado; não há absorção de água pela carcaça; há uma economia de até 95% no consumo de água ao comparar a técnica por imersão em água, bem como há redução de até 50% no tempo de resfriamento e de 40% de economia de energia ao comparar o método de resfriamento por ar convencional (TOPKIP, 2021).

2.3.4 Pré-resfriamento de carcaças de frango por resfriador tubular de água para “chiller”, reconhecido como “rechiller”

O sistema “rechiller” é uma alternativa aos métodos de pré-resfriamento convencionais descritos na Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998, no entanto, o que difere das demais técnicas de pré-resfriamento é o seu mecanismo de funcionamento. O funcionamento do “rechiller” fundamenta-se na troca de calor entre a água dos tanques resfriadores com um fluido refrigerante (amônia ou etilenoglicol). Portanto, trata-se de um trocador de calor, isto é, a troca de calor ocorre entre a água do “chiller” que circula nos tubos internos do equipamento *RETMAC*® e do fluido refrigerante que circula nas tubulações externas do equipamento, dessa forma, não há nenhum tipo de contato com a água a ser resfriada e o fluido refrigerante e, por conseguinte, atinge-se temperaturas da água próximas ao ponto de congelamento. A água é bombeada continuamente para essas tubulações internas *RETMAC*® e, concomitantemente há renovação de água conforme estabelecido na Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998. A legislação vigente estabelece que a renovação de água deve ser 1,5 litro por carcaça no primeiro estágio de resfriamento, de 1 litro no último estágio de resfriamento e no caso dos miúdos a renovação de água deve ser de 1,5 litro por quilo (BRASIL, 1998; CARCIOFI, 2005 e MEBRAFE, 2020).

Os principais objetivos da instalação desse sistema numa indústria avícola é substituir a utilização de gelo nos “chillers” uma vez que o resfriamento da água ocorre diretamente pela evaporação do fluido refrigerante enquanto remove calor da água; obtenção de temperaturas finais do produto mais baixas e maior controle da capacidade de refrigeração, devido às variações de carga térmica inerentes ao processo, por exemplo, variação da velocidade de abate e o peso das carcaças (MEBRAFE, 2020).

Como vantagens do sistema “rechiller” têm-se menor consumo de energia; maior homogeneização da temperatura da água; menor consumo de gelo e, conseqüentemente de água; redução de desperdício de gelo visto que não há arraste de gelo para fora dos “chillers”; aumento da capacidade dos tanques de pré-resfriamento em resfriar um maior número de carcaças, devido às temperaturas serem mais baixas, isto é, próximas ao ponto de congelamento da água e maior assepsia, pois não há manipulação do gelo, durante o seu armazenamento e transporte (MEBRAFE, 2020). Entretanto, para instalação desse sistema na indústria avícola é necessária a aprovação do DIPOA conforme estabelecido na Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998.

2.4 LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS SOBRE A POTABILIDADE DA ÁGUA

De acordo com o art. 42 do Decreto nº 9.013/2017, a água utilizada nas áreas de produção industrial em abatedouros frigoríficos de aves deve ser potável (BRASIL, 2017), ou seja, deve atender ao padrão de potabilidade e não oferecer riscos à saúde humana (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

As indústrias de abate devem possuir rede de abastecimento de água com instalações para armazenamento e distribuição, em volume suficiente, para atender às necessidades industriais e sociais, além de apresentarem rede diferenciada e identificada para água não potável, quando a água for utilizada para outras aplicações, de forma que não ofereça risco de contaminação aos produtos (BRASIL, 2017).

A água deverá ser compulsoriamente clorada, garantindo sua inocuidade microbiológica, independentemente de sua procedência (água de superfície, represadas, nascentes, poços comuns ou tubulares profundos ou rede pública de abastecimento) e, além da cloração obrigatória, a Inspeção Federal exige o tratamento químico prévio quando necessário, que inclui floculação, sedimentação, filtração e neutralização (BRASIL, 1998).

Além disso, segundo o artigo 67 do Decreto nº 9.013/2017, os reservatórios de água devem ser protegidos de contaminação externa e higienizados regularmente e sempre que for necessário, assim como as fábricas de gelo e os silos de armazenamento (BRASIL, 2017).

2.4.1 Padrões de Potabilidade da Água

Os padrões de potabilidade da água foram estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 5, do Ministério da Saúde, de 28 de setembro de 2017 e incluem padrões microbiológicos e físico-químicos. Esses padrões podem ser definidos como um conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, que é definida pela legislação como água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos, assim como à higiene pessoal, independentemente de sua origem (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

A Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 contempla o padrão de potabilidade da água para consumo humano, água tratada na saída do tratamento e água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede), além do padrão organoléptico da água.

Em 2021, o anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, foi alterado pela Portaria de Consolidação Nº 888, de 4 de maio de 2021. Nesta mudança da legislação houve alterações no padrão organoléptico de potabilidade da água, além de mudanças nas definições e na nomenclatura da classificação das formas de abastecimento da água para consumo humano e também nos padrões bacteriológicos, retirando-se, por exemplo, a recomendação de monitorar o parâmetro bactérias heterotróficas, que anteriormente era utilizada para avaliar a integridade do sistema de distribuição.

Os parâmetros que devem ser avaliados para o controle bacteriológico da água variam de acordo com as formas de abastecimento de água para consumo humano. No caso de amostras provenientes do sistema denominado como Solução Alternativa Individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI), deve-se avaliar a presença ou ausência de *Escherichia coli*, em 100mL de amostra de água. Este parâmetro também deve ser avaliado nos sistemas de distribuição e pontos para consumo do Sistema de Abastecimento de Água para consumo humano (SAA) e da Solução Alternativa Coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC), sendo o Valor Máximo Permitido (VMP), a ausência em 100 mL de água. Na saída do tratamento de água do SAA e da SAC, deve-se realizar também a pesquisa de coliformes totais, sendo o VMP, a ausência em 100 mL de água. A presença de coliformes totais também deve ser avaliada nos sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes e nos sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes, conforme especificado no Quadro 1 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas imediatamente e informados à autoridade de saúde pública. Além disso, novas amostras devem ser coletadas após a implementação das ações corretivas, em dias sucessivos, até que revelem resultados satisfatórios (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Quadro 1. Padrão bacteriológico da água para consumo humano.

Formas de abastecimento	Parâmetro	VMP
SAI	<i>Escherichia coli</i> (1)	Ausência em 100mL
SAA e SAC- Sistemas de distribuição e pontos para consumo	<i>Escherichia coli</i> (1)	Ausência em 100mL
SAA e SAC - Na saída do tratamento	Coliformes totais (2)	Ausência em 100mL
SAA e SAC	Coliformes totais (3) -Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, poderá apresentar resultado positivo.
	Coliformes totais (3) -Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água.

Fonte: Adaptado do MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021.

VMP: Valor Máximo Permitido

SAI-Solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI)

SAA-Sistema de abastecimento de água para consumo humano

SAC-Solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano

(1): A presença de *E.coli* é um indicador de contaminação fecal.

(2): Ausência de Coliformes Totais no SAA e SAC é um indicador que houve eficiência no tratamento da água.

(3): Indicador da condição de operação e manutenção do sistema de distribuição de SAA e pontos de consumo e reservatório de SAC em que a qualidade da água produzida pelos processos de tratamento seja preservada (indicador de integridade).

Além dos padrões bacteriológicos, para a garantia da potabilidade da água, padrões organolépticos, que incluem amônia, cor aparente, turbidez e pH da água também devem ser mensurados no sistema de produção industrial, conforme apresentado no Quadro 2 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

Quadro 2. Padrão organoléptico de potabilidade da água.

Parâmetro	Unidade	VMP
Amônia (NH ₃)	mg/L	1,2
Cor aparente (1)	uH	15
Turbidez (2)	uT	5
pH		6 a 9,0

Fonte: Adaptado do MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021

VMP: Valor máximo permitido

(1): Unidade Hazen (mgPt-Co/L).

(2): Unidade de turbidez.

Apesar da Portaria de Consolidação Nº 888, de 4 de maio de 2021, ter retirado a recomendação de monitorar o parâmetro bactérias heterotróficas, a avaliação deste parâmetro é importante como um indicador da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede). Essas bactérias podem ser caracterizadas como todas as bactérias que utilizam nutrientes orgânicos para o seu crescimento e desenvolvimento e estão distribuídas em diversos substratos como na água, nos alimentos, no solo e na vegetação. Os principais patógenos bacterianos representantes desta categoria correspondem ao grupo coliformes, incluindo *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp., *Citrobacter* sp., *Serratia* sp. (MARTIN et al., 2004). A Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, estabelecia o limite de 500 UFC/mL para bactérias heterotróficas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Algumas espécies bacterianas contempladas no grupo de bactérias heterotróficas são consideradas patógenos oportunistas, ou seja, são capazes de causar doenças em hospedeiros imunocomprometidos (MARTIN et al., 2004). A contagem de bactérias heterotróficas na água fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água para consumo humano, de forma ampla (FREIRE e LIMA, 2012). A presença de bactérias heterotróficas acima do limite estabelecido conforme descrevia na Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 (máximo 500 UFC/mL), pode indicar que houve falha no sistema de cloração da água de abastecimento e/ou deficiência na limpeza e higienização de reservatórios de água e tubulações (MARTIN et al., 2004).

2.5 RECURSOS HÍDRICOS E O CONSUMO DE ÁGUA EM ABATEDOUROS DE AVES

A superfície do planeta Terra é recoberta em 75% por água, totalizando um volume aproximado de 1,4 bilhões de Km³. Deste total, 97,5% está distribuída nos oceanos, ou seja, água salgada, sendo considerada inadequada para o consumo direto e para a irrigação. Os 2,5% restantes são de água doce, sendo 69% concentradas em geleiras e calotas polares, 30% em águas subterrâneas, de difícil acesso e 1% encontram-se em rios (HÜBNER, 2001 e ANA, 2021). A água potável é um recurso renovável considerado um bem comum e natural, indispensável e insubstituível à manutenção da vida na Terra (SILVA, 2007).

O Brasil possui uma reserva hídrica de aproximadamente 13,7% de toda água doce disponível no planeta, sendo que 68,5% dessa água superficial concentra-se na bacia hidrográfica amazônica, localizada na região Norte do país. O centro-Oeste é a segunda região com maior disponibilidade de água do Brasil com 15,7%, seguida das regiões Sul, com 6,5%; Sudeste, com 6%; e Nordeste, com 3,3% (SILVA, 2007).

Os principais usos da água no Brasil estão distribuídos, em primeiro lugar, na irrigação, representando 66,1% do consumo total de água, em seguida na produção animal (11,6%), indústria (9,5%), abastecimento urbano (9,1%), abastecimento rural (2,5%), mineração (0,9%) e termelétricas (0,3%) (ANA, 2019). O consumo total estimado de todas essas demandas é de 1.101 m³/segundo (ANA, 2019).

A água é um dos principais recursos empregados num abatedouro de aves, tendo sua vazão mínima controlada pelo número de aves abatidas (litros/ave) além de ser utilizada para os processos de higienização operacional, diariamente (TEIXEIRA, 2014).

O consumo de água em um abatedouro frigorífico de aves inicia no galpão de espera, uma vez que as aves vivas devem ficar abrigadas em um local livre do sol, com ventiladores e umidificadores. Ainda na parte externa do abatedouro, posteriormente, ao descarregamento das aves, os caminhões e as gaiolas devem ser higienizados com água hiperclorada. A insensibilização é outra etapa que necessita de água visto que as aves são submergidas na cuba de insensibilização com amperagem e voltagem controladas. Em seguida é realizada a sangria e, depois, encaminhadas para a escaldagem, no qual as aves são imersas em um taque de escaldagem repleto de água, com renovação constante ao longo de todo o turno de abate. Ainda nesta área considerada como “área suja” gasta-se água para autolavagem de maquinários como depenadeira, cortadores de pés, cortadores de cabeça, entre outros equipamentos específicos para cada planta de abate (BAILONE & ROÇA, 2017).

Antes de adentrar na “área limpa”, no caso, a evisceração, as carcaças devem ser lavadas no “chuveiro inicial” com uma proporção mínima de 1,5 litros por carcaça (BRASIL, 1998). Nesta etapa também se gasta água com a autolavagem de maquinários (extratores de cloaca, vísceras e pulmões). Em seguida, as carcaças são destinadas aos tanques de pré-resfriamento (“pré-chiller” e “chiller”), assim como os miúdos, pés e cabeças direcionados aos “chillers”, respectivos de cada produto que também devem ser preenchidos com água antes de começar o abate, além disso, devem ter renovação de água constante de acordo com o descrito na Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998 (BAILONE & ROÇA, 2017). Na sala de desossa o uso da água é mais comedido,

utilizando apenas para higienização e esterilização das facas. Tem-se ainda a sala de lavagem de caixas de produtos comestíveis e não comestíveis, além da sala que produz gelo, utilizada para resfriar os tanques de pré-resfriamento. Além disso, as barreiras sanitárias, refeitórios, sanitários e vestiários também fazem uso de água. Vale ressaltar também o uso de água para realização do Procedimento Padrão de Higiene Pré-Operacional e Operacional (PPHO) nas dependências da planta frigorífica (BAILONE & ROÇA, 2017).

HÜBNER (2001) realizou um trabalho com o objetivo caracterizar o consumo de água no processo de industrialização animal, especificamente, no abate de aves. O estudo foi realizado no abatedouro de aves registrado no Serviço de Inspeção Federal (SIF) da empresa Seara Alimentos S.A, localizada no município de Jaraguá do Sul no estado de Santa Catarina, com abate médio diário, no mês de novembro de 2000, de 97.924 aves/dia. Diante disso, foi feita uma análise geral do uso de água no processo de produção de aves e um levantamento dos pontos onde há o maior consumo de água na indústria analisada. No mês de novembro de 2000 consumiu-se 42.047 m³ em toda unidade de abate, entretanto somente nas etapas de: recepção (lavatório); calha de evisceração; “chiller” para coração; “chiller”; calha de evisceração; expedição; fábrica de gelo; pias lavatórios e bebedouros foram consumidos 23.686 m³ de água, sendo que somente o consumo de água do “chiller” foi de 6.658m³. Já o setor de evisceração representou um consumo de 6.561m³ e o tanque de escaldagem 3.434m³. O consumo médio de água (L) por ave, em todo processo de abate, foi de 20,46L/ave/dia, ou seja, abaixo do valor médio descrito pela Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998, que é de 30L/ave/dia, mas ainda assim, dentro do valor de referência. Neste trabalho foi possível identificar que o maior consumo de água foi nas etapas de pré-resfriamento (“chiller”) e evisceração.

