

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAMILA GAIO

**CONTAMINAÇÃO GÁSTRICA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DE
CARCAÇAS DE FRANGO**

MEDIANEIRA

2023

CAMILA GAIO

**CONTAMINAÇÃO GÁSTRICA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DE
CARCAÇAS DE FRANGO**

Gastric contamination and it's influence on the quality of chicken carcasses

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador (a): Deisy Alessandra Drunkler.

Co-orientador (a): Rosana Aparecida Da Silva Buzanello

MEDIANEIRA

2023



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira**



CAMILA GAIO

CONTAMINAÇÃO GÁSTRICA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DE CARÇAÇAS DE FRANGO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 22 de Novembro de 2022

Dra. Deisy Alessandra Drunkler, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Cristiane Canan, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Gislaine Silveira Simoes, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (Ifpr)

Dra. Marines Paula Corso, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 22/11/2022.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por me dar forças e me direcionar por este percurso.

À todos os familiares, amigos e colegas de trabalho que contribuíam para o alcance do objetivo.

Às minhas professoras orientadora e coorientadora pela paciência, ajuda e persistência durante esta caminhada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001 e à CEANMED – Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira, Paraná, Brasil, pelos ensaios realizados

RESUMO

Os índices de contaminação gastrointestinal (fecal e/ou gástrica) nas carcaças em abatedouros de aves são altos, gerando grandes prejuízos financeiros devido à necessidade de descarte da proteína, bem como se não detido o controle dentro do estabelecimento pode impactar na segurança dos alimentos. O trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico frente à contaminação gástrica, para o controle microbiológico e os impactos nos parâmetros físico-químicos da carne. O trabalho foi realizado em um abatedouro de aves da região Oeste do Paraná com capacidade de 470.000 aves/dia. Para tal, no período de agosto de 2021 a maio de 2022, através de inspeção visual, foram coletados 200 carcaças que apresentaram contaminação gástrica, antes e após passarem pelo lavador de carcaças. Da mesma forma, carcaças sem contaminação gástrica foram coletadas antes (100) e após a lavagem (200) (tratamento controle), para coleta de *Swab* e realização de análises de *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos. Durante o abate, foram realizadas as análises de cor (L^* , a^* e b^*) e de pH. Para determinação de atividade de água (a_w) e capacidade de retenção de água (CRA) foram coletadas amostras no músculo logo abaixo da pele da área da carcaça que apresentou a contaminação gástrica e no local similar na amostra controle após as carcaças passarem pelo lavador de carcaças. Os resultados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e quando detectado diferença significativa ao Teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o programa *Statistica 7.0*. Em nenhum dos tratamentos avaliados (com contaminação gástrica e controle) foram detectados *Salmonella enteritidis* e *Salmonella typhimurium*. A média das contagens para *Escherichia coli* e Aeróbios mesófilos para o tratamento controle foi de $2,34 \pm 2,33$ Log e $5,31 \pm 1,84$ Log antes e $2,55 \pm 2,08$ Log e $4,71 \pm 1,76$ Log após a passagem pelo lavador de carcaças, respectivamente. Por sua vez, para o tratamento com contaminação gástrica as médias obtidas foram de $4,41 \pm 1,54$ Log e $6,38 \pm 1,81$ Log antes e $2,89 \pm 1,31$ e $4,93 \pm 2,07$ Log após passar pelo lavador de carcaças, para *Escherichia coli* e Aeróbios mesófilos, respectivamente. Em relação a cor, as amostras não diferiram entre si ($p > 0,05$) em relação a luminosidade; porém, para os parâmetros a^* e b^* as amostras com contaminação gástrica diferiram das amostras controle, apresentando menores valores para a^* (mais esverdeadas) e maiores para b^* (mais amareladas) tanto antes quanto após a passagem pelo lavador. Os valores de pH, CRA e a_w não diferiram entre as amostras controle e aquelas que apresentavam contaminação gástrica ($p > 0,05$). A lavagem de carcaças que apresentaram contaminação gástrica demonstrou ser um método eficaz para reduzir a contaminação microbiana aos níveis similares ao do tratamento controle. No geral, a contaminação gástrica assim como a passagem pelo lavador de carcaças não interfere nas propriedades físico-químicas, salvo na cor que permanece mais amarelada mesmo após a lavagem da carcaça.

Palavras-chave: contaminação microbiana; frango de corte; inspeção de alimentos

ABSTRACT

The rates of gastrointestinal contamination (fecal, biliary and/or gastric) in carcasses in poultry slaughterhouses are high, generating large financial losses, due to the need for disposal of protein, as well as if not stopped the control within the establishment can impact on food safety. The objective of this study was to evaluate the efficacy of the carcass washer in the critical point of biological control against gastric contamination, for the microbiological control of and the impacts on the physicochemical parameters. The work was carried out in a poultry slaughterhouse in the western region of Paraná with a capacity of 470,000 birds/day. For this, in the period August 2021 to May 2022, through visual inspection, 200 carcasses that presented gastric contamination were collected, before and after going through the carcass washer. Similarly, carcasses without gastric contamination were collected before (100) and after washing (200) (control treatment), to collect swabs and analyze for *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, and mesophilic aerobes. During slaughter, color (L^* , a^* and b^*) and pH analyses were performed. To determine water activity (a_w) and water retention capacity (CRA) samples were collected in the muscle just below the skin of the carcass area that presented gastric contamination and in the similar place in the control sample after the carcasses had been through the carcass washer. The results were submitted to Analysis of Variance (ANOVA) and when significant difference was detected the Tukey test ($p < 0.05$) using the *Statistica* 7.0 program. In none of the evaluated treatments (with gastric contamination and control) *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium* were detected. The mean microbiological counts for the control treatment were 2.34 ± 2.33 Log and 5.31 ± 1.84 Log before and 2.55 ± 2.08 Log and 4.71 ± 1.76 Log after going through the carcass washer for *Escherichia coli* and mesophilic aerobes, respectively. For the treatment with gastric contamination, the means obtained were 4.41 ± 1.54 Log and 6.38 ± 1.81 Log before and 2.89 ± 1.31 and 4.93 ± 2.07 Log after going through the carcass washer for *Escherichia coli* and mesophilic aerobes, respectively. Regarding color, the samples did not differ ($p > 0.05$) in relation to brightness; however, for the parameters a^* and b^* the samples with gastric contamination differed from the control samples, presenting lower values for a^* (more greenish) and higher values for b^* (more yellowish) both before and after going through the washer. The pH, CRA and a_w values did not differ between the control samples and those that presented gastric contamination ($p > 0.05$). Washing of carcasses that presented gastric contamination proved to be an effective method to reduce microbial contamination to levels similar to the control treatment. Overall, gastric contamination as well as passage through the carcass washer did not interfere with the physicochemical properties, except for the color, which remained more yellowish even after washing the carcass.