Em um trabalho realizado por BAILONE & ROÇA (2017) foi mensurado o consumo de água em um abatedouro frigorífico de aves registrado no SIF, com capacidade diária de abate de 100.000 aves/dia e velocidade média de abate de 10.000 aves/hora. Inicialmente foi contabilizado a quantidade de água que é utilizada para o enchimento da cuba de insensibilização, do tanque escaldador, do “pré-chiller”, do “chiller”, “chiller” de miúdos e do “chiller” de pés. Somando-se o volume de água necessário para encher todos esses tanques antes do início do abate, o valor foi de 61,825 m³. Além deste volume de água mencionado há também o volume de água de renovação constante para estes tanques conforme os valores determinados na Portaria N° 210, de 10

de novembro de 1998, totalizando um consumo de 444,99 m³ de água/dia. Somados, esses processos consumiam 506,815 m³ de água por dia na indústria em questão.

No trabalho de TEZA et al. (2017), que teve como objetivo diagnosticar e analisar o processo de gestão das águas em um abatedouro de aves, localizado na Zona da Mata de Minas Gerais, com capacidade de abate de até 24.000 aves/dia, calculou-se o consumo diário de água durante todas as etapas de abate. O consumo dessa indústria foi de aproximadamente 720.000 litros de água por dia, o que está dentro do valor estabelecido de 30 L/ave/dia mencionado na Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998.

Em uma escala global, a maior parte do uso da água ocorre na produção agrícola, mas também há o uso de volumes substanciais de água consumida e poluída pelos setores industriais e domésticos (TEZA et al., 2017).

2.6 MICRO-ORGANISMOS ASSOCIADOS ÀS CARCAÇAS DE FRANGO DE CORTE

Inúmeros micro-organismos bacterianos são capazes de causar intoxicação, toxi-infecção ou infecção alimentar em humanos, a partir do consumo de carne de frango contaminada. As principais bactérias isoladas de carne de aves são *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* e bactérias da família Enterobacteriaceae, como *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* enterohemorrágica (JAMES et al., 2006).

2.6.1 Coliformes Totais e Termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme são divididas em duas categorias: Coliformes Totais (CT) e Coliformes Termotolerantes (CTT). O grupo de coliformes totais é formado por mais de 20 espécies de bactérias, sendo algumas de origem do trato gastrointestinal (TGI) de humanos e outras do TGI de animais de sangue quente. São bastonetes Gram-negativo, não esporogênicos, anaeróbios facultativos (GEUS e LIMA, 2009). O grupo é caracterizado por fermentar lactose, com a produção de gás a 35°C, incubado em 24 a 48 horas. Esses micro-organismos podem ser encontrados em ambientes de fabricação de alimentos, deste modo, atuando como indicadores de qualidade higiênico-sanitária durante o processamento de alimentos (FSB, 2018).

Já os coliformes a 45°C, também reconhecidos como “coliformes de origem fecal” ou “coliformes termotolerantes” (BRASIL, 2001) são capazes de fermentar a lactose, com produção de gás a 44,5-45,5°C, em 24 horas. O grupo inclui três gêneros: *Escherichia* spp.; *Enterobacter* spp. e *Klebsiella* spp. Dentre esses gêneros, *Escherichia coli* é a única de origem fecal, portanto, a sua presença nos alimentos indica contaminação microbiana de origem fecal, devido às condições higiênicas inadequadas (FRANCO et al., 2008; GEUS e LIMA, 2009 e FSB, 2018). Sendo assim, a presença de coliformes totais e/ou termotolerantes nos alimentos, em altas contagens, pode indicar que houve falhas higiênicas ao longo do processamento e armazenamento do produto (HAJDENWURCEL, 1998).

A Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001, vigente até a finalização do experimento, determinava como padrão microbiológico de carnes *in natura*, resfriadas ou congeladas de aves, miúdos de aves e carnes cruas preparadas de aves congeladas, resfriadas ou temperadas, a pesquisa de coliformes a 45°, conforme descrito no Quadro 3.

Quadro 3. Padrões microbiológicos em carnes e derivados de aves.

Grupo de alimentos	Micro-organismo	Tolerância para amostra indicativa	Tolerância para amostra representativa			
			n	c	m	M
Carnes resfriadas ou congeladas, <i>in natura</i> de aves (carcaças inteiras, fracionadas ou cortes)	Coliformes a 45°C/g	10 ⁴	5	3	5x10 ³	10 ⁴
Miúdos de aves	Coliformes a 45°C/g	10 ⁵	5	3	10 ⁴	10 ⁵
Carnes cruas preparadas de aves, refrigeradas, congeladas ou temperadas	Coliformes a 45°C/g	10 ⁴	5	3	10 ³	10 ⁴

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2001

m: é o limite que, em um plano de três classes, separa o lote aceitável do produto ou lote com qualidade intermediária aceitável.

M: é o limite que, em plano de duas classes, separa o produto aceitável do inaceitável. Em um plano de três classes, M separa o lote com qualidade intermediária aceitável do lote inaceitável. Valores acima de M são inaceitáveis.

n: é o número de unidades a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente.

c: é o número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre os limites de m e M (plano de três classes). Por outro lado, nos casos em que o padrão microbiológico seja expresso por "ausência", c é igual a zero e aplica-se o plano de duas classes.

2.6.2 Enterobactérias

A família Enterobacteriaceae, uma das famílias de maior relevância no reino das bactérias, contempla mais de 40 gêneros e mais de 170 espécies bacterianas. Os principais patógenos isolados no homem e/ou nos animais são *Citrobacter* spp.; *Edwardsiella* spp.; *Enterobacter* spp.; *Escherichia* spp.; *Hafnia* spp.; *Klebsiella* spp.; *Morganella* spp.; *Proteus* spp.; *Providencia* spp.; *Salmonella* spp.; *Shigella* spp.; *Serratia* spp.; *Yersinia* spp. Estes patógenos estão entre os principais agentes responsáveis por desencadear infecção intestinal, em humanos. Além disso, a relação desses micro-organismos com os animais é de importância para saúde pública visto que os animais representam um vasto reservatório desses patógenos para humanos (MARTINEZ e TADDEI, 2015).

As enterobacteriáceas são bacilos gram-negativo, anaeróbios facultativos, reduzem nitrato a nitrito, fermentam glicose com ou sem produção de gás e utilizam amônia e glicose como fonte única de nitrogênio e carbono, respectivamente (MARTINEZ e TADDEI, 2015). Apresentam motilidade variável, são oxidase negativos, catalase positivos (ANVISA, 2004).

As enterobactérias são distribuídas no solo, na água, nas plantas, no trato gastrointestinal de humanos e animais. No entanto, algumas espécies são encontradas, exclusivamente, em alguns nichos, por exemplo, *Salmonella* Typhi, no trato gastrointestinal (TGI) de humanos, causando febre tifóide. Outras salmonelas, *Shigella* spp., *Yersinia enterocolitica* e vários sorotipos de *Escherichia coli* podem causar infecções gastrointestinais, assim como em outros sistemas (ANVISA, 2004 e ANVISA, 2021).

A maioria das espécies pertencentes a esta família apresenta filamento flagelar, cápsulas (antígenos k), atuando como fator de virulência uma vez que impede a ação dos fagócitos e dos anticorpos, membrana externa com lipopolissacarídeo (LPS), porinas e fimbrias que também atuam como fatores antigênicos (MARTINEZ e TADDEI, 2015).

As enterobactérias representam mais de 80% de todos os gram-negativo de relevância clínica, isolados na rotina microbiológica. Além disso, são responsáveis por, em média, 70% das infecções urinárias e 50% das septicemias (ANVISA, 2004).

2.6.2.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli é uma bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae. Caracterizada por ser um bastonete curto, gram-negativo, não esporulado, anaeróbio facultativo, mesófilo (com temperatura ótima de crescimento a 37°C). Além disso, possui mobilidade devido aos flagelos lofotríqueos e medem entre 1,1 a 1,5 µm por 2 a 6 µm (ASAE, 2021).

E. coli é membro da microbiota intestinal normal do ser humano, sendo, portanto, encontrada nas fezes de todos os indivíduos hígidos (MARTINEZ e TADDEI, 2015). Também podem ser isoladas do trato gastrointestinal de animais de sangue quente, no entanto, alguns sorotipos são patogênicos ao homem, podendo ser transmitidas pelo contato direto com os animais, contato com humano e consumo de água e/ou alimentos contaminados (ASAE, 2021). Essa estreita relação com as fezes do homem e dos animais como fonte de infecção representa a base do teste para averiguar contaminação fecal de água e alimentos (MARTINEZ e TADDEI, 2015).

Assim, *Escherichia coli* é um elementar parâmetro biológico a ser monitorado nos corpos d'água, dado que indica contaminação fecal, deste modo, corroborando o potencial da água em transmitir doenças. A mensuração desse indicador é importante, principalmente, em água utilizada no abatedouro, pois, se a água estiver contaminada com *E. coli* no sistema de distribuição do frigorífico, todo o abastecimento industrial será comprometido (ANA, 2019).

A espécie compreende pelo menos cinco sorotipos que causam infecção intestinal por diferentes mecanismos, caracterizada como *Escherichia coli* diarreiogênicas, são elas: *E. coli* enteropatogênia (EPEC), *E. coli* enteroemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC) e *E. coli* enteroinvasiva (EIEC). Há também as espécies associadas às infecções urinárias, meningites e outras infecções extraintestinais, denominadas como EXPEC (Extra intestinal Pathogenic *E. coli*) (MARTINEZ e TADDEI, 2015).

EHEC apresenta mais de 50 sorotipos, sendo a principal e mais estudada a *Escherichia coli* enteroemorrágica (EHEC) sorotipo O157:H7, além de ser considerada

como um dos principais patógenos causadores de diarreia em humanos associado ao consumo de alimentos contaminados, desta forma, caracterizada como uma Doença Transmitida por Alimentos (DTA). Geralmente é veiculada aos produtos de origem animal como carne, leite e derivados que não foram submetidos à pasteurização, mas também pode ser disseminada pela ingestão de água não clorada (ANVISA, 2004).

2.6.2.2 *Salmonella* spp.

O gênero *Salmonella* spp. pertence à família Enterobacteriaceae, abarcando duas espécies *Salmonella enterica* e *Salmonella bongori* com mais de 2600 sorovares. Morfologicamente são caracterizadas como bastonetes Gram-negativo e em sua estrutura externa, apresentam lipopolissacarídeos, flagelos, fímbrias e proteínas, cuja função é aderir e/ou invadir o epitélio intestinal do hospedeiro. Além disso, são anaeróbios e parasitas intracelulares facultativos e não esporogênicos (BRASIL, 2011; MENDONÇA, 2016). As salmonelas crescem em uma faixa de temperatura que varia de 5 a 45°C, sendo a temperatura ótima 37°C. A faixa de pH varia entre 4 a 9, sendo 7, o pH ideal (OLIVEIRA et al., 2012; MENDONÇA, 2016).

Essas bactérias são sensíveis quando submetidas ao aquecimento, isto é, são destruídas quando expostas à temperatura de 60°C, por um período mínimo de 15 a 20 minutos. O processo de congelamento não é capaz de provocar a destruição completa das salmonelas, contudo há redução significativa do número de células bacterianas viáveis (OLIVEIRA et al., 2012; MENDONÇA, 2016).

Salmonella spp. é amplamente distribuída no ambiente, podendo ser isolada no intestino de bovinos, suínos, aves e até mesmo em animais domésticos, bem como no solo, na água e no trato intestinal de humanos (BRASIL, 2018). Adaptam-se às superfícies de equipamentos e utensílios em abatedouros, assim como em acessórios de cozinhas domésticas; estão presentes em produtos de origem animal, como carnes cruas (aves, suínos, bovinos), leite cru e ovos (crus e semicrus), e em hortaliças (BRASIL, 2011 OLIVEIRA et al., 2012 e MENDONÇA, 2016).

Os principais sorovares de importância na saúde pública são *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium. Esses sorovares convivem em equilíbrio com a microbiota intestinal das aves, deste modo, esses animais desempenham um papel importante na epidemiologia visto que são portadores da bactéria, entretanto não apresentam sintomatologia, sendo fonte contínua de transmissão das salmonelas na cadeia

avícola (SUÁREZ & MANTILLA, 2000; BORSOI et al., 2010; BRASIL, 2011; TORRES, A.C.D; MARIN, S.Y; RESENDE, J.S; MARTINS, N.R.S, 2015, p. 108). Em humanos a infecção está associada à ingestão, principalmente de produtos avícolas como carnes, ovos e derivados crus ou semi-crus, que não passaram pelo processo de cocção adequado. Outros alimentos também podem ser fontes de contaminação como leite, hortaliças e outros produtos que sofreram contaminação cruzada. A falta de higiene no preparo e na manipulação de alimentos nas residências e nas indústrias, bem como no ambiente de produção (abatedouros) favorecem a contaminação das carcaças de frango (JØRGENSEN et al., 2002; CARDOSO & TESSARI, 2008; BORSOI et al., 2010; MELO et al., 2018).

Salmonella spp. é um dos principais agentes etiológicos envolvidos em surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) no Brasil, acarretando em grandes impactos na saúde pública (BRASIL, 2019b). Para tentar controlar esses patógenos em instalações frigoríficas, visto que é uma das principais fontes de contaminação para as carcaças de frango, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) determinou condutas de controle e monitoramento (periódico) de salmonelas em estabelecimentos avícolas comerciais de corte e reprodução, bem como nos estabelecimentos de abate registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF) por meio da Instrução Normativa Nº 20, de 21 de outubro de 2016.