Keywords: microbial contamination; broiler; food inspection

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Carcaças com contaminação gástrica	18
Figura 2 - Carcaças com contaminação biliar	19
Figura 3 - Carcaças com contaminação fecal.....	19
Figura 4 - Esquemática do trato gastrointestinal das aves	20
Figura 5 - Fluxograma do processo de abate do setor de evisceração até a entrada no sistema de resfriamento de carcaça	24
Figura 6 - Lavador de carcaça - Ponto crítico de controle biológico.....	25
Figura 7 - Sistemática de coleta das carcaças	27
Figura 8 - Diferentes proporções de contaminação gástrica	34
Figura 9 - Carcaças com contaminação gástrica antes e depois de passar pelo lavador de carcaças	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores obtidos para população de <i>Escherichia coli</i>, aeróbios mesófilos e pesquisa de <i>Salmonella spp.</i> (exclusão de <i>Salmonella Enteritidis</i> e <i>Salmonella typhimurium</i>), em carcaças com contaminação gástrica antes e após passar pelo lavador de carcaças e em carcaças sem contaminação gástrica (controle) antes e após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico e requisito de legislação	31
Tabela 2 - Valores obtidos para as análises de colorimetria (L*, a* e b*) em carcaças com contaminação gástrica antes e após passar pelo lavador de carcaças e em carcaças sem contaminação gástrica (controle) antes e após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle	35
Tabela 3 - Valores obtidos para as análises de pH em carcaças com contaminação gástrica antes e após passar pelo lavador de carcaças e em carcaças sem contaminação gástrica (controle) após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico	37
Tabela 4 - Valores obtidos para as análises de atividade de água e capacidade de retenção de água em carcaças com contaminação gástrica e sem contaminação gástrica (controle) após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Avicultura	17
3.2 Contaminação gastrointestinal e seus impactos no abate de frangos de corte	18
3.3 Processamento de abate de frangos e análise de perigo e pontos críticos de controle	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Processo de abate e coleta das amostras	26
4.2 Análises microbiológicas	27
4.3 Parâmetros físico-químicos	28
4.3.1 Análise instrumental de cor e de pH.....	28
4.3.2 Determinação de atividade de água e capacidade de retenção de água	28
4.4 Análise estatística	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Parâmetros microbiológicos	30
5.2 Parâmetros físico-químicos	34
6 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

As proteínas de origem animal estão presentes em 98,5% dos lares brasileiros, sendo a carne de frango a proteína animal mais consumida, cerca de duas a três vezes por semana por 80% da população brasileira, sem distinção entre as classes sociais (ABPA, 2022a). As mudanças no estilo de vida em busca de dietas saudáveis e preços acessíveis são os principais fatores decisivos para o crescimento do consumo da carne frango (COSTA; GARCIA; BRENE, 2015).

O aumento constante e gradativo da produção da carne de frango e elevada demanda exige o aproveitamento máximo nos processos industriais. Com isso, avanços na área de nutrição, sanidade e manejo contribuem para o aperfeiçoamento de toda a cadeia produtiva juntamente com o constante crescimento da avicultura (BARBOSA *et al.*, 2012).

Todos os processos que envolvem a obtenção da carne de frango, seja de equipamentos, processo ou fatores intrínsecos da carne como pH, capacidade de retenção de água e atividade de água, podem influenciar na qualidade do produto final. Essas alterações podem estar relacionadas com os parâmetros de qualidade como composição química, sensorial (aparência, textura, suculência) e padrões sanitários, influenciando nas escolhas no momento da aquisição dos produtos como também colocar em risco a saúde do consumidor (BOWKER; ZHUANG; BUHR, 2014; GLAMOCLIJA *et al.*, 2015; QIAO *et al.*, 2001; MIR *et al.*, 2017; SHIMOKOMAKI *et al.*, 2000; TASONIERO *et al.*, 2016).

Em abatedouros frigoríficos de abate de frango, perdas de maiores impactos são ocasionadas por contaminação gastrointestinal (contaminação fecal e/ ou gástrica), resultantes de condenações pelo Serviço de Inspeção Federal nas linhas de inspeção e também pela própria empresa, especialmente no Ponto Crítico de Controle Biológico na evisceração, o qual tem por objetivo uma revisão final de 100% das carcaças observando as referidas contaminações interna e externa (DEPNER, 2015).

A utilização de remoção das partes visivelmente contaminadas por conteúdo gastrointestinal com auxílios de facas é um procedimento aprovado e rotineiro nas indústrias frigoríficas, porém, por ser uma prática ineficaz com relação a produtividade o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Resolução nº 4 de 4 de outubro de 2011, autorizou a lavagem das carcaças de frango para remoção da contaminação por conteúdo gastrointestinal visível presente nas superfícies internas e externas das carcaças anterior ao pré-resfriamento como alternativa à prática do refile (corte com as facas) (BRASIL, 2011).

A lavagem de carcaças associadas aos programas de autocontrole é uma prática que colabora com os programas de APPCC e, desta forma, é uma prática recomendada para ser implementada nos frigoríficos. A utilização de chuveiros de lavagem de carcaças de frangos contaminadas no ponto crítico de controle já regulamentada no Brasil também já foi adotada em outros países como, por exemplo, nos Estados Unidos e alguns países da União Europeia, demonstrando eficaz na redução da contaminação microbiológica das carcaças após a passagem pelo chuveiro (EFSA, 2010; HINTON *et al.*, 2009; STEFANI *et al.*, 2014; SHALTOUT *et al.*, 2020). Atualmente a regulamentação do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) prevê que 100% das carcaças passem da etapa de evisceração para o resfriamento sem nenhuma contaminação visível, sendo assim a permanência após a lavagem de qualquer mancha visível incorre na condenação da carcaça.

Poucos estudos tem avaliado a ocorrência de contaminação gástrica com contaminação microbiana. Bilgili *et al.* (2002) observaram que a passagem das carcaças pelo chiller com conteúdo gástrico não influenciaram nas contagens de mesófilos aeróbios, *Escherichia coli* e *Campylobacter spp.*, e também foi possível uma redução no índice de *Salmonella spp.* Assim, o conteúdo gástrico proveniente principalmente do proventrículo, moela e intestino delgado (duodeno), conhecido como mancha gástrica nos abatedouros frigoríficos, ao entrar em contato com a superfície da carcaça na evisceração, não influenciaria na contagem microbiológica devido aos processos posteriores de lavagem de carcaça, refile e resfriamento por imersão em chiller.

Não há, na literatura consultada, dados suficientes que correlacionem a contaminação gástrica da carcaça de frango com a contaminação microbiana e alteração físico-química da carne, bem como a eficiência da lavagem na redução ou não da contaminação microbiana. Desta forma, este estudo tem por objetivo avaliar se, mesmo após a lavagem das carcaças, a contaminação gástrica apresenta riscos microbiológicos à segurança deste alimento e se pode promover alterações físico-químicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da contaminação gástrica na qualidade microbiológica e físico-química de carcaças de frango após a passagem pelo chuveiro lavador de carcaça (Ponto Crítico de Controle do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – Biológico) em uma linha comercial de abate de frangos.

2.2 Objetivos específicos

- Coletar amostras por meio de *Swab* para avaliar o nível de contaminação microbiológica para pesquisa de *Salmonella spp* (exclusão de *Salmonella Enteritidis* e *Salmonella typhimurium*), *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos na área da carcaça que apresenta contaminação gástrica e amostra controle (sem contaminação gástrica), antes e após a passagem pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico;
- Avaliar a cor instrumental e pH na área da carcaça que apresenta contaminação gástrica e amostra controle (sem contaminação gástrica), antes e após a passagem pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico;
- Avaliar a atividade de água e capacidade de retenção de água na área da carcaça que apresenta contaminação gástrica e controle (sem contaminação gástrica) após a passagem pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Avicultura

A produção avícola no Brasil tem ganhado grande importância econômica no cenário mundial e nacional, mantendo o título de maior exportador mundial, o crescimento do Brasil é impulsionado tanto pela procura global como pelo consumo interno (USDA, 2022).

Com um consumo per capita de 45,56 kg/ habitante a produção brasileira de carne de frango se destina 67,83% para o mercado interno e 32,17% para o mercado externo, destacando as exportações para cortes de frango (70,79%), seguido das exportações para frangos inteiros (23,31%), salgados (3,59%) e produtos industrializados (2,32%) (ABPA, 2022a).

O Paraná destaca-se por 35,54% do total de aves abatidas em todo o território nacional e, além de grande produtor, o Paraná é, ainda, um importante exportador de carne de frango (40,38%) (ABPA, 2022a).

A exportação de produtos in natura e processados anualmente vem superando seus recordes. Em 2021, teve seu recorde registrado em um único ano (4,6 milhões de toneladas), com uma diferença de 9% do total exportado pelo Brasil no ano de 2020 (4,23 milhões de toneladas) e em janeiro de 2023 já totalizaram 420,9 mil toneladas, superando em 20,6% o total exportado no primeiro mês de 2022 (349,1 mil toneladas). Com o aumento das matérias-primas para produção da carne de frango como o milho e a soja, a superação nas exportações teve grande importância para a redução dos impactos oriundos pela alta nos custos de produção (ABPA, 2022b; ABPA, 2023).

Mesmo com redução nas importações no ano de 2022, a China é considerado o principal destino para exportação de carne de frango brasileira, houve um aumento de 24,7% no mês de janeiro de 2023 quando comparado com o mesmo período de 2022. Outros países e blocos econômicos como Japão (37,7 mil toneladas (+23,1%), Arábia Saudita, com 32,4 mil toneladas (+111,3%), África do Sul, com 29,5 mil toneladas (+15,7%) e União Europeia, com 21,8 mil toneladas (+20,4%) se destacam nas importações (ABPA, 2022b; ABPA, 2023).

A produção avícola no Brasil vem se destacando no setor de proteína de origem animal, principalmente a fatores relacionados a melhorias nutricionais, manejo, sanidade e também na parte genética, tornando um dos principais componentes do agronegócio paranaense e brasileiro, considerado como o símbolo do crescimento e da modernização do setor. Uma das mais importantes *commodity* perante as exportações brasileiras e também no mercado interno pois está presente nas dietas alimentar dos brasileiros, contribuindo para variação nos preços e taxa cambial do mercado (CALDARELLI; CAMARA, 2013; GALLE *et al.*, 2020; PANISSON, 2020; PINHEIRO *et al.*, 2020).

3.2 Contaminação gastrointestinal e seus impactos no abate de frangos de corte

A definição de contaminação está relacionada com os conteúdos que possam desencadear em condenação total ou parcial da carcaça, incluindo contaminação por alimento não digerido (onde o alimento não passou por todo o processo digestório, conhecido como contaminação gástrica) (Figura 1), líquido biliar (Figura 2) ou contaminação por fezes (Figura 3) (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Figura 1 - Carcaças com contaminação gástrica



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 2 - Carcaças com contaminação biliar

Fonte: Vieira (2012)

Figura 3 - Carcaças com contaminação fecal

Fonte: Vieira (2012)

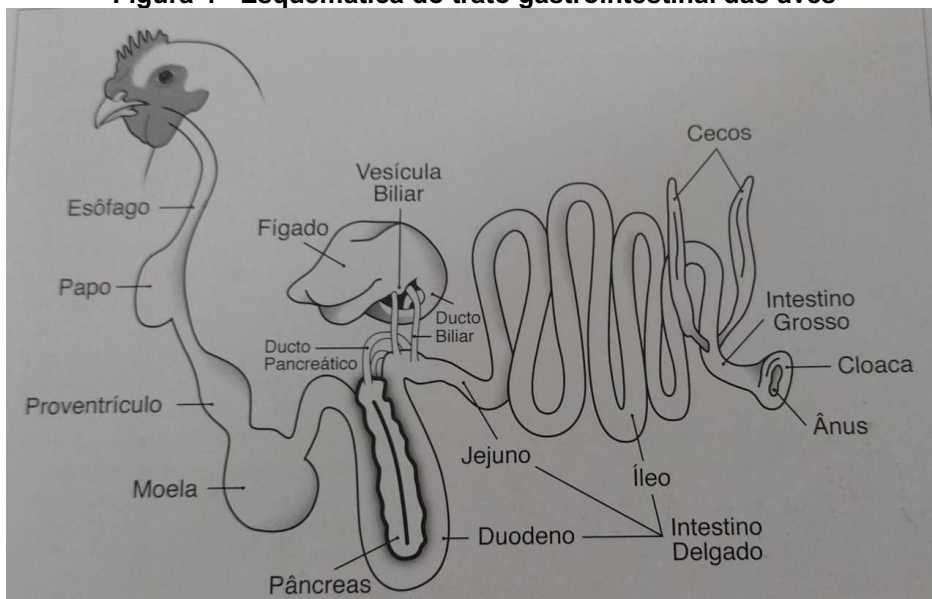
Uma dos maiores fatores de condenações em abatedouros de aves está relacionada com contaminações. Em média, 1/4 de todas as condenações é devido a rupturas das vísceras durante os processos de evisceração. Fatores como uniformidade de lote, velocidade da linha de abate, regulagem de equipamentos e a fragilidade intestinal podem reduzir a quantidade de condenações (COLDEBELLA *et al.*, 2018).