A Instrução Normativa Nº 20, de 21 de outubro de 2016, dispõe sobre o controle e o monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados sob SIF, com objetivo de reduzir a prevalência desse agente e estabelecer um nível adequado de proteção ao consumidor. Deste modo deve-se monitorar e controlar *Salmonella* spp. nos estabelecimentos de abate de aves registrados no SIF e adotar medidas de controle específicas para *S. Typhimurium* e *S. Enteritidis* por se tratarem de patógenos de importância na saúde pública (BRASIL, 2016).

O monitoramento de salmonela nos abatedouros frigoríficos avícolas é baseado em ciclos de amostragem. Para determinação dos ciclos de amostragem é levado em consideração o volume de abate diário da indústria. O ciclo é composto pelo número de amostras (n) a serem coletadas e o número máximo de amostras positivas aceitáveis (c) (BRASIL, 2016). A Tabela 1 exemplifica como é realizado o ciclo de amostragem.

Tabela 1. Da amostragem de autocontrole para o abate de frangos.

Classificação dos estabelecimentos	n	c	Número de ciclos por ano	Frequência de coleta(amstras/semana)
P (abate diário<50.000)	8	2	6	1
M (abate diário entre 51.000 até 100.000)	26	6	4	2
G (abate diário entre 101.000 até 200.000)	51	12	5	5
GG (>201.000 abate diários)	51	12	10	10

n = número de amostras; c = número de amostras positivas aceitáveis.

Fonte: BRASIL, 2016.

A coleta das amostras é realizada aleatoriamente, considerando iguais chances de todos os lotes, linhas de abate, dias e hora dos turnos de abate a serem amostrados. A amostra é composta por uma carcaça inteira coletada ao acaso imediatamente após o gotejamento e antes da embalagem primária. Para interpretação dos resultados, é utilizado o plano de duas classes, no qual deve constar presença ou ausência de *Salmonella* spp. O ciclo é considerado violado quando o número de amostras positivas for maior que o número aceitável (c) (BRASIL, 2016).

A Instrução Normativa Nº 20, de 21 de outubro de 2016, aborda também quais são as medidas de controle adotadas pelos estabelecimentos de abate. Quando forem detectados lotes de frangos/perus de corte e de galinhas/perus de reprodução positivos para *Salmonella* spp. (exceto *S. Enteritidis* ou *S. Typhimurium*), o abate deve ser realizado separadamente dos demais lotes, seguindo imediata higienização das instalações e equipamentos. No caso de lotes positivos para *S. Enteritidis* e *S. Typhimurium*, o abate deve ser separado dos demais lotes, seguida de imediata higienização das instalações e equipamentos; sequestro e destinação da produção para tratamento térmico que garanta a eliminação desses patógenos ou fabricação de carne mecanicamente separada (CMS) (BRASIL, 2016).

Em caso de violação do ciclo de monitoramento de *Salmonella* spp., em abatedouros de frangos e perus, essa legislação determina que: o estabelecimento deverá identificar a causa da violação, revisar os programas de autocontrole, adotar ações corretivas e preventivas com o objetivo de restabelecer a conformidade em relação a esse agente. Se acontecer a violação de um ciclo, além de adotar essas medidas descritas, deverá comprovar ao SIF as ações adotadas por meio de registros auditáveis em até vinte dias a contar da data de notificação. Se forem violados dois ciclos acrescenta-se a

solicitação aos seus fornecedores para intensificar medidas de biosseguridade no estabelecimento avícola. Quando ocorrer violação de três ciclos, além das medidas detalhadas, deve também: expedir o produto final após ensaio laboratorial de pesquisa de *Salmonella* spp. em laboratórios credenciados da Rede Nacional de Laboratórios Agropecuários do SUASA (Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária); tipificar as culturas para identificação do sorovar; sequestrar e dar destino a produção para tratamento químico que garanta a eliminação desses patógenos, fabricação de Carne Mecanicamente Separada (CMS) ou outro processo previamente aprovado pelo MAPA.

Por fim, quando o estabelecimento for notificado pelo SIF devido à identificação de *S. Enteritidis* e *S. Typhimurium* no ciclo de amostragem ele deverá realizar investigação para identificar a causa, bem como realização de um plano de ação para prevenção; revisar os programas de autocontrole; comprovar ao SIF as medidas adotadas, por meio de registros auditáveis em até vinte dias a contar da data de notificação e solicitar aos seus fornecedores intensificação nas ações de biosseguridade (BRASIL, 2016).

A Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001, vigente até a finalização do experimento, não menciona parâmetros microbiológicos referentes a *Salmonella* spp. e *E. coli* em carne de aves e derivados. No entanto, a Instrução Normativa N° 60, de 23 de dezembro de 2019 complementar à Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 331, de 23 de dezembro de 2019, que dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação, especifica os parâmetros microbiológicos em carne de aves e derivados para *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos (Quadro 4) (BRASIL, 2019c).

Quadro 4. Padrões microbiológicos de carne e miúdos de aves.

Categorias específicas	Micro-organismo	n	c	m	M
Carnes ou miúdos crus, temperados ou não, resfriados ou congelados	<i>S. Enteritidis</i> /25g	5	0	Ausente	-
	<i>S. Typhimurium</i> /25g	5	0	Ausente	-
	<i>E. coli</i> /g	5	3	5×10^2	5×10^3
	Aeróbios mesófilos/g, exceto miúdos	5	3	10^5	10^6
	Aeróbios mesófilos/g, somente para miúdos	5	3	5×10^5	5×10^6

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2019c

m: limite que, em um plano de três classes, separa unidades amostrais de "Qualidade Aceitável" daquelas de "Qualidade Intermediária" e que, em um plano de duas classes, separa unidades amostrais de "Qualidade Aceitável" daquelas de "Qualidade Inaceitável";

M: limite que, em um plano de três classes, separa unidades amostrais de "Qualidade Intermediária" daquelas de "Qualidade Inaceitável";

(n): número de unidades amostrais a serem coletadas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente

(c) o tamanho da unidade analítica e a indicação do número de unidades amostrais toleradas com qualidade intermediária.

2.7 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS CARÇAÇAS DE FRANGO DE CORTE

A qualidade microbiológica e a segurança dos alimentos podem ser mensuradas pela contagem de micro-organismos indicadores (JAY et al., 2005). Além disso, para avaliação das condições higiênico-sanitárias em que os produtos foram manipulados e processados pode-se realizar a contagem de micro-organismos mesófilos, grupo coliformes, sobretudo, *Escherichia coli* e micro-organismos psicotróficos (SIMAS et al., 2013). Esses agentes indicadores podem ser adquiridos durante o processamento, na estocagem, na distribuição e na comercialização dos produtos (GALHARDO et al., 2006 e RODRIGUES et al., 2008). Assim, a elevada carga microbiana desses micro-organismos nos alimentos, pode influenciar negativamente na qualidade final do produto, assim como reduzir seu tempo de prateleira (JAY et al., 2005).

Diante disso, alguns trabalhos foram realizados visando identificar os principais patógenos encontrados em carcaças de frango no ambiente de abate. Alguns desses estudos foram desenvolvidos com o objetivo de reconhecer se após a etapa de pré-resfriamento das carcaças havia redução de carga microbiana na carcaça de frangos.

Em um trabalho idealizado por LOPES et al. (2007) foi realizada a pesquisa de *Salmonella* spp., de Coliformes Totais (CT), Coliformes Termotolerantes (CTT), Micro-organismos psicotróficos (MP) e Aeróbios Mesófilos (AM) em carcaças de frango antes do "pré-chiller" e após a passagem do "chiller" e a verificação destes patógenos na água dos sistemas de pré-resfriamento. Para avaliação das carcaças foram coletadas 60 amostras, diretamente da nória antes de cair no "pré-chiller" e 60 amostras após a saída do "chiller". Concomitantemente, foram coletadas 60 amostras de água do "pré-chiller" e 60 amostras de água do "chiller". Das 120 amostras de carcaças de frango pesquisadas

para *Salmonella* spp., duas foram positivas para o patógeno, sendo uma carcaça coletada antes do “pré-chiller” e a outra coletada após o “chiller”. Das 120 amostras analisadas de água do sistema de pré-resfriamento, seis foram positivas para *Salmonella* spp. Para contagem de CT nas carcaças de frango, não houve diferença significativa entre o número mais provável (NMP) de CT antes do “pré-chiller” e após a passagem do “chiller”. No caso, de CTT, a contagem do NMP ficou abaixo dos limites estabelecidos na legislação brasileira e não houve diferença significativa entre as médias logarítmicas nos dois tratamentos. Foram encontradas elevadas contagens de AM e MP, o que pode indicar deficiência nas condições higiênico-sanitárias durante o processamento de abate. Entretanto, não foi observada diferença significativa na contagem destes micro-organismos em carcaças de frango, antes e após o sistema de pré-resfriamento. Nas análises de água do “pré-chiller” e “chiller”, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias logarítmicas do NMP para CT, CTT e MP. Neste trabalho, foi demonstrado que a passagem das carcaças pelo sistema de pré-resfriamento não diminuiu significativamente a contaminação da carcaça, assim como a água do “pré-chiller” e “chiller”. Isto poderia ser explicado pela contaminação elevada das carcaças antes do pré-resfriamento, higienização inadequada dos equipamentos, fluxo de água insuficiente e temperaturas da água dos tanques de pré-resfriamento acima das preconizadas pela legislação, identificadas em algumas aferições.

RODRIGUES et al. (2008) avaliaram a contaminação superficial de carcaças de frango por micro-organismos aeróbios mesófilos (AM), coliformes totais (CT), coliformes termotolerantes (CTT) e *Escherichia coli* (EC) em diferentes fases do processo de abate. As fases avaliadas foram: Fase A: antes do chuveiro de higienização, na entrada da área limpa (após a depenagem); B: após o primeiro chuveiro de lavagem; C: após evisceração manual; D: após o chuveiro de lavagem final e E: na saída do pré-resfriamento. As médias das contagens de AM, CT, CTT, entre as fases A, B, C e D não apresentaram diferença significativa, no entanto, na fase E (após o pré-resfriamento) observou-se uma queda significativa para esses três micro-organismos. No caso, EC, também obteve queda na contagem após a fase E, entretanto, com menor significância ao comparar AM, CT e CTT. A redução significativa da contaminação das carcaças de frangos detectada na fase E se deve ao efeito do processo de pré-resfriamento por imersão em água clorada e refrigerada, que atua como o principal fator redutor da contaminação microbiana superficial.

TESSARI et al. (2008), analisaram 116 carcaças de frango obtidas de abatedouros do Estado de São Paulo, das quais três amostras foram positivas para *Salmonella* spp., sendo que duas amostras foram positivas para *S. Enteritidis*.

BORSOI et al. (2010), examinaram 180 amostras de frangos resfriados no varejo, sendo que 12,2% foram positivas para *Salmonella* spp. O sorovar de maior prevalência foi *S. Enteritidis*.

POSSEBON et al. (2012), avaliaram 130 amostras oriundas de um mesmo lote de produção, realizada em um abatedouro de aves sob SIF, localizado em Botucatu- SP. As coletas foram divididas em dois grupos, isto é, 65 carcaças colhidas após o sistema de resfriamento (“chiller”) e 65 amostras, posteriormente, a embalagem primária. Das 130 amostras analisadas, 49,2% (64/130) foram positivas para *Salmonella* spp.

OLIVEIRA e OLIVEIRA (2013) realizaram um estudo, cujo objetivo era detectar e enumerar *Campylobacter* spp. em carcaças de frango, no Estado de Minas Gerais, pelo método rápido usando SimPlate® *Campylobacter* e por plaqueamento direto em ágar mCCD (método convencional). No total, foram coletadas 75 amostras, sendo 25 amostras antes do “pré-chiller”, 25 amostras após o “chiller” e 25 amostras de frangos congelados em comércio varejistas. Foi detectada a presença de *Campylobacter* spp. nas amostras de carcaça de frango antes do “pré-chiller” e após o “chiller”, no entanto, as contagens foram maiores no “pré-chiller”, independentemente, do método utilizado. A redução significativa de *Campylobacter* spp. após o “chiller” ocorre devido ao resfriamento das carcaças. Nas 25 amostras congeladas avaliadas, as médias das contagens foram abaixo do limite de detecção dos métodos. Infere-se que o congelamento afeta a sobrevivência deste patógeno. Portanto, das 75 amostras analisadas, 34,7% foram positivas para *Campylobacter* spp. e dentre as amostras positivas, 27,7% foram identificadas como *C. jejuni*. O maior número de isolados foram caracterizados como *C. jejuni* e encontrados, majoritariamente, em carcaças de frangos obtidas antes do “pré-chiller” (35,7%), seguido da carcaça de frango após o “chiller” (20,0%).

SIMAS et al. (2013) avaliaram se houve redução na contaminação por coliformes termotolerantes (CT) após a passagem das carcaças de frango no sistema de pré-resfriamento. Foram coletadas 120 amostras, aleatoriamente, antes do sistema de pré-resfriamento e 120 carcaças de frango após o sistema de pré-resfriamento, totalizando 240 amostras. O experimento foi realizado em um abatedouro sob SIF, localizado em Minas Gerais. Antes do “pré-chiller” a contagem, em média, para CT foi de 5×10^3 e após o “chiller” foi de 5×10^2 , essa redução foi de aproximadamente 90%. Os resultados de

mitigação da contaminação observados foram creditados ao processo de pré-resfriamento por imersão em água clorada, refrigerada e constantemente renovada, atuando como um fator determinante para redução da contaminação superficial por coliformes termotolerantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para avaliação do uso do sistema “rechiller” nos tanques de pré-resfriamento de pés e miúdos (coração, moela e fígado) de frangos de cortes foi realizado em um abatedouro frigorífico de aves registrado no Serviço de Inspeção Federal (SIF), localizado no estado de Minas Gerais. A água utilizada nos sistemas de pré-resfriamento era hiperclorada (máximo 5ppm de cloro livre) e a renovação de água dos pré-resfriadores por imersão, tipo rosca sem fim, era constante, no sentido contrário aos produtos, na proporção mínima de 1,5 litros por quilo, de acordo com o preconizado na Portaria n° 210, de 10 de novembro de 1998 (BRASIL, 1998). Além disso, os miúdos presentes nos resfriadores obedeciam a temperatura máxima de 4°C conforme estabelecido em BRASIL (1998). Todos esses parâmetros eram avaliados pelos monitores da qualidade, diariamente, conforme estabelecido nos Programas de Autocontrole elaborados e executados pela indústria.

3.6 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Para avaliar se a instalação do “rechiller” comprometeria a inocuidade dos produtos obtidos, assim como a qualidade da água do tanque de pré-resfriamento foram coletadas amostras de água e de produto, antes e após a instalação do sistema, nos tanques de pré-resfriamento de pés e miúdos (coração, moela e fígado).

De cada um dos quatro tanques de pré-resfriamento avaliados (pés, coração, moela e fígado) foram coletadas, no total, 48 amostras de água e 48 amostras de produto para a realização de análises físico-químicas da água (amônia, cor, pH e turbidez) e microbiológicas da água e dos produtos (contagem de coliformes termotolerantes e enterobactérias). As coletas foram realizadas em duas etapas, isto é, antes da instalação do “rechiller” (n=24) e após a instalação do “rechiller” (n=24), sendo as amostragens realizadas ao longo de oito turnos (repetições) de produção e em três momentos distintos ao longo do turno (início, meio e fim) para melhor representatividade das condições

microbiológicas dos produtos e da água e físico-químicas da água ao longo do processo de abate. Para a avaliação da presença de *Salmonella* spp. nos produtos, foram coletadas amostras em 30 turnos (repetições) distintos de produção, antes da instalação do “rechiller” e após a instalação do sistema, totalizando 60 amostras analisadas de cada produto. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas a um laboratório credenciado pelo MAPA, para realização de análises microbiológicas e físico-químicas.

Para garantir a padronização da amostragem, foi realizado um treinamento prévio dos colaboradores que ficariam responsáveis pelo procedimento de coleta da água e dos produtos nos tanques de pré-resfriamento.

As amostras de água foram coletadas em recipientes de plástico estéreis, de 500mL, no início, no meio e no fim, em cada turno de abate. Os colaboradores foram instruídos que a coleta de água deveria ser realizada em qualquer parte do tanque de pré-resfriamento dos pés e miúdos, com exceção da tubulação da água que abastecia diretamente aos “chillers”. Após a coleta, as amostras de água foram encaminhadas ao laboratório em caixas de isopor contendo gelo reciclável e as análises realizadas dentro do prazo máximo de 24 horas após a coleta para não comprometer a confiabilidade dos resultados.

As amostras de produtos (pés, coração, fígado e moela) foram coletadas na última volta do sistema pré-resfriamento por imersão, tipo rosca de sem fim, de cada tanque. Após a coleta de aproximadamente 1 kg de cada produto, as amostras eram acomodadas em sacos plásticos estéreis e lacrados e encaminhadas ao laboratório em caixas de isopor contendo gelo reciclável.

3.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Nas amostras de água foram analisados os seguintes parâmetros: coliformes totais (SMWW 23^a Ed., Método 9221 B, C) e coliformes termotolerantes (SMWW - 23^a Ed., Método 9221 E) pela técnica de tubos múltiplos e bactérias heterotróficas (SMWW - 23^a Ed., Método 9215 B), pela técnica de inoculação em profundidade (pour plate). As análises realizadas nos produtos foram: contagem de coliformes termotolerantes (AFNOR 3M 01/2 – 09/89C) e enterobactérias (AFNOR 01/06-09/97) pelo método Petrifilm™ (3M™, St. Paul. MN, USA), além da pesquisa de *Salmonella* spp. (AFNOR 01/16 – 11/16), pelo método Molecular Detection Assay (MDA) (3M™, St. Paul. MN, USA).

Os parâmetros microbiológicos utilizados como referência, para avaliação da qualidade microbiológica dos produtos, foram baseados na Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001, vigente até a finalização do experimento, que determinava apenas pesquisa de coliformes a 45° em amostras de carne de frango. Entretanto, foram realizados também os ensaios de pesquisa de *Salmonella* spp. e enterobactérias como indicadores adicionais da qualidade higiênico sanitária dos produtos.

3.8 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas realizadas na água foram: amônia (SMWW - 22ª Ed., Método 4500NH₃F) e cor aparente (SMWW - 23ª Ed., Método 2120 E), pelo método espectrofotométrico, turbidez (SMWW - 23ª Ed., Método 2130 B), pela técnica de turbidimetria, e pH (SMWW - 23ª Ed., Método 4500-H⁺), pelo método potenciométrico.

3.9 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento para avaliar a qualidade da água foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3, sendo dois tratamentos ou cenários (antes e após a instalação do “rechiller”) *versus* três momentos de coleta (início, meio e fim do turno), com oito repetições por tratamento, sendo que cada repetição correspondeu a um turno distinto de produção, totalizando 48 amostras analisadas.

O experimento para avaliação da qualidade microbiológica dos produtos, no caso das contagens de coliformes termotolerantes e enterobactérias, também foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3, sendo dois momentos ou cenários (antes e após a instalação do “rechiller”) *versus* três momentos de coleta (início, meio e fim do turno) com oito repetições por tratamento, totalizando 48 amostras por tanque de pré-resfriamento. Em contrapartida, para a pesquisa de *Salmonella* spp., o experimento foi conduzido em um delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos (antes e após a instalação do “rechiller”) e 30 repetições por tratamento, totalizando 60 amostras por tanque de pré-resfriamento.

Para a avaliação dos resultados, os dados que apresentaram distribuição normal e/ou homocedasticidade tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível

de significância de 5%. Os dados que não apresentaram distribuição normal e/ou homocedasticidade foram submetidos à transformação logarítmica e, persistindo o não atendimento a esses pressupostos, estes foram submetidos à análise estatística não paramétrica, sendo os dados comparados pelo teste de Kruskal Wallis em nível de significância de 5%. Para avaliação da frequência de *Salmonella* spp., os resultados foram distribuídos em uma tabela de contingência e interpretados pelo teste do Qui-quadrado.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos nas análises das amostras de água do sistema de pré-resfriamento de pés estão descritos nas Tabelas 2, 3 e 4.

Como pode ser observado na Tabela 2, os resultados das análises de amônia e turbidez apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. A mediana da concentração de amônia na água foi menor após a instalação do sistema “rechiller”, já para o parâmetro turbidez, houve um aumento após a instalação do sistema. Apesar disso, as medianas obtidas na análise de cor aparente não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) antes e após a instalação do sistema “rechiller”.

Tabela 2. Resultados das análises de amônia, cor e turbidez de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de pés, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Amônia (mg/L)	< 0,15	42,08	5,84 ^a	< 0,15	29,03	2,05 ^b
Cor aparente (mgPt-Co/L)	3,00	151,00	65,60 ^a	3,60	171,00	55,00 ^a
Turbidez	1,00	151,00	13,60 ^b	5,80	250,00	28,65 ^a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valores de referência para água potável: amônia: 1,2mg/L; cor aparente: 15 Unidade Hazen (mgPt-Co/L); turbidez: 5 Unidade de Turbidez (Ministério da Saúde, 2021).

Os resultados das análises de pH apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3), com o menor valor de média encontrado após a instalação do sistema.

Tabela 3. Resultados das análises de pH de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de pés, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação		Depois da instalação	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
pH	7,89 ^a	0,07	7,58 ^b	0,07

Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Valor de referência para água potável: pH: 6 a 9,0 (Ministério da Saúde, 2021).

Ao avaliar os resultados das análises microbiológicas das amostras de água do sistema de pré-resfriamento de pés (Tabela 4), observa-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para as análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas.

Tabela 4. Resultados das análises microbiológicas de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de pés, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Coliformes totais (NMP/100 mL)	13	> 1600	> 1600 ^a	< 1,8	> 1600	635 ^a
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	< 0,3	> 1600	23 ^a	< 1,8	> 1600	26,75 ^a
Bactérias heterotróficas (Log UFC/mL)	2,82	> 3,48	> 3,48 ^a	1,83	> 3,48	> 3,48 ^a

Medianas seguidas de letras iguais, na mesma linha, são semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valores de referência para água potável: *Escherichia coli*, ausência em 100 mL; Coliformes totais, ausência em 100 mL (Ministério da Saúde, 2021) e bactérias heterotróficas máximo de 500 UFC/mL (Ministério da Saúde, 2017).

Em conformidade com os resultados obtidos nas análises da água do sistema de pré-resfriamento de pés, ao realizar a análise microbiológica do produto, observa-se que a instalação do sistema “rechiller” não influenciou na qualidade microbiológica dos pés, dado que as medianas obtidas nas análises de coliformes a 45° (termotolerantes) foram semelhantes ($p > 0,05$) entre os tratamentos e que as contagens de enterobactérias foram significativamente menores após a instalação do sistema “rechiller” ($p < 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados das análises de coliformes a 45°C e enterobactérias em amostras de pés, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Coliformes a 45°C (Log UFC/g)	<1,0	3,04	< 1,0 ^a	< 1,0	< 1,0	< 1,0 ^a
Enterobactérias (Log UFC/g)	1,9	> 7,0	6,12 ^a	< 1,0	> 7,0	2,83 ^b

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis (p<0,05).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valor de referência: Coliformes a 45°C/g, em miúdos de aves, tolerância máxima de 10⁵ (BRASIL, 2001). Não havia parâmetro para enterobactérias na legislação em vigência.

Ao avaliar os resultados obtidos na pesquisa de *Salmonella* spp. (Tabela 6) nas amostras de pés, pode-se observar também que as porcentagens de amostras positivas para esse micro-organismo não apresentaram diferença significativa pelo Qui-quadrado (p>0,05) entre os tratamentos.

Tabela 6. Resultados das análises de *Salmonella* spp. em amostras de pés, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação				Depois da instalação			
	Positivo		Negativo		Positivo		Negativo	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Salmonella</i> spp.	1	3,3 ^a	29	96,7	0	0,0 ^a	30	100,0

Porcentagens de amostras positivas seguidas por letras iguais, na linha, são semelhantes pelo Qui-quadrado (p>0,05).

Na legislação em vigência não havia parâmetro para *Salmonella* spp., em miúdos de aves.

Os resultados obtidos nas análises das amostras de água do sistema de pré-resfriamento de coração estão descritos nas Tabelas 7 e 8.

Os resultados das análises de amônia, cor aparente, pH e turbidez apresentaram diferença significativa (p<0,05) entre os tratamentos. As medianas da concentração de amônia na água, cor aparente e pH foram menores após a instalação do sistema “rechiller” (p<0,05) e para o parâmetro turbidez, houve um aumento após a instalação do sistema (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados das análises físico-químicas de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de coração, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Amônia (mg/L)	< 0,15	207,89	52,05 ^a	0,29	26,91	13,99 ^b
Cor aparente (mgPt-Co/L)	2,00	1830,00	438,25 ^a	22,20	879,00	213,50 ^b
pH	6,93	9,26	7,88 ^a	7,06	8,03	7,51 ^b
Turbidez	1,00	471,00	203,25 ^b	23,20	2200,00	750,00 ^a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valores de referência para água potável: amônia: 1,2mg/L; cor aparente: 15 Unidade Hazen (mgPt-Co/L); turbidez: 5 Unidade de Turbidez e pH: 6 a 9,0 (Ministério da Saúde, 2021).

Os resultados das análises microbiológicas das amostras de água do sistema de pré-resfriamento de coração (Tabela 8), demonstraram que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para as análises de coliformes totais e bactérias heterotróficas. Entretanto, os resultados da análise de coliformes termotolerantes na água apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), sendo a maior mediana encontrada após a instalação do sistema.

Tabela 8. Resultados das análises microbiológicas de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de coração, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Coliformes totais (NMP/100 mL)	13	> 1600	> 1600 ^a	> 1600	> 1600	> 1600 ^a
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	< 1,8	> 1600	295 ^b	< 1,8	> 1600	920 ^a
Bactérias heterotróficas (Log UFC/mL)	3,08	> 3,48	> 3,48 ^a	> 3,48	> 3,48	> 3,48 ^a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valores de referência para água potável: *Escherichia coli*, ausência em 100 mL; Coliformes totais, ausência em 100 mL (Ministério da Saúde, 2021) e bactérias heterotróficas máximo de 500 UFC/mL (Ministério da Saúde, 2017).

Ao avaliar os resultados das análises microbiológicas do produto observa-se que a mediana das contagens de coliformes 45° (termotolerantes) foi maior depois da instalação do sistema “rechiller” ($p < 0,05$) (Tabela 9), assim como encontrado nas análises da água. Entretanto, apesar de ter sido observada diferença estatisticamente significativa para a contagem de coliformes a 45° (coliformes termotolerantes) entre os dois tratamentos, o valor de mediana (1,72 Log UFC/g ou $6,0 \times 10^1$ UFC/g), bem como o valor máximo (4,52 Log UFC/g ou $3,3 \times 10^4$ UFC/g) foram inferiores ao limite máximo estabelecido para miúdos de aves pela legislação vigente até a conclusão do estudo (RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001), que é de 10^5 . Ao contrário dos resultados encontrados para as análises de coliformes 45° (termotolerantes) no coração, as contagens de enterobactérias (Tabela 9) não apresentaram diferença significativa entre os dois tratamentos ($p > 0,05$).