De acordo com Bacha e Bacha (2000), conforme citado por Oliveira (2012), o intestino das aves é composto por duas partes principais: o intestino delgado, que é constituído por duodeno, jejuno e íleo, que apresentam diferenças funcionais e morfológicas e onde ocorre a maior parte do aproveitamento dos nutrientes, e o intestino grosso que compreende o ceco, cólon e reto. De acordo com Svihus (2014) a funcionalidade do trato digestivo é influenciada pela composição da dieta e formato da ração, depois de consumida a primeira passagem é pelo papo que se encarrega de umedecer e deglutir o alimento com alta modificação de pH, seguindo pelos estômagos verdadeiros, proventrículo que secreta ácido hidrocloreídrico e pepsinas, e

moela que com o movimento muscular reduz o tamanho e mistura as partículas. O suco gástrico proveniente do proventrículo se aproxima de um pH de 2,0. Na sequência, o intestino delgado é o local de maior digestão e responsável por praticamente toda a absorção de nutrientes, a primeira parte deste segmento é o duodenal, embora esse segmento termine na saída dos ductos pancreático e biliar, o conteúdo ácido da moela é misturado com os sucos biliares e pancreáticos através de refluxos gastroduodenais. Já no intestino delgado o pH aumenta para aproximadamente 6,0 e o processo de digestão e absorção inicia até terminar no ceco e íleo para posterior excreção.

A contaminação gástrica está relacionada, principalmente, com resíduos alimentares provenientes do papo, conhecido como o “papo pendular”, também chamado de “papo caído” ou “penduloso”, aparece repleto de alimento e bem distendido pendurado sobre a área peitoral da ave. O papo pendular jamais se esvazia e, portanto, apresenta oportunidade para a proliferação de organismos indesejáveis, e por ser menos resistente à ruptura pela ação física durante a evisceração automática. Além do “papo pendular” a contaminação gástrica está relacionada com o conteúdo proveniente do proventrículo e moela, ou seja, é o conteúdo o qual não passou por todo o processo digestório da ave, mas que pode causar a ruptura durante o abate e causar a contaminação da carcaça, conforme ilustrado pela Figura 4 (VIEIRA, 2012).

Figura 4 - Esquemática do trato gastrointestinal das aves



Fonte: Vieira (2012)

O intestino grosso (ceco e cólon) e o conteúdo gástrico originado do papo das aves podem abrigar um grande número de microrganismos que durante o processamento podem vir a contaminar a carcaça, resultando em condenações de origem fecal e gástrica, respectivamente, nos frigoríficos ocasionada pela ruptura do intestino durante a evisceração (BERRANG *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2016; VIEIRA, 2012).

A modernização atrelada aos processos de abate, especificamente na etapa de evisceração tem grande relevância quanto a produtividade, entretanto, se não houver a adequada operação e manutenção dos maquinários são pontos chaves para aumento significativo nas contaminações de carcaças, visto que a ineficiência na operação pode ocasionar perfurações e/ou rompimentos dos intestinos das aves e conseqüentemente as contaminações tanto internas quanto externas (PROCÓPIO, 2020).

Os produtos de origem animal passam por rigoroso processo de fiscalização em todos os abatedouros frigoríficos do Brasil, garantindo assim que não haja riscos aos consumidores. Esse processo de fiscalização é realizado pelo serviço de inspeção federal (SIF), unidade técnico-administrativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que constitui a representação local do serviço de inspeção de produtos de origem animal, realizando dentre as fiscalizações a inspeção *ante* e *post-mortem*, de todos os animais abatidos (BRASIL, 2018; ALMEIDA *et al.*, 2017).

A inspeção *post mortem* consiste no exame da carcaça, das partes da carcaça, das cavidades, dos órgãos, dos tecidos e dos linfonodos, realizado por visualização, palpação, olfação e incisão, quando necessário, realizado por auxiliares de inspeção devidamente capacitados, os quais recebem assistência e treinamento de Auditor Fiscal Federal Agropecuário com formação em Medicina Veterinária ou o Médico Veterinário integrante da equipe do serviço de inspeção federal (BRASIL, 2017).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, determina que as carcaças, as partes das carcaças e os órgãos que apresentem contaminação podem ser aproveitados após a avaliação e remoção da contaminação pelo Departamento de Inspeção Final (DIF). Caso a área contaminada for extensa e não for possível a sua retirada, toda a carcaça deve ser condenada. Pode-se ainda realizar a retirada da contaminação sem a remoção completa da área contaminada,

conforme estabelecido no “Manual de procedimentos de inspeção e fiscalização de aves e derivados em estabelecimentos sob Inspeção Federal”, elaborado pelo MAPA, ficando proibida a entrada de carcaças com qualquer tipo de contaminação visível no sistema de pré-resfriamento ou pré-chiller (BRASIL, 2017; BRASIL, 2021).

3.3 Processamento de abate de frangos e análise de perigo e pontos críticos de controle

As etapas do processo de abate de ave (frango) geralmente seguem o seguinte fluxo: descarga de gaiolas, pendura, insensibilização por eletronarcore (tanque com água potável que conduz corrente elétrica), sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, resfriamento das carcaças em tanques (*chillers*), cortes e embalagem primária, congelamento e embalagem secundária, estocagem e expedição (SAMS *et al.*, 2001; BARBUT, 2002).

O abate de frangos em larga escala é um processo rápido e altamente automatizado, e apesar dos avanços tecnológicos e de práticas de manejo pré-abate adequadas e conscientização dos operadores e regulagem correta dos equipamentos ainda existem oportunidades consideráveis de contaminação e disseminação de bactérias durante o abate. Assim, para avaliação de desempenho do processo de abate, é necessária uma análise do processo e dos pontos críticos, incluindo a identificação de operações que aumentam ou diminuem a contaminação microbiológica das carcaças, assim também garantindo a segurança alimentar (ALTHAUS; ZWEIFEL; STEPHAN, 2017; DEPNER, 2015; ISOLAN *et al.*, 2019).

Os estabelecimentos devem dispor de programas de autocontrole desenvolvidos, implantados, mantidos, monitorados e verificados por eles mesmos, contendo registros sistematizados e auditáveis que comprovem o atendimento aos requisitos higiênico-sanitários e tecnológicos estabelecidos, com vistas a assegurar a inocuidade, a identidade, a qualidade e a integridade dos seus produtos, desde a obtenção e a recepção da matéria-prima, dos ingredientes e dos insumos, até a expedição destes, devendo incluir o bem-estar animal, quando aplicável, as BPF Boas Práticas de Fabricação (BPF), o Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), ou outra

ferramenta equivalente reconhecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2017). Para garantir a segurança alimentar, a adesão às boas práticas de higiene no abate, juntamente com medidas preventivas baseadas no risco (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC) é de grande importância (ISOLAN *et al.*, 2019).

Os estabelecimentos de abate são responsáveis por garantir a identidade, a qualidade e a rastreabilidade dos produtos, desde sua obtenção na produção primária até a recepção no estabelecimento, incluindo o transporte, atendendo as normas vigentes a área de atuação (BRASIL, 2017).

O programa de APPCC tem como objetivo a produção de alimentos inócuos. Sendo baseado na aplicação de princípios técnicos e científicos, em todas as fases da produção dos alimentos, mediante a análise e controle dos riscos biológicos, químicos e físicos. Esse sistema foi desenvolvido nos Estados Unidos por volta da década de 60 com o início do seu programa espacial, devido à preocupação com a saúde dos astronautas. São necessárias sete atividades diferentes para estabelecer, implementar e manter um plano APPCC, que são referidos nas Diretrizes do *Codex Alimentarius* (1997) como os "sete princípios", sendo eles: identificar e avaliar os perigos; determinar os pontos críticos de controle; estabelecer os limites críticos; estabelecer os procedimentos de monitoramento; estabelecer as ações corretivas a serem adotadas; estabelecer os procedimentos de verificação; estabelecer os procedimentos de registro (FAO, 2003).

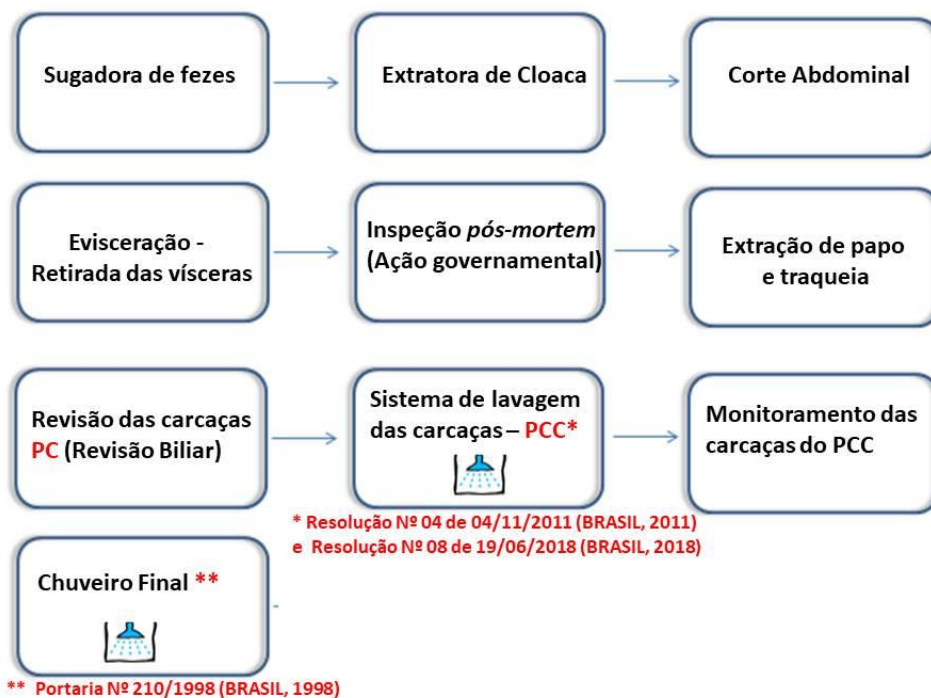
No processo de abate de frangos de corte geralmente são considerados os perigos físicos (detector de metais), químicos (controle de resíduos de drogas na recepção das aves) ou biológicos (presença de contaminação biliar e gastrointestinal e controle da temperatura das carcaças e cortes (≤ 4 °C até 4 horas), os quais são comumente reconhecidos como Pontos Críticos de Controle (PCC). O ponto crítico de controle é uma etapa na qual o controle pode ser aplicado e é essencial para prevenir ou eliminar um perigo de segurança alimentar ou reduzi-lo a um nível aceitável focados na segurança dos alimentos (FAO, 2003).

O PCC biológico no setor de evisceração, presença de contaminação biliar e gastrointestinal, pode ter como alternativa para o refile de carcaças o emprego do sistema de lavagem de carcaças no processo de abate de aves, entretanto, o uso do sistema de lavagem de carcaças não se aplica à remoção de conteúdo biliar presente

nas superfícies internas e externas das carcaças previamente à etapa de pré-resfriamento (BRASIL, 2011).

Ou seja, o PCC biológico no setor de evisceração pode utilizar o processo de refile, onde o ponto crítico é a avaliação visual interna e externa de 100% das carcaças, e em caso de contaminação biliar e gastrointestinal as mesmas podem ser retiradas da linha de inspeção e realizar o corte/refile da carcaça. Bem como está autorizado o uso do sistema de lavagem de carcaças que deve estar localizado após a inspeção *post mortem* e antes da lavagem final por aspersão das carcaças, conforme demonstrado na Figura 5, previsto na Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998, onde o PCC é considerado o chuveiro, e após é necessário o monitoramento avaliando interna e externamente 100% das carcaças e em caso de presença de contaminação exceto biliar as carcaças devem retornar e passar novamente pelo chuveiro, não sendo permitido o refile (BRASIL, 1998; BRASIL, 2011).

Figura 5 - Fluxograma do processo de abate do setor de evisceração até a entrada no sistema de resfriamento de carcaça



Fonte: Autoria própria (2022)

No entanto, para utilização do sistema de lavagem de carcaças é necessário que as empresas informem alguns parâmetros relacionados ao processo, como o tempo de exposição das carcaças à lavagem, volume e pressão de água utilizada, número e direcionamento dos bicos aspersores, como por exemplo, o modelo demonstrado na Figura 6. Também é necessária a revalidação do plano APPCC pelas empresas que quiserem adotar o sistema e que a lavagem das carcaças não pode ser compensatória à execução indevida dos Procedimentos Sanitários Operacionais (BRASIL, 1998; BRASIL, 2011).