Tabela 9. Resultados das análises de coliformes a 45°C e enterobactérias em amostras de coração, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Coliformes a 45°C (Log UFC/g)	< 1,0	3,9	< 1,0 ^b	< 1,0	4,52	1,72 ^a
Enterobactérias (Log UFC/g)	3,95	> 7,0	> 7,0 ^a	< 1,0	> 7,0	> 7,0 ^a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valor de referência: Coliformes a 45°C/g, em miúdos de aves, tolerância máxima de 10^5 (BRASIL, 2001). Não havia parâmetro para enterobactérias na legislação em vigência.

Ao avaliar os resultados da pesquisa de *Salmonella* spp. em amostras de coração, pode-se observar que os resultados foram semelhantes pelo Qui-quadrado ($p > 0,05$).

Tabela 10. Resultados das análises de *Salmonella* spp. em amostras de coração, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação				Depois da instalação			
	Positivo		Negativo		Positivo		Negativo	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Salmonella</i> spp.	10	33,3 ^a	20	66,7	10	33,3 ^a	20	66,7

Porcentagens de amostras positivas seguidas por letras iguais, na linha, são semelhantes pelo Qui-quadrado ($p > 0,05$).

Na legislação em vigência não havia parâmetro para *Salmonella* spp., em miúdos de aves.

Os resultados obtidos nas análises das amostras de água do sistema de pré-resfriamento de moela estão descritos nas Tabelas 11, 12 e 13.

Como pode ser observado na Tabela 11, os resultados das análises de amônia e cor aparente apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. A concentração de amônia foi menor após a instalação do sistema “rechiller” e para o parâmetro cor, houve um aumento após a instalação do sistema. As medianas obtidas na análise de turbidez, no entanto, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) antes e após a instalação do sistema “rechiller”.

Tabela 11. Resultados das análises de amônia, cor e turbidez de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de moela, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Amônia (mg/L)	< 0,15	54,04	28,49 ^a	0,92	53,96	12,32 ^b
Cor aparente (mgPt-Co/L)	5,10	215,50	95,45 ^b	31,30	244,00	172,75 _a
Turbidez	1,00	140,00	52,43 ^a	5,70	600,00	68,50 ^a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valores de referência para água potável: amônia: 1,2mg/L; cor aparente: 15Unidade Hazen (mgPt-Co/L); turbidez: 5Unidade de Turbidez (Ministério da Saúde, 2021).

O valor médio obtido na avaliação do pH após a instalação do sistema “rechiller” foi menor ($p < 0,05$) quando comparado à média encontrada antes da instalação do sistema.

Tabela 12. Resultados das análises de pH de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de moela, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação		Depois da instalação	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
pH	7,80 ^a	0,05	7,47 ^b	0,05

Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Valor de referência: pH: 6 a 9,0 (Ministério da Saúde, 2021).

Ao avaliar os resultados das análises microbiológicas das amostras de água do sistema de pré-resfriamento de moela (Tabela 13), observa-se que não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos para as análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas.

Tabela 13. Resultados das análises microbiológicas de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de moela, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Coliformes totais (NMP/100 mL)	< 0,3	> 1600	> 1600 _a	920	> 1600	> 1600 ^a
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	< 0,3	> 1600	1070 ^a	7,8	> 1600	390 ^a
Bactérias heterotróficas (Log UFC/mL)	3,18	> 3,48	> 3,48 ^a	> 3,48	> 3,48	> 3,48 ^a

Medianas seguidas de letras iguais, na mesma linha, são semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ($p>0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valores de referência para água potável: *Escherichia coli*, ausência em 100 mL; Coliformes totais, ausência em 100 mL (Ministério da Saúde, 2021) e bactérias heterotróficas máximo de 500 UFC/mL (Ministério da Saúde, 2017).

Os resultados das análises de coliformes 45° (termotolerantes) e enterobactérias nas amostras de moela (Tabela 14) demonstraram que a instalação do sistema “rechiller” não influenciou na qualidade microbiológica do produto, uma vez que as medianas obtidas nessas análises foram semelhantes ($p>0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 14. Resultados das análises de coliformes a 45°C e enterobactérias em amostras de moela, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Coliformes a 45°C (Log UFC/g)	<1,0	4,2	1,8 ^a	< 1,0	4,7	2,29 ^a
Enterobactérias (Log UFC/g)	3,9	> 7,0	> 7,0 ^a	< 1,0	> 7,0	4,95 ^a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p<0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valor de referência: Coliformes a 45°C/g, em miúdos de aves, tolerância máxima de 10^5 (BRASIL, 2001). Não havia parâmetro para enterobactérias na legislação em vigência.

De forma semelhante ao observado para as análises de coliformes termotolerantes e enterobactérias, observa-se que também não houve diferença

estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para as porcentagens de amostras positivas para *Salmonella* spp., de acordo com o teste do Qui-quadrado (Tabela 15).

Tabela 15. Resultados das análises de *Salmonella* spp. em amostras de moela, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação				Depois da instalação			
	Positivo		Negativo		Positivo		Negativo	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Salmonella</i> spp.	4	13,3 ^a	26	86,7	10	33,3 ^a	20	66,7

Porcentagens de amostras positivas seguidas por letras iguais, na linha, são semelhantes pelo Qui-quadrado ($p > 0,05$).

Na legislação em vigência não havia parâmetro para *Salmonella* spp.

Os resultados obtidos nas análises das amostras de água do sistema de pré-resfriamento de fígado estão descritos nas Tabelas 16 e 17.

As medianas da concentração de amônia, obtidas antes e após a instalação do sistema “rechiller”, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), ao contrário dos resultados das análises de cor aparente, pH e turbidez que houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos após a instalação do sistema (Tabela 16). A concentração de amônia foi menor após a instalação do sistema “rechiller”. Em contrapartida, tanto a cor aparente quanto a turbidez apresentaram valores de medianas superiores após a instalação do “rechiller”.

O valor médio obtido na avaliação do pH após a instalação do sistema “rechiller” foi menor ($p < 0,05$) quando comparado à média encontrada antes da instalação do sistema.

Tabela 16. Resultados das análises físico-químicas de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de fígado, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Amônia (mg/L)	< 0,15	62,61	14,91 ^a	4,36	47,11	14,02 ^a
Cor aparente (mgPt-Co/L)	7,75	365,50	97,18 ^b	68,00	609,00	257,75 _a
pH	7,55	8,22	7,88 ^b	7,13	7,98	7,51 ^a
Turbidez	< 1,00	98,85	35,50 ^b	33,00	4400,00	599,50 _a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valores de referência para água potável: amônia: 1,2mg/L; cor aparente: 15 Unidade Hazen (mgPt-Co/L); turbidez: 5 Unidade de Turbidez e pH: 6 a 9,0 (Ministério da Saúde, 2021).

Os resultados das análises microbiológicas da água do sistema de pré-resfriamento do fígado, para coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) antes e após a instalação do sistema “rechiller”, com as maiores medianas encontradas depois da sua instalação (Tabela 17).

Tabela 17. Resultados das análises microbiológicas de amostras de água do sistema de pré-resfriamento de fígado, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Coliformes totais (NMP/100 mL)	< 0,3	> 1600	> 1600 _b	1600	>1600	>1600 ^a
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	< 0,3	> 1600	44,5 ^b	350	> 1600	> 1600 ^a
Bactérias heterotróficas (Log UFC/mL)	< 1,0	> 3,48	3,38 ^b	> 3,48	> 3,48	> 3,48 ^a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valores de referência para água potável: *Escherichia coli*, ausência em 100 mL; Coliformes totais, ausência em 100 mL (Ministério da Saúde, 2021) e bactérias heterotróficas máximo de 500 UFC/mL (Ministério da Saúde, 2017).

Ao avaliar os resultados das análises de coliformes a 45° (termotolerantes) e enterobactérias no fígado (Tabela 18), observa-se que as contagens obtidas após a instalação do sistema “rechiller” foram significativamente maiores ($p < 0,05$) que as contagens encontradas antes da instalação. Entretanto, as medianas (3,3 Log UFC/g ou $2,0 \times 10^3$ UFC/g) e os valores máximos (4,0 Log UFC/g ou $1,0 \times 10^4$ UFC/g) das contagens de coliformes 45° (termotolerantes) obtidas após a instalação do sistema foram inferiores ao limite estabelecido pela legislação vigente até a conclusão do estudo (RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001), que é de 10^5 .

Tabela 18. Resultados das análises de coliformes a 45°C e enterobactérias em amostras de fígado, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação			Depois da instalação		
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.
Coliformes a 45°C (Log UFC/g)	< 1,0	3,51	1,0 ^b	< 1,0	4,0	3,30 ^a
Enterobactérias (UFC/g)	1,3	> 7,0	4,58 ^b	3,78	> 7,0	> 7,0 ^a

Medianas seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; Med.: mediana. Valor de referência: Coliformes a 45°C/g, em miúdos de aves, tolerância máxima de 10^5 (BRASIL, 2001). Não havia parâmetro para enterobactérias na legislação em vigência.

Ao realizar a pesquisa de *Salmonella* spp. no fígado não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) nas porcentagens de amostras positivas entre os tratamentos, de acordo com o Qui-quadrado ($p > 0,05$) (Tabela 19).

Tabela 19. Resultados das análises de *Salmonella* spp. em amostras de fígado, coletadas antes e depois da instalação do sistema “rechiller”.

Parâmetro	Antes da instalação				Depois da instalação			
	Positivo		Negativo		Positivo		Negativo	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Salmonella</i> spp.	6	20,0 ^a	24	80,0	7	23,3 ^a	23	76,7

Porcentagens de amostras positivas seguidas por letras iguais, na linha, são semelhantes pelo Qui-quadrado ($p > 0,05$).

Na legislação em vigência não havia parâmetro para *Salmonella* spp., em miúdos de aves

5 DISCUSSÃO

Considerando que não há legislação que contemple parâmetros específicos para a água de sistemas de pré-resfriamento por imersão, os resultados do presente estudo devem ser interpretados com cautela. A água utilizada para abastecer os tanques de pré-resfriamento deve atender todos os padrões estabelecidos pela legislação vigente. Entretanto, é esperado que ocorram alterações tanto no padrão organoléptico quanto na qualidade microbiológica da água ao longo do turno de trabalho.

A amônia é um dos parâmetros que deve ser mensurado na água que abastece o “rechiller”, visto que está contemplada no padrão organoléptico de potabilidade da água da Portaria de Consolidação N° 888, de 4 de maio de 2021, sendo assim, o valor de referência utilizado no estudo foi de 1,2mg/L (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

Dependendo da quantidade de amônia presente na água para consumo humano, podem ocorrer doenças do sistema respiratório, tais como, rinite crônica, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e síndrome de disfunção reativa das vias aéreas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Em todas as análises de água dos tanques de pés, coração, moela e fígado, realizadas antes da instalação do “rechiller”, o valor mínimo encontrado para amônia foi menor que 0,15 mg/L e estava dentro do Valor Máximo Permitido (VMP) pela legislação, que é de 1,2mg/L descrito em MINISTÉRIO DA SAÚDE (2021). Isso pode estar relacionado ao horário de coleta da água, sendo estes valores mínimos, provavelmente, associados a amostras de água coletadas no início do turno, pois as coletas de amostras foram realizadas no início, meio e fim de cada turno de trabalho para garantir melhor representatividade das condições sanitárias dos produtos obtidos. Reiterando essa hipótese, os valores máximos para amônia, antes da instalação, ficaram muito acima do valor de referência, e, possivelmente, esses valores mais altos estão associados às coletas de água dos tanques realizadas ao final dos turnos de trabalho. Outro ponto que deve ser considerado é que o valor de referência utilizado no trabalho para amônia corresponde aos valores da água utilizada para o abastecimento do “rechiller”, ou seja, água do sistema de distribuição (rede/reservatório), visto que não há uma legislação específica que contemple parâmetros de amônia, pH, turbidez e cor para água de “chiller” ou “rechiller”. Isso explicaria porque os resultados, em muitas coletas, ficaram bastante discrepantes com o valor de tolerância estabelecido pela legislação vigente (1,2mg/L), por exemplo, no caso da água do tanque do coração cujo valor máximo, antes da instalação, chegou a 207,89 mg/L.

Entretanto, após a instalação do “rechiller”, os valores máximos e as medianas da concentração de amônia na água dos tanques de todos os produtos foram menores quando comparados aos valores obtidos antes da instalação. Esses resultados podem ser explicados pelo princípio de funcionamento do sistema “rechiller”, que proporciona uma temperatura da água próximo ao ponto de congelamento, pela evaporação de um fluido refrigerante, enquanto remove calor da água (MEBRAFE, 2020). Assim, a obtenção de temperaturas mais baixas da água após a instalação do sistema, entre 0,2 a 1°C, pode ter levado também a uma redução considerável na atividade das enzimas sobre a degradação do ácido úrico (FRANÇA, 2017). Nas aves, o ácido úrico é a principal forma de excreção de compostos nitrogenados (FLORIANO, 2013) e esse composto sofre degradação por enzimas produzidas por micro-organismos, culminando em uma reação específica da

uricase sobre o ácido úrico, que é degradado liberando o íon amônio (NH_4^+) no meio, sendo posteriormente convertido em amônia pela ação da urease (FRANÇA, 2017). Ambas enzimas sofrem influência da temperatura em sua atividade, isto é, quanto menor a temperatura, menor a velocidade de degradação microbiana do ácido úrico (FRANÇA, 2017).

Os valores de referência considerados para comparação dos resultados obtidos nas análises de cor e turbidez da água dos tanques de pré-resfriamento de pés, coração, moela e fígado foram de 15uH (Unidade Hazen (mgPt-Co/L) e 5uT (Unidade de Turbidez), respectivamente, de acordo com a Portaria de Consolidação N° 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Entretanto, esses parâmetros devem ser interpretados com cuidado, já que a cor aparente e a turbidez são relativas à água para consumo humano, água tratada na saída do tratamento e água tratada no sistema de distribuição (rede/reservatório), ou seja, situações totalmente distintas da água do “rechiller”.

Naturalmente, a coloração das amostras de água dos tanques de pré-resfriamento será mais escura e depende do tipo de amostra que passa pelos tanques de imersão. Isso pode ser comprovado pela variação observada nos valores mínimos, máximos e a mediana do parâmetro cor, encontrados tanto antes quanto após a instalação do “rechiller”, entre os diferentes produtos. A água proveniente dos tanques de pré-resfriamento de pés, apresentou menores valores de cor em relação as amostras obtidas nos tanques de coração, moela e fígado, que naturalmente apresentam coloração mais escura, possivelmente, pelo maior teor de sangue encontrado nesses miúdos.

No caso da turbidez, os valores mínimos encontrados, antes da instalação, foram os únicos que atenderam aos valores de referência, provavelmente, porque essas amostras foram coletadas no início do turno. Isso pode ser comprovado, pois todos os outros resultados da água dos tanques dos produtos (pés, coração, moela e fígado), para valores máximos e a mediana, antes ou após a instalação do “rechiller” ficaram muito acima do valor de 5 uT (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Em ambos os casos esses resultados são altamente divergentes, pois não há uma legislação específica para cor aparente e turbidez da água de “chiller” e “rechiller”, por isso deve-se ter cuidado ao interpretar os resultados obtidos no experimento com o parâmetro utilizado.

Outra hipótese para a coloração e a turbidez apresentarem valores maiores que o valor de referência pode estar associada ao funcionamento do sistema “rechiller”, visto que não há reposição de gelo em nenhum momento, desta maneira, não há diluição da

água que fica nos tanques o que, conseqüentemente, tende a aumentar os valores dos parâmetros de cor e turbidez da água. Além disso, com a instalação do “rechiller” a temperatura da água tende a ser mais baixa que os sistemas convencionais, pelo tipo de mecanismo de funcionamento do equipamento e, por conseguinte, há aumento na capacidade dos tanques em resfriar maior quantidade de produtos. Deste modo, com o aumento da quantidade de miúdos presentes no tanque, a cor da água ficará mais escura e a turbidez maior.

De acordo com a Portaria de Consolidação Nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde, recomenda-se, no sistema de distribuição e pontos para consumo, que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,0. Diante disso, foi utilizado esse valor como referência para o pH da água do “chiller” e “rechiller”, dado que não há legislação que contemple os parâmetros de padrão organoléptico de potabilidade da água dos sistemas de pré-resfriamento por imersão. Em todas as amostras de água dos tanques, a média ou a mediana do pH, antes ou após a instalação do “rechiller” ficaram dentro do valor de referência preconizado pela legislação utilizada como referência (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Deste modo, a instalação do sistema não comprometeu o pH da água do “rechiller”.

O valor de referência, do pH da água, utilizado no estudo é para o sistema de distribuição, isto é, rede e reservatório, por isso que estes valores são analisados, a fim de facilitar as distintas etapas do tratamento de água, garantindo uma desinfecção satisfatória, além de impedir a corrosão da canalização responsável pela distribuição da água. Portanto, o pH nesta faixa de valor não atua como um fator físico limitante para o crescimento de bactérias, visto que a grande maioria das bactérias crescem em pH entre 6,5 a 7,5. No entanto, se o pH ficasse abaixo de 5,4, as bactérias que cresceriam nessa faixa seriam as acidófilas, por exemplo, os *Lactobacillus* spp. e se o pH ficasse entre 8,5 e 11,5, os micro-organismos selecionados seriam os alcalófilos (VARESCHE, 2022).

As bactérias pertencentes aos grupos coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas são indicadores da qualidade da água distribuída no abatedouro de aves e das condições higiênico-sanitárias do sistema de distribuição. Por isso é importante mensurar esses micro-organismos na água dos tanques dos pés e miúdos.

A presença de coliformes totais (CT) na água pode indicar deficiência nas condições higiênico-sanitárias durante o processamento de abate das aves. No entanto, deve-se ter atenção ao interpretar os resultados referente a esse grupo de micro-

organismos nesse estudo, pois a amostra que foi analisada (água do “chiller”/“rechiller”) é totalmente diferente da amostra de água que é utilizada como referência, ou seja, a amostra de água descrita na legislação se refere a água tratada na saída do tratamento, que corresponde a água que abastece os sistemas pré-resfriamento. Mesmo assim, o valor de referência utilizado para coliformes totais para água do “chiller” e “rechiller” foi retirado do MINISTÉRIO DA SAÚDE (2021), que determina ausência em 100 mL, em SAA e SAC, na saída do tratamento.

Diante disso, para o parâmetro CT, os valores obtidos antes ou após a instalação do “rechiller” foram expressivos, tanto para os valores máximos quanto para as medianas, sendo que em ambos os casos, os valores foram maiores que 1600 NMP/100 mL. Entretanto, os valores mínimos nas amostras de água dos tanques de pés e miúdos, antes ou após a instalação do “rechiller”, estavam abaixo dos valores da mediana e dos valores máximos, mas ainda assim, a mensuração de colônias estava acima do valor de referência, que é ausência em 100 mL. As altas contagens de CT na água podem estar associadas a inúmeros fatores, por exemplo, elevada carga bacteriana presente na microbiota intestinal ou na pele das aves, que pode contribuir para a contaminação cruzada das carcaças ou miúdos à medida que vão passando pelo tanque de imersão. Além disso, a higienização dos tanques de pré-resfriamento, a temperatura da água dos “chillers”, bem como a renovação e cloração da água podem influenciar nas altas contagens de CT, na água, caso não estejam dentro dos parâmetros preconizados pela legislação BRASIL (1998).

O grupo dos coliformes termotolerantes (CTT), inclui a espécie *Escherichia coli* e a sua presença na água para consumo pode indicar contaminação de origem fecal (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017), sendo assim, para avaliar o padrão microbiológico da água do “chiller” / “rechiller” foi levado em consideração esse parâmetro. Os valores de referência usados foram ausência em 100mL (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Neste trabalho, as contagens de CTT, na água do “chiller” e “rechiller” foram expressivas antes ou após a instalação do sistema, principalmente, quando avaliamos os resultados da mediana e dos valores máximos. Em ambos os casos, a contagem elevada para CTT pode estar associada às condições higiênico-sanitárias deficientes durante o processo de abate, acarretando em contaminação cruzada entre os produtos e/ou inadequada higiene dos tanques de pré-resfriamento durante o procedimento padrão de higiene operacional. No entanto, as altas contagens de CTT podem estar correlacionadas também a outras causas, como por exemplo, cloração insuficiente na água dos tanques de pré-resfriamento. A presença de cloro na água atua significativamente para redução da população bacteriana,

sobretudo, eliminando bactérias patogênicas. Entretanto quando se tem elevada quantidade de matéria orgânica na água, o cloro pode ter sua atividade inativada (GALHARDO et al., 2006 e ISOLAN, 2007). Diante disso, mesmo que o cloro estivesse respeitando aos padrões preconizados em BRASIL (1998), que é de 5ppm, mas se a água dos “chillers” apresentasse elevada carga microbiana sua atividade bactericida seria comprometida. Além disso, o fluxo de água também pode influenciar na carga microbiana da água, ou seja, se o fluxo dos tanques estiver abaixo do estabelecido pela Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998, pode ocorrer um aumento na contagem de CTT na água. Outra possibilidade que poderia explicar essa elevada carga microbiana, sobretudo, após a instalação do “rechiller” está relacionada ao mecanismo de funcionamento do equipamento, visto que não há reposição de gelo, desta maneira, a carga microbiana poderia ficar mais concentrada, pois não há o efeito de diluição que o gelo promove quando se é adicionado na água dos tanques de pré-resfriamento.

Por fim, quando a contagem de CTT foi baixa na água, isso pode estar associado ao momento da coleta que, possivelmente, foi no início do turno. Este raciocínio serve também para elevada contagem de CTT, encontrada na água, sendo provavelmente, coleta do final do turno. Como o sistema de pré-resfriamento dos pés e miúdos é feito por imersão em água gelada, era esperado que a carga microbiana aumentaria à medida que os pés e os miúdos passassem no sistema de pré-resfriamento por imersão, mesmo apresentando renovação constante de água.

Portanto, as altas contagens de CT e CTT na água dos tanques de pré-resfriamento de pés e miúdos pode estar associada à água que envolve os frangos nos tanques de pré-resfriamento pela técnica de imersão em água que, normalmente, possui alta carga microbiana oriunda da própria ave, deste modo, apresentando maiores chances de contaminação na carne e produtos durante o processo de imersão na água nos “chillers” (CARCIOFI, 2005).

Bactérias heterotróficas podem ser caracterizadas como todas as bactérias que utilizam nutrientes orgânicos para o seu desenvolvimento. Além disso, são caracterizadas como ubiqüitárias, visto que são encontradas em diversos substratos como na água, nos alimentos, no solo e na vegetação (MARTIN et al., 2004). Portanto, apesar da Portaria de Consolidação N° 888, de 4 de maio de 2021 ter retirado a recomendação de monitoramento desse grupo de micro-organismos na água, a mensuração de bactérias heterotróficas é fundamental para avaliar a integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede) do abatedouro. A Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017, estabelecia a

contagem de bactérias heterotróficas menor ou igual 500 UFC/ mL como limite. Valores superiores podem indicar que houve falha no sistema de cloração da água de abastecimento e/ou deficiência na limpeza e higienização de reservatórios de água e tubulações (MARTIN et al., 2004).

No estudo, em todas as amostras de água antes ou após a instalação do “rechiller”, os valores mínimos, máximos e as medianas ficaram abaixo do valor de referência preconizado pelo MINISTÉRIO DA SAÚDE (2017), que é no máximo 500 UFC/mL. Apesar das coletas das amostras de água terem sido realizadas nos tanques de pré-resfriamento por imersão e não nos pontos de armazenamento e distribuição, as contagens de bactérias heterotróficas foram baixas. Isso ocorreu, provavelmente, pela baixa temperatura da água e o uso de água hiperclorada (5ppm), que atuam como inibidores de crescimento bacteriano.

Quanto à qualidade microbiológica dos produtos, quando é observada a presença de coliformes a 45°C em altas contagens (maior que 10^5), isso pode indicar que houve falhas higiênicas ao longo do processamento e armazenamento dos produtos, assim como ineficiência na higienização das instalações, equipamentos e utensílios do abatedouro. Além disso, a presença de *E.coli* nos alimentos pode desencadear, em consumidores, doenças transmitidas por alimentos (DTAs), como demonstrado em um relatório disponibilizado por BRASIL (2019e) que indica que os principais agentes etiológicos responsáveis por surtos de DTAs, no Brasil, de 2009 a 2018, foram *E.coli*, representando 23,4% dos casos laboratorialmente confirmados, seguida de *Salmonella* spp., com 11,3% (BRASIL, 2019e).

E.coli, naturalmente, faz parte da microbiota do trato gastrointestinal das aves, desde a primeira semana de vida (MACARI, LUNEDO & PEDROSA, 2022). Por isso encontrá-la, em miúdos de aves dentro dos padrões de referência não significa, necessariamente, que houve falha nas condições higiênico-sanitárias durante o abate dos frangos de corte. Diante o impacto negativo que esse micro-organismo causa, principalmente, quando se consome alimento contaminado, é imprescindível a mensuração de coliformes a 45°, sobretudo, em miúdos de aves. A legislação, que ainda estava em vigor durante o desenvolvimento do trabalho, especificava o valor máximo permitido de coliformes a 45° em miúdos de aves, que é de 10^5 (BRASIL, 2001). Além disso, a legislação que já está em vigor e que revogou a anterior, também determina a quantificação de *E.coli*, em miúdos de aves, que é de 5×10^3 (BRASIL 2019c). Portanto, o parâmetro que foi levado em consideração quanto a coliformes a 45° foi da legislação

que vigorava até a finalização do estudo, no caso, a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001.

Nas amostras de pés e moela, antes ou a após a instalação do “rechiller”, não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) em relação a contagem de coliformes a 45°, desta maneira, a utilização do sistema “rechiller” não comprometeu a qualidade microbiológica dos produtos. Em ambos os tratamentos, os valores encontrados estavam abaixo do valor de referência utilizado no trabalho que é de 10^5 (BRASIL, 2001). A baixa contagem de coliformes a 45°, nestes produtos, pode estar associado a eficiência do “chillers” e “rechiller” em manter a água em baixas temperaturas (4 °C e 0,2-1°C, respectivamente) e hiperclorada (5ppm de cloro livre), deste modo, atuando como inibidores bacterianos (BRASIL, 1998). Portanto, a baixa temperatura na água e a presença de cloro atuam como fatores físicos limitantes para o crescimento de *E.coli*, dado que a sua temperatura ótima de crescimento é de 37°C (ASAE, 2021). Em um trabalho elaborado por RODRIGUES et al. (2008) foi avaliado a contaminação superficial de *E.coli*, aeróbios mesófilos, coliformes termotolerantes e coliformes totais, na carcaça de aves e foi identificado redução significativa da contaminação das carcaças de frangos, principalmente, após o sistema de pré-resfriamento.

Em contrapartida, as amostras de coração e fígado apresentaram diferença estatística após a instalação do “rechiller”, mas ainda assim, a contagem para coliformes a 45° ficou dentro do padrão estabelecido pela legislação em vigor até a finalização do trabalho, que é de 10^5 (BRASIL, 2001), deste modo, a instalação do “rechiller” não comprometeu a qualidade microbiológica do coração e fígado.

O grupo das enterobactérias contempla mais de 40 gêneros bacterianos, dentre eles estão o gênero *Escherichia* spp. e *Salmonella* spp. Ambos os gêneros fazem parte da microbiota residente, estando presentes, especialmente, no ceco e nos segmentos do duodeno e íleo do intestino delgado das aves (MACARI, LUNEDO & PEDROSA, 2022).

Apesar de não haver parâmetro para a contagem de enterobactérias em miúdos na legislação em vigor, a pesquisa desses micro-organismos pode ser utilizada como indicador das condições higiênico-sanitárias de processamento e estocagem dos produtos de origem avícola. As contagens de enterobactérias estão altamente correlacionadas com a presença de *Escherichia coli* (WHYTE, McGill, & COLLINS, 2003), que é o parâmetro mais frequentemente utilizado como indicador da contaminação fecal em alimentos (SMOOTH & PIERSON, 1997).