Figura 6 - Lavador de carcaça - ponto crítico de controle biológico



Fonte: Autoria própria (2022)

A utilização de chuveiros de lavagem de carcaças de frangos contaminadas regulamentada no Brasil também já foi adotada em outros países como, por exemplo, nos Estados Unidos e alguns países da União Europeia (HINTON *et al.*, 2009; EFSA, 2010).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Processo de abate e coleta das amostras

O estudo foi conduzido em um abatedouro frigorífico de aves localizado na região Oeste do Paraná, Brasil. A capacidade de operação do estabelecimento é de 470.000 aves/dia, mas opera com média de abate de 420.000 aves/dia, atuando em duas linhas de produção e uma velocidade média de 12.000 aves/hora em cada linha. O estabelecimento conta com fiscalização do serviço oficial (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento), seguindo as normas sanitárias adequadas e possui certificado de reconhecimento internacional no âmbito de segurança alimentar: abate *Halal* e certificação BRC (*British Retail Consortium*).

Para o desenvolvimento deste estudo, as carcaças foram selecionadas visualmente no processo de evisceração na linha após a avaliação pelos funcionários do serviço oficial. As carcaças que apresentavam apenas a contaminação gástrica foram retiradas da linha e realocadas na linha de inspeção do PCC, conforme ilustrado na Figura 7. O estudo foi realizado com quatro tratamentos, conforme descrito abaixo:

1. Tratamento 1 (T1) - carcaça com contaminação gástrica antes de passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico (n=200).
2. Tratamento 2 (T2) - carcaça com contaminação gástrica após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico (n=200).
3. Tratamento 3 (T3) - carcaça controle sem contaminação gástrica antes de passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico (n=100).
4. Tratamento 4 (T4)- carcaça controle sem contaminação gástrica após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico (n=200).

Figura 7 - Sistemática de coleta das carcaças



Fonte: Autoria própria (2022)

As coletas de frangos de linhagem comerciais *Cobb* e *Ross*, com peso médio 2,957 kg, idade média de 45 dias e sexo misto, foram realizadas no período de agosto de 2021 a maio de 2022, totalizando 200 carcaças com contaminação gástrica e 100 carcaças sem contaminação gástrica (controle), provenientes da mesma linha de abate.

O processo de abate foi acompanhado desde a etapa de insensibilização elétrica, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração até a inspeção do PCC biológico (lavagem das carcaças). O lavador de carcaças operou com a água em temperatura ambiente (aproximadamente 22 °C) e vazão mínima de 0,5 L e máxima de 3,0 L por ave.

4.2 Análises microbiológicas

As amostras que apresentaram contaminação gástrica e as amostras controle na mesma área da carcaça que apresentaram contaminação gástrica foram submetidas ao *Swab* com pressão numa inclinação de 45° efetuando movimentos de um lado para outro e de cima para baixo, girando continuamente a haste do cotonete, sendo o local de coleta, a área correspondente a presença de contaminação gástrica. Após concluir a coleta, a haste do cotonete foi colocada no tubo com o diluente e

fechado, acondicionadas em caixas com gelo em condições de refrigeração até o envio para o laboratório externo (SILVA, 2017).

Os microrganismos pesquisados foram os exigidos na Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022 (BRASIL, 2022), a saber pesquisa de *Salmonella spp.* (exclusão de *Salmonella Enteritidis* e *Salmonella typhimurium*) de acordo com a metodologia escrita por Silva (2017), *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos conforme metodologia descrita por Salfinger, Tortorello (2015).

4.3 Parâmetros físico-químicos

4.3.1 Análise instrumental de cor e de pH

As análises instrumentais de cor e de pH foram realizadas durante o abate, diretamente na área da carcaça que apresentou a contaminação gástrica e na respectiva área das amostras controle sem contaminação gástrica, antes e após a passagem pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico (aproximadamente 12 minutos *post-mortem*).

Para a medida instrumental de cor foi empregado um colorímetro (CR-400, Konica Minolta, Sensing Inc., Osaka, Japão), com iluminante D65 e ângulo de 10° do observador, obtendo os dados para L*, que se refere à luminosidade, a* à intensidade verde - vermelha e b* à intensidade azul – amarela (MAZZONI *et al.*, 2015).

A determinação do pH foi conduzida com o auxílio de um pHmetro para carnes com eletrodo de contato (205, Testo, Lenzkirch, Alemanha).

4.3.2 Determinação da atividade de água e da capacidade de retenção de água

A determinação da atividade de água e da capacidade de retenção de água foram realizadas diretamente no músculo logo abaixo da pele da área da carcaça que apresentou a contaminação gástrica e no local similar na amostra controle, coletadas logo após o lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico. As amostras

após coletadas foram armazenadas em temperatura de refrigeração ($6^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$) até o momento da realização da análise.

Utilizou-se para a determinação de atividade de água o equipamento analisador de atividade de água (Aqualab® 4TE, Decagon, São Paulo, Brasil).

Para determinar a capacidade de retenção de água foi utilizada a metodologia descrita por Hamm (1960) e aplicada por Engel (2018), que consiste na medição da perda de água liberada quando é aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Para tal, coletou-se, aproximadamente, 2,0 g da amostra a ser analisada. Após, foi necessário dispor as mesmas entre dois papéis de filtro circulares e entre duas placas de acrílico, e cuidadosamente foi colocado um peso de 10 kg por 5 minutos. Posteriormente, a amostra foi pesada e a capacidade de retenção de água foi calculada e expressa em porcentagem de água retida conforme a Equação 1.

$$\text{CRA \%} = 100 - \left(\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso inicial}} \right) \times 100 \quad (1)$$

4.4 Análise estatística

Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação múltipla (Teste de Tukey) foram aplicados para determinar diferenças significativas entre os tratamentos avaliados referente a contaminação gástrica ($p < 0,05$), utilizando o módulo DIC (Delineamento inteiramente casualizados) para estimar e testar as hipóteses sobre os efeitos. Estatística descritiva dos dados foram realizados para cada tratamento (média, desvio padrão, erro padrão e coeficiente de variação). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software Statistica 7.0* (Statsoft Inc., Tulsa, USA) e *Microsoft® Office 365 Excel*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros microbiológicos

As doenças transmitidas por alimentos (DTA's) ocasionadas por ingestão de alimentos contaminados tem grande interesse na saúde pública e os produtos de origem animal representam uma importante fonte de contaminação, necessitando de maior atenção pelas indústrias produtoras como dos órgãos fiscalizadores, pois os principais microrganismos causadores de surtos alimentares como a *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Campylobacter spp.*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*, estão presentes na microbiota animal (HEREDIA; GARCÍA, 2018; LEE; YOON, 2021; NESPOLO, 2021).