Os resultados obtidos no processo de avaliação do sistema de “rechiller” demonstram que as contagens de enterobactérias diminuíram numericamente após a instalação do “rechiller” para as amostras de pés e moela, porém, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Para as amostras de coração não houve diferença estatística antes ou após a instalação, entretanto, nas amostras de fígado, foi observada diferença significativa após a instalação do equipamento, aumentando a contagem bacteriana. Como não há uma legislação específica que contemple a contagem de enterobactérias em miúdos de aves, fica limitada a interpretação desses resultados. Além disso, ao avaliar os dados disponíveis na literatura, existem poucos estudos que avaliaram as contagens de enterobactérias em carnes de aves e em muitos trabalhos disponíveis o pré-resfriamento das carcaças era realizado por ar frio (*air chilling*), o que dificulta a comparação dos resultados, já que o trabalho foi desenvolvido em uma indústria que realizava o pré-resfriamento por imersão em água gelada.

Em um estudo realizado GEORNARAS & VON HOLY (2000) foi avaliada a presença de enterobactérias em amostras de pele do pescoço de carcaças de frangos de corte em diferentes pontos do abate e a média encontrada após a passagem pelo sistema de pré-resfriamento por imersão foi de 4,2 Log UFC/g. Já ao avaliar a qualidade microbiológica de carcaças embaladas no Kuwait, ABU-RUWAIDA et al. (1994) encontraram o valor de média de 5,4 Log UFC/g. Entretanto, a utilização do valor da média em estudos que realizam a avaliação microbiológica de produtos não é adequada na maioria dos casos, pois a análise dos dados exige uma abordagem não paramétrica, ou seja, devendo-se expressar os resultados por meio dos valores mínimos, máximos e de mediana, como foi realizado no presente estudo.

Diante disso, a interpretação dos resultados para a contagem de enterobactérias nos produtos deve ser feita com atenção, já que a presença de bactérias pertencentes ao grupo das enterobactérias pode ser natural, visto que alguns micro-organismos fazem parte da microbiota residente das aves. No entanto, em contagens expressivas pode estar associada à contaminação cruzada no ambiente de processamento das aves, sobretudo, durante a passagem das carcaças e miúdos nos tanques de pré-resfriamento por imersão. Posto que este tipo de pré-resfriamento facilita a disseminação e a contaminação dos produtos à medida em que eles vão passando pelo sistema.

Salmonella spp. não era considerado um micro-organismo de identificação em carcaças e miúdos de aves na legislação BRASIL (2001), contudo a legislação atual, isto é, a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019, abarca

a pesquisa de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium. Em carcaças e miúdos de aves, isto se torna importante, visto que a *Salmonella* spp. é um dos principais agentes etiológicos responsáveis em causar surtos de DTAs, no Brasil (BRASIL, 2019e). Alguns trabalhos demonstraram o isolamento de *Salmonella* spp. em carcaças de frango enfatizando a relevância em mensurar esse micro-organismo nas carcaças e miúdos de aves. Determinados trabalhos têm demonstrado a alta prevalência de *Salmonella* spp. em carcaças de frango em abatedouros e no varejo. TESSARI et al. (2008), analisaram 116 carcaças de frango obtidas de abatedouros do Estado de São Paulo, das quais três amostras foram positivas para *Salmonella* spp., sendo que duas foram positivas para *S. Enteritidis*. BORSOI et al. (2010), examinaram 180 amostras de frangos resfriados no varejo, sendo que 12,2 % foram positivas para a bactéria. POSSEBON et al. (2012), avaliaram 130 amostras oriundas de um abatedouro de aves sob SIF, das 130 amostras analisadas, 49,2% foram positivas para *Salmonella* spp.

No trabalho, em todas as amostras, não houve diferença estatística antes ou após a instalação do “rechiller”, demonstrando que a instalação do sistema não teve influência sobre a qualidade microbiológica do produto. Possivelmente, esse resultado ocorreu pois os abatedouros frigoríficos de aves devem possuir um Programa de Autocontrole (PAC) específico para o controle e monitoramento de salmonelas, baseado na Instrução Normativa N° 20, de 21 de outubro de 2016. De acordo com a legislação vigente, lotes positivos para *Salmonella* spp., devem ser abatidos por último e deve-se proceder à imediata higienização das instalações, equipamentos e utensílios para evitar a contaminação cruzada. Já no caso de lotes positivos para *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium, o abate deve ser separado dos demais lotes, seguida de imediata higienização das instalações e equipamentos; sequestro e destinação da produção para tratamento térmico que garanta a eliminação desses patógenos ou fabricação de carne mecanicamente separada (CMS). Relembrando, que não são todos os sorovares de importância na saúde pública, sendo os principais sorovares de interesse *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium e os sorovares de importância na saúde animal *Salmonella* Pullorum e *Salmonella* Gallinarum (BRASIL, 2016).

Embora não tenha sido observada diferença estatística para a presença de *Salmonella* spp. antes e após a instalação do “rechiller” é importante discutir sobre as possíveis causas dos resultados positivos para essa bactéria nos produtos analisados. Antes de discutir as possíveis causas é importante reiterar que *Salmonella* spp. faz parte da microbiota residente intestinal das aves (MACARI, LUNEDO & PEDROSA, 2022),

e, possivelmente, este é um dos motivos que explicaria os animais serem positivos para *Salmonella* spp., deste modo, contribuindo para contaminação cruzada no ambiente de abate. Exemplificando, se durante a etapa de evisceração ocorre extravasamento do conteúdo do trato gastrointestinal com presença de *Salmonella* spp., conseqüentemente, ocorrerá contaminação de outras carcaças e produtos que passarem pelo mesmo local, na linha de abate.

Além disso, os animais positivos para *Salmonella* spp. podem ter correlação com falhas no manejo sanitário, ainda no sistema de criação. Por exemplo, não realizando adequadamente as medidas de biosseguridade dos planteis e do vazio sanitário, visto que esta etapa é primordial para desinfecção dos galpões a cada troca de lote e, conseqüentemente, prevenindo a contaminação do lote que virá posteriormente. Sendo assim, é essencial a comunicação entre o setor da qualidade da indústria avícola com a equipe técnica que presta serviço veterinário nas granjas. Deste modo, é preciso reforçar e intensificar as medidas de biosseguridade, ainda, durante o período de criação dos frangos de corte, a fim de evitar que os lotes cheguem positivos para bactéria no abatedouro.

Os animais positivos para *Salmonella* spp. (incluindo *S. Enteritidis* e *S. Typhimurium*) nos abatedouros devem ser identificados antes de iniciar o abate, uma vez que podem contaminar outros lotes que serão abatidos seguidamente. A presença de *Salmonella* spp. nos produtos, avaliados neste trabalho, pode estar associada às etapas do abate e processamento de aves, por exemplo, a escaldagem, depenagem, evisceração, lavagem após evisceração e o sistema de pré-resfriamento visto que são estágios predisponentes para disseminação e contaminação cruzada das carcaças e de seus subprodutos pela bactéria. Ademais, na lavagem após evisceração, deve-se ter cuidado com a pressão em que os jatos de água são direcionados nas carcaças, pois pode formar aerossóis e contaminar outras carcaças com micro-organismos, e isso inclui as salmonelas, caso estejam presentes na microbiota da pele do frango (VON RÜCKERT et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; ISOLAN et al., 2019).

Portanto, para maior controle e monitoramento de lotes positivos para *Salmonella* spp., os animais devem ser abatidos, exclusivamente, em abatedouros registrados no SIF. Além da verificação das condições de abate nas dependências do abatedouro, realizadas por profissionais do SIF. O controle de qualidade da indústria também deve atuar, intensificando medidas preventivas e corretivas no abatedouro, a fim de reduzir contaminação cruzada entre os produtos. Isto é, monitorar a temperatura e a

vazão de água dos tanques de escaldagem, pré-resfriamento e dos chuveiros conforme descritos em BRASIL (1998); cloração da água nos sistemas de pré-resfriamento com valor máximo de 5ppm; temperatura da água utilizada nos esterilizadores de utensílios (85°) (BRASIL, 1998); liberação dos setores para iniciar o abate somente quando o setor estiver higienizado corretamente, incluindo a limpeza e desinfecção dos equipamentos, utensílios e do ambiente de abate. Assim, um trabalho em conjunto, com os profissionais da criação de frangos de corte mais o controle de qualidade da indústria, contribuirá para diminuir e/ou eliminar a presença de salmonelas nos abatedouros, além da conscientização da população a não consumir produtos avícolas crus ou de procedência duvidosa, também será primordial para o sucesso no controle e monitoramento da salmonela em produtos de origem avícola.

A implantação do sistema de “rechiller”, em um abatedouro de aves, é extremamente relevante tanto a nível econômico quanto a nível ambiental visto que os recursos naturais estão cada vez mais limitados, sobretudo da água potável (RIELLA e GERLOFF, 2009). Mesmo o Brasil tendo uma grande disponibilidade de água, foi observado na última década que os reservatórios de água disponíveis nas grandes cidades alcançaram níveis críticos (BAILONI & ROÇA, 2017). Deste modo, a adoção desta tecnologia em abatedouros avícolas é uma alternativa para minimizar o gasto com água, diariamente.

Neste tipo de indústria observa-se um consumo obrigatório de água nos tanques de pré-resfriamento (“pré-chiller” e “chiller”), conforme descrito na Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998. Esta portaria determina a proporção mínima de água que deve ser consumida em cada estágio de pré-resfriamento, ou seja, no “pré-chiller” a renovação de água gelada nos resfriadores do tipo rosca sem fim deverá ser de 1,5 litros por carcaça, já na etapa do “chiller” deverá ser de 1 litro de água por carcaça (BRASIL, 1998). Esta fase pode representar um consumo de água de 15 a 27% do total de água empregada em um abatedouro (RIELLA e GERLOFF, 2009). Ainda segundo a Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998, estima-se que o consumo médio de água por ave/dia, em abatedouros avícolas, seja de 30 litros de água, incluindo todas as seções do abatedouro (BRASIL, 1998). Considerando que, de acordo com a Instrução Normativa N° 20, de 21 de outubro de 2016, o estabelecimento no qual o estudo foi realizado é classificado como grande, visto que abate um volume diário entre 100.001 até 200.000 frangos por dia (BRASIL, 2016), o consumo hipotético de água poderia variar de aproximadamente 3.000 m³ a 6.000 m³ de água por dia, conforme estabelecido pela Portaria n° 210, de 10 de

novembro de 1998 (BRASIL, 1998; BRASIL, 2016). Estima-se que somente a etapa de pré-resfriamento representa 25% do consumo total de água, o que reitera a importância da instalação do “rechiller” no intuito de reduzir o consumo de água e energia na indústria de abate.

Como o sistema de pré-resfriamento é uma etapa primordial no abate de frangos de corte para a diminuição da contagem microbiana na carcaça de aves seria fundamental a existência de uma legislação em âmbito nacional que determinasse e abarcasse parâmetros microbiológicos, físico-químicos e organolépticos da água do sistema de pré-resfriamento por imersão em água, visto que é uma água que apresenta tais padrões intrínsecos ao sistema. Assim, poderia ser feito com maior precisão a comparação entre os resultados das análises microbiológicas e organolépticas da água antes e após a instalação do “rechiller”.

6 CONCLUSÃO

A utilização do sistema “rechiller” não compromete a qualidade microbiológica dos miúdos avaliados, uma vez que os resultados das análises de coliformes termotolerantes atenderam aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente e não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ao realizar a pesquisa de *Salmonella* spp. Considerando que o monitoramento e a verificação da qualidade da água e dos produtos serão realizados pela empresa, adotando-se ações corretivas nos casos de desvios, o uso de sistema “rechiller” é uma alternativa importante para melhorar a eficiência no uso de água e energia na indústria avícola, otimizando a utilização desses recursos.

REFERÊNCIAS

- ABU-RUWAIDA, A.S; SAWAYA, W.N; DASHTI, B.H; MURAD, M & AL-OTHMAN, H.A. Microbiological quality of broilers during processing in a modern commercial slaughterhouse in Kuwait. **Journal of food protection**, v. 57, n. 10, p. 887-892, 1994.
- ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatórios Anuais. 2020.
- ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatórios Anuais. 2021.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Brasília, DF, 2019.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Água no mundo. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>>. Acesso em 05 de dezembro de 2021.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Manual de Microbiologia Clínica para o controle de Infecção em Serviços de Saúde. IX Congresso Brasileiro de Controle de Infecção e Epidemiologia Hospitalar. Salvador- BA, 2004.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Gram-negativos Fermentadores. 2021. Disponível em: <https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/rede_rm/cursos/boas_praticas/MODULO2/importancia.htm>. Acesso em 07 de dezembro de 2021.
- ASAE. AUTORIDADE DE SEGURANÇA ALIMENTAR E ECONÔMICA. *Escherichia coli*. Disponível em: <<https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/riscos-biologicos/escherichia-coli.aspx>>. Acesso em 08 de dezembro de 2021.
- BAILONE, R. L. & ROÇA, R. O. Tendências no processamento de frangos de corte: uso racional da água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 65-72, 2017.
- BORSOI, A.; MORAES, H.L.S.; SALLE, C.T. P; NASCIMENTO, V.P. Número mais provável de *Salmonella* isoladas de carcaças de frango resfriadas. **Revista Ciência Rural**. v.40, n. 11, p. 2338-2342. 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998**. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. *Diário oficial da União*, Brasília, DF, 26 de novembro de 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução- RDC N° 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2011. Manual técnico de diagnóstico laboratorial da *Salmonella* spp. 1.ed. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n° 20, de 21 de outubro de 2016**. Controle e o monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 de outubro de 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto N° 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamento Técnico de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 de março de 2017.

BRASIL. 2018. NOTA TÉCNICA. Entenda melhor - Salmonela em carne de frango. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/entenda-melhor-salmonela-em-carne-de-frango>>. Acesso em 17 de dezembro de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria N° 74, de 7 de maio de 2019**. A Portaria n° 210, de 10 de novembro de 1998 passa a vigorar com as seguintes alterações. *Diário oficial da União*, Brasília, DF, 08 de maio de 2019a.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2019. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil. Brasília. 2019b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. *Diário oficial da União*, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019c.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução- RDC N° 331, de 23 de dezembro de 2019**. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019d.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2019. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil. Brasília. 2019e.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria N° 365, de 16 de julho de 2021**. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Diário oficial da União*, Brasília, DF, 18 de outubro de 2021.

CARCIOFI, B. A. M. **Estudo do resfriamento de carcaças de frango em chiller de imersão em água**. 2005. Mestrado em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2005.

CARCIOFI, B. A. M & LAURINDO, J. B. Experimental results and modeling of poultry carcass cooling by water immersion. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 447-453, 2010.

CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C. Salmonela na segurança dos alimentos. **Revista Biológico**. v. 70, n. 1, p. 11-13. 2008.

EMBRAPA. **Ávore do conhecimento- Frango de Corte**. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2021 a. Disponível em: < https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fy1j9mko02wx5ok0pvo4k3z9kscuy.html>. Acesso em 02 dezembro de 2021.

EMBRAPA. A pecuária de corte mundial em números. **Boletim CiCarne**. Ano 2/2021 b.

FERRAZ, A. T; SIQUEIRA, A. M. O; FERREIRA, D. P. Análise de estratégias operacionais em sistema de pré-resfriamento de carcaças de frango por imersão. **Revista Ion**, v. 34, n. 1, p. 79-95, 2021.

FLORIANO, L.S. **Anatomia e fisiologia das aves domésticas**. Instituto Federal Goiano. Urutaí-GO. 2013

FRANCO, R.M.; MANTILLA, S. P.S; LEITE, A. M.O. Enumeração de Escherichia coli em carne bovina e de aves através de metodologia miniaturizada utilizando-se “eppendorf” e caldo fluorogênico. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 103, n. 567-568, p. 201-207, 2008.

FRANÇA, L. G. F. **Excreção de nitrogênio por galinhas poedeiras submetidas a diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável na ração**. 2017. Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2017.

FREIRE, R. C e LIMA, A. R. Bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água potável no município de Olinda-PE e sua importância para a saúde pública. **Journal of Management & Primary Health Care**, v. 3, n. 2, p. 91-95, 2012.

FSB. FOOD SAFETY BRAZIL. **Coliformes totais e termotolerantes: qual a diferença?**. 2020. Disponível em: < <https://foodsafetybrazil.org/coliformes-totais-e-coliformes-termotolerantes-voce-sabe-diferenca/>>. Acesso em 7 de dezembro de 2020.

GALHARDO, J. A; LOPES, M; OLIVEIRA, J. T; TAMANINI, R; SANCHES, S. F; FREITAS, J. C e MÜLLER, E. E. Eficácia dos tanques de pré-resfriamento na redução

de contaminação bacteriana em carcaças de frango. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 4, p. 647-656, 2006.

GEORNARAS, I & VON HOLY, A. Bacterial counts associated with poultry processing at different sampling times. **Journal of Basic Microbiology: An International Journal on Biochemistry, Physiology, Genetics, Morphology, and Ecology of Microorganisms**, v. 40, n. 5-6, p. 343-349, 2000.

GEUS, J.A.M e LIMA, I.A. Análise de coliformes totais e fecais: Um comparativo entre técnicas oficiais VRBA e Petrifilm EC aplicados em uma indústria de carnes. **Anais do II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais**. 2019.

HAJDENWURCEL, J.R. **Atlas de microbiologia de Alimentos**. Vol 1. Editora Fonte. São Paulo, Brasil, 1998.

HÜBNER, R. **Análise do uso da água em um abatedouro de aves**. 2001. Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2001.

HUEZO, R.; SMITH, D. P.; NORTHCUTT, J. K e FLETCHER, D. L. Effect of Immersion or Dry Air Chilling on Broiler Carcass Moisture Retention and Breast Fillet Functionality. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 3, p. 438-447, 2007.

ISOLAN, L. W. **Estudo da eficiência da etapa do pré-resfriamento por imersão em água no controle da qualidade microbiológica das carcaças de frango**. 2007. Mestrado em Ciências Veterinárias na área de Medicina Veterinária Preventiva. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre-RS. 2007.

ISOLAN, L. W; PERDONCINI, G; TODESCHINI, B; SANTOS, R. L; GUAHYBA, A. S; DEPNER, R; NASCIMENTO, V.P.. Sistema de lavagem de carcaças e controle de *Salmonella* spp. em abatedouros de frango de corte. **Rev. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** Vol. 71, p. 252-258. 2019.

JAY, J. M; LOESSNER, M. J e GOLDEN, D. A. **Modern Food Microbiology**. IN: JAY, J. M; LOESSNER, M. J e GOLDEN, D. A. Indicators of Food Microbial Quality and Safety. 7ª edição. New York: Springer, 2005, p. 473-495.

JØRGENSEN, F; BAILEY, R; WILLIAMS, S; HENDERSON, P; WAREING, D.R.A; BOLTON, F.J; FROST, J.A; WARD, L; HUMPHREY, T.J. Prevalence and numbers of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on raw, whole chickens in relation to sampling methods. **International Journal of Food Microbiology**. v. 76, n. 1-2, p. 151-164. 2002.

LORENZETTI, E. **Estudo das variáveis que interferem na absorção de água em carcaças e cortes de frango durante a etapa de pré-resfriamento**. 2016. Doutorado em Engenharia de Alimentos. Universidade Regional Integrada do alto Uruguai e das Missões. Erechim-RS. 2016.

LOPES, M; GALHARDO, J. A; OLIVEIRA, J. T; TAMANINI, R; SANCHES, S. F e MÜLLER, E. E. Pesquisa de Salmonella spp. e microrganismos indicadores em carcaças de frango e água de tanques de pré-resfriamento em abatedouro de aves. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 465-475, 2007.

LUCAS, T.; RAOULT-WACK, A. L. Immersion chilling and freezing in aqueous refrigerating media: review and future trends. **International Journal of Refrigeration**, v.21, n. 6, p. 419 – 429, 1998.

MACARI, M; LUNEDO, R; PEDROSA, A. A. **Microbiota Intestinal das aves**. 2022. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/265087556>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2022.

MARTIN, A. J.; EDBERG, S. C. e REASONER, D. J. Heterotrophic plate count bacteria—what is their significance in drinking water. **International Journal of Food Microbiology**, v. 92, n. 3, p. 265-274, 2004.

MARTINEZ, Marina Baquerizo; TADDEI, Carla Romano. Enterobacteriaceae. *In*: TRABULSI, L. R & ALTERTHUM, Flávio. **Microbiologia**. 6ª edição. São Paulo: Atheneu, 2015, p. 293-301.

MARTINS, N.R.S. Cadernos técnicos da Veterinária e Zootecnia. Sanidade Avícola. *In*: TORRES, A.C.D; MARIN, S.Y; RESENDE, J.S; MARTINS, N.R.S. **Salmoneloses**. Belo Horizonte. n. 76, p. 108-116, 2015.

MEBRAFE- Soluções em Refrigeração Industrial. **Manual RETMAC- Resfriador Tubular de Água para Chiller**. Caxias do Sul, RS, 2020.

MELO, E. S; AMORIM, W.R; PINHEIRO, R.E.E; CÔRREA, P.G.N; CARVALHO, S.M.R; SANTOS, A.R.S.S; BARROS, D.S; OLIVEIRA, E.T.A.C; MENDES, C.A; SOUZA, F.V. Doenças transmitidas por alimentos e principais agentes bacterianos envolvidos em surtos no Brasil: revisão. **Revista Pubvet**. v. 12, n.10, p. 1-9. 2018.

MENDONÇA, E.P. **Características de virulência, resistência e diversidade genética de sorovares Salmonella com impacto na saúde pública, isolados de frangos de corte no Brasil**. 2016. Doutorado em Ciências Veterinárias. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia- MG. 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 de dezembro de 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de Consolidação N° 888, de 4 de maio de 2021.** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n° 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2021.

OLIVEIRA, A.P; SOLA. M.C; FEISTEL, J.C; REZENDE, C.S.M; FAYAD, A.R. *Salmonella* sp. e o abate de frangos: Pontos Críticos de Controle. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer.** Goiânia. v. 8, n.4, p. 865. 2012.

OLIVEIRA, A. L e OLIVEIRA, R. B. P. Enumeração de *Campylobacter* spp. e presença de *Campylobacter jejuni* em carcaças de frango no Estado de Minas Gerais. **Revista Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p. 480-484, 2013.

POSSEBON, F.S; COSTA, L.F.Z.P; YAMATOOGI, R.S; RODRIGUES, M.V; SUDANO, M.J; PINTO, J. P. A. N. A refrigeração no diagnóstico de *Salmonella* spp. utilizando o método microbiológico tradicional e reação em cadeia polimerase em carcaças de frango. **Revista Ciência Rural**. v. 42, n.1, p. 131-135. 2012.

RIELLA, H. G.; GERLOFF, J. Descarga zero nos tanques de pré-resfriamento de carcaça de aves. **I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais e Tratamento de Dejetos de Animais.** Florianópolis-SC, v. 11, 2009.

RODRIGUES, A. C. A; PINTO, P. S. A; VANETTI, M. C. D; BEVILACQUA, P. D; PINTO, M. S e NERO, L. A. Análise e monitoramento de pontos críticos no abate de frangos utilizando indicadores microbiológicos. **Ciência Rural**, v. 38, n.7, p. 1948-1953, 2008.

RODRIGUES, L. G. G. **Resfriamento de carcaças de frango por imersão em água e ar forçado.** 2013. Doutorado em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

RODRIGUES, L. G. G; PARISOTTO, E. I. B; CARCIOFI, B. A. M e LAURINDO, J. B. Estudo do resfriamento de carcaças de frango combinando ar forçado e imersão em água. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química.** Florianópolis-SC, 2014.

SAMS, A. R.; ALVARADO, C; OWENS, C. M. **Poultry meat processing.** Boca Raton, FL: CRC Press, 2001.

SAVELL, J.W.; MUELLER, S.L.; BAIRD, B.E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 449 – 459, 2005.

SILVA, J. L. A. **Avaliação da gestão do uso e reuso de água em abatedouros de aves.** 2007. Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais. Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE. 2007

SILVA, E. G. **Efeito da redução da vazão de água no chuveiro de lavagem final sobre a contaminação superficial de carcaças de frango após o pré-resfriamento em chiller.** 2017. Mestrado em Saúde Animal. Universidade Federal de Palotina. Palotina-PR. 2017.

SIMAS, V. S; SANTOS, F.F; GOUVÊA, R; AQUINO, M. H. C; ABREU, D. L. C; NASCIMENTO, E.R e PEREIRA, V. L. A. Pré-resfriamento na redução de coliformes em carcaças de frango de corte. **Ciência Rural**, v. 43, n.9, p. 1618-1622, 2013.

SOUZA, G. B; SOARES, M. T. S; BAPTISTA, J. A. A; NOVAIS, R. A. B. Abate halal e seus efeitos na exportação avícola para os países árabes. **X FATECLOG-Logística 4.0 & A sociedade do conhecimento.** Guarulhos, São Paulo. 2019.

SPIGOLON, R; CARDOSO, P.S; MARTENS, S; MAZOY, A e SALBEGO, A.G. Caracterização do consumo de água em abatedouros de aves e tilápia. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 2, 2017.

SUÁREZ, M.C; MANTILLA, J.R. Presencia de *Salmonella* serovariedad Enteritidis en productos de origen avícola y su repercusión en salud pública. **Revista Médica Iatreia**. v.13, n.4, p.9. 2000.

TEIXEIRA, G.S. **Aproveitamento de energia da água dos chillers.** Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos. 2014. Universidade Federal de Santa Maria. Camargos-RS. 2014.

TESSARI, E.N.C; CARDOSO, A.L.S. P; KANASHIRO, A.M.I; STOPPA, G.F.Z; LUCIANO, R.L; CASTRO, A.G.M. Ocorrência de *Salmonella* spp. em carcaças de frangos industrialmente processadas, procedentes de explorações industriais do Estado de São Paulo. **Revista Ciência Rural**. v. 38, n.9, p. 2557-2560. 2008.

TEZA, A. M. O; MAGALHÃES, M. A e MAGALHÃES, A. B. S. Análise de um frigorífico de aves e caracterização da gestão de uso das águas. **IV Simpósio e XVI Semana Acadêmica de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Viçosa-MG, 2017.

TOPKIP. **Combi In-line air chilling system.** 2021. Disponível em: <<http://www.topkip.com/es>>. Acesso em 05 de dezembro de 2021.

VARESCHE, M.B. **Metabolismo e fatores que interferem no crescimento microbiano.** 2022. Disponível em: <<file:///C:/Users/Marianna/Desktop/Veresche,%202022.pdf>>. Acesso em 09 de fevereiro de 2022.

VON RÜCKERT, D. A. S; PINTO, P. S. A; SANTOS, B. M; MOREIRA, M. A. S; RODRIGUES, A. C. A. Pontos críticos de controle de *Salmonella* spp. no abate de frangos. **Rev. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** Vol. 61, p.326-330. 2009.

WSPA (Sociedade Mundial de Proteção Animal). **Abate humanitário de aves**. Rio de Janeiro, 2010.

WHYTE, P.; MCGILL, K.; COLLINS, J. D. An assessment of steam pasteurization and hot water immersion treatments for the microbiological decontamination of broiler carcasses. **Food Microbiology**, v. 20, n. 1, p. 111-117, 2003.

ZHUANG, H.; SAVAGE, E. M.; SMITH, D. P.; BERRANG, M. E. Effect of dry-air chilling on sensory descriptive profiles of cooked broiler breast meat deboned four hours after the initiation of chilling. **Poultry Science**, v. 88, n. 6, p. 1282-1291, 2009.