A falta de cuidados durante a manipulação na produção de alimentos é um dos fatores que intensificam a capacidade de transmissão de microrganismos patogênicos para o alimento e colocam em risco a saúde dos consumidores; portanto, o atendimento e cumprimento da legislação é essencial nas indústrias de alimentos. Os resultados encontrados neste trabalho (Tabela 1) atendem aos requisitos da legislação brasileira, para tanto atendendo o interesse em saúde pública o qual preza a distribuição de alimentos seguros a população mundial (BRASIL, 2022; PANDOLFI *et al.*, 2020; PEREIRA; ZANARDO, 2020).

Tabela 1 - Valores obtidos para população de *Escherichia coli*, aeróbios mesófilos e pesquisa de *Salmonella spp.* (exclusão de *Salmonella Enteritidis* e *Salmonella typhimurium*), em carcaças com contaminação gástrica antes e após passar pelo lavador de carcaças e em carcaças sem contaminação gástrica (controle) antes e após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico e requisito de legislação

Microrganismos	Tratamentos				Legislação BRASIL, 2022
	T1	T2	T3	T4	
<i>Escherichia coli</i> (Log)	4,41 ^c ± 1,54	2,89 ^b ± 1,31	2,34 ^a ± 2,33	2,55 ^a ± 2,08	3,7
Aeróbios Mesófilos (Log)	6,38 ^c ± 1,81	4,93 ^a ± 2,07	5,31 ^b ± 1,84	4,71 ^a ± 1,76	6
Pesquisa de <i>Salmonella spp</i> (exclusão de <i>Salmonella</i> <i>enteritidis</i> e <i>Salmonella</i> <i>typhimurium</i>)	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g

Médias ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa (p<0,05) entre os tratamentos (colunas) ao nível de 95% de confiança (ANOVA e Teste de Tukey).

Fonte: Autoria própria (2022)

O resultado obtido para contagem de *Escherichia coli* na amostra controle não apresentou diferença significativa (p<0,05) antes e após a passagem pelo lavador de carcaças. No entanto, é possível observar que a contagem de *Escherichia coli* nas carcaças com contaminação gástrica (T1) diminuíram após a carcaça passar pelo lavador de carcaças (T2) (Tabela 1). Estes resultados indicam que a contaminação gástrica possui uma contagem de *E. coli* inicial a ser considerada, uma vez que é superior ao permitido pela legislação por ser um grupo de bactérias entre as mais comuns e que mais afeta aos consumidores com doenças transmitidas por alimentos, sendo assim, sua presença pode representar riscos a saúde dos consumidores (FORSYTHE, 2013; FRANCA, 2018; SALES *et al.*, 2015). No entanto, a lavagem das carcaças foi eficaz na redução da contaminação da carcaça, que apesar de ainda ter sido maior do que nas amostras controle (antes e após a passagem pelo lavador) (p<0,05), apresentou-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2022).

A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos é utilizada para se obter informações quanto as condições higiênico sanitárias nas quais os alimentos foram produzidos e possíveis contaminações por microrganismos patogênicos, considerando que a maioria dos patogênicos são mesófilos (HANGUI, *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2017). A contaminação por mesófilos é encontrada tanto nas amostras

quanto nas controle; no entanto, evidencia-se que a contaminação gástrica aumenta a carga microbiana da carcaça de frango ($p < 0,05$), mas o processo de lavagem de carcaças promove redução destes valores a níveis similares ao controle ($p > 0,05$).

Para a determinação de *Salmonella* não houve identificação da espécie *Salmonella typhimurium* e *Salmonella Enteritidis*, conforme preconiza a Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022 (BRASIL, 2022). Fatores como as etapas do processo, desde a criação, transporte, escaldagem e depenagem, contaminação cruzada oriunda dos equipamentos de abate, podem estar ligadas ao risco de contaminação por esse patógeno (JIMENEZ, 2002; RASSCHAERT *et al.*, 2008). Esses resultados são bastante expressivos para estabelecer medidas de controle no programa de APPCC, considerando que a contaminação gástrica não é responsável pela presença de *Salmonella typhimurium* e *Salmonella Enteritidis*, já que esse microrganismo é um dos principais parâmetros de preocupação dentro da cadeia de produção de carne de frango, por ser um dos principais responsáveis por doenças transmitidas por alimentos.

Santos *et al.* (2020) avaliaram o sistema de lavagem de carcaça com chuveiro instalado após a evisceradora com água potável pressurizada ($5,0 \text{ kgf/cm}^2$) e volume mínimo de água de 150 mL/ carcaça direcionando os bicos para a superfície externa das carcaças e concluíram que o sistema é efetivo na redução da contaminação microbiana reduzindo a contagem (Log) de *E. coli* e de mesófilos na ordem de 3,35 e 4,84 antes e 2,25 e 3,57 após passagem pelo chuveiro, respectivamente de carcaças com contaminações visíveis gastrointestinais. Tais resultados são semelhantes ao encontrado no presente trabalho.

Giombelli *et al.* (2015) conduziram um estudo em cinco estabelecimentos para avaliar a utilização de lavador de carcaças no final da linha de abate, operando com pressão de, no mínimo, 10 kgf/cm^2 com uso de 1,5 L de água por carcaça, como alternativa ao corte para remover a contaminação fecal aparente das carcaças de aves, avaliando microbiologicamente *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, Enterobactérias e aeróbios mesófilos em 3 tratamentos diferentes: A) carcaças com contaminação gastrointestinal visível antes e após o corte; B) carcaças com contaminação gastrointestinal visível antes e após o lavador de carcaça; e C) carcaças sem contaminação gastrointestinal visível antes e após o lavador de carcaça. Os autores encontram valores (Log) de *Escherichia coli* variando de $3,51 \pm 0,89$ (tratamento B) a $2,78 \pm 0,80$ (tratamento C) nas plantas 1 e similar na planta

2. Nas plantas 3 e 4 encontraram valores de $3,79 \pm 1,72$ a $5,01 \pm 0,78$ e de $3,76 \pm 0,85$ a $4,74 \pm 0,88$, respectivamente tratamento B e C e na planta 5 encontraram $3,32 \pm 0,81$. Nas plantas 1 e 2 foram encontrados os valores de $5,10 \pm 0,69$ (tratamento B) e $4,02 \pm 0,60$ (tratamento C) para aeróbios mesófilos. Valores esses que não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) em todos os ensaios em todas as plantas. Os valores são similares aos encontrados no trabalho (Tabela 1), demonstrando que o sistema de lavagem é um método alternativo para remover a contaminação gastrointestinal visível.

Os dados obtidos para os parâmetros microbiológicos são expressivos para sugerir que a lavagem de carcaças com contaminação visível pode ser uma alternativa para redução de possíveis contaminações cruzadas oriundas pelo processo de refile manual, haja visto que o processo de lavagem é contínuo e não requer manipulações da carcaça. Porém há a necessidade do controle do processo implantado dentro da fábrica e o atendimento aos parâmetros mensuráveis os quais são relacionados nas legislações emitidas pelos órgãos reguladores, como o tempo de lavagem das carcaças, o volume de água a ser utilizado, número e localização, direcionamento e pressão dos aspersores (NORTHCUTT *et al.*, 2008; SMITH, NORTHCUTT e MUSGROVE, 2005).

A utilização do sistema de lavagem de carcaças no processo de abate de aves, se aplicada de forma devidamente adequada e vinculada aos controles de autocontrole a ser implantado e validado como um PCC, não pode ser considerado apenas como uma prática de aproveitamento de carcaças contaminadas, mas sim uma prática alternativa permitida para redução de contaminação. Ressalta-se que o emprego desse sistema não pode ser implantado de forma a ser compensatório a falhas executadas durante o processo de abate, desde o manejo até o processo de evisceração e refile.

5.2 Parâmetros físico-químicos

As características sensoriais incluindo a cor, são interferentes importantes na qualidade da carne de frango, impactando na aceitação sensorial e escolhas no momento da aquisição pelos consumidores, esta determinada pelo método de colorimetria de refletância no perfil de cor do sistema CIELab (Commission Internationale de l'Eclairage) (EADY; SAMUEL; BOWKER, 2014; FLETCHER, 2002, QIAO *et al.*, 2001).

A contaminação gástrica apresenta coloração amarelada e/ou laranja, conforme ilustrado na Figura 8, sendo que a proporção e local de derramamento da contaminação depende de fatores como a correta regulagem dos equipamentos, tempo de jejum e corte da alimentação.

Figura 8 - Diferentes proporções de contaminação gástrica



Fonte: Autoria própria (2022)

Na Tabela 2 podem ser observados os resultados obtidos para os parâmetros L*, a* e b* da medida instrumental de cor (CIELAB) das carcaças analisadas.

Tabela 2 - Valores obtidos para as análises de colorimetria (L*, a* e b*) em carcaças com contaminação gástrica antes e após passar pelo lavador de carcaças e em carcaças sem contaminação gástrica (controle) antes e após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle

Tratamentos	L*	a*	b*
T1	70,04 ^a ± 4,77	-1,51 ^a ± 3,25	21,32 ^d ± 8,78
T2	71,27 ^a ± 5,02	-1,67 ^a ± 2,81	17,76 ^c ± 9,11
T3	72,62 ^a ± 5,17	0,09 ^c ± 2,45	9,79 ^a ± 5,42
T4	71,93 ^a ± 29,46	-0,48 ^b ± 3,21	13,12 ^b ± 8,82

Médias ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na mesma coluna indica diferença significativa (p<0,05) entre os tratamentos (linhas) ao nível de 95% de confiança (ANOVA e Teste de Tukey).

Fonte: Autoria própria (2022)

Os valores de luminosidade L* expressam valores de luminosidade da superfície, variando de 0 (preto) a 100 (branco). Os resultados obtidos para todas as amostras não apresentaram diferença significativa (p>0,05), conforme apresentado na Tabela 3, indicando que a contaminação gástrica, assim como a lavagem, não interfere na luminosidade.

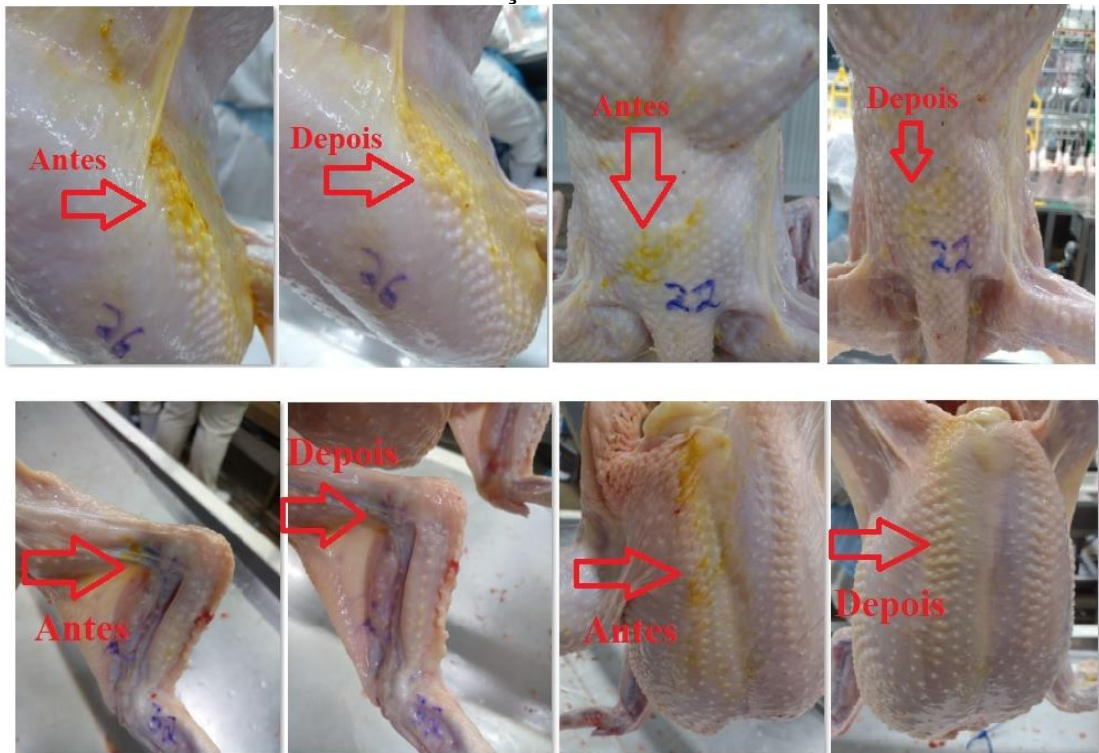
Para o componente a* (verde - vermelho), observa-se que as amostras com contaminação gástrica antes e após a passagem pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico não apresentou diferença significativa (p>0,05), tendendo à coloração mais esverdeada. A etapa de lavagem, em si, tende a prevalecer a tonalidade esverdeada (Tabela 3). As cores são expressas em termos de tonalidade, luminosidade e saturação, sendo assim necessário uma avaliação como um todo dos resultados L*, a* e b* e não de forma isolada para cada parâmetro.

Após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico a amostra com contaminação gástrica teve uma redução no seu valor b* (azul – amarelo) de 21,32 para 17,76 (p < 0,05) e amostragem controle teve o aumento do valor b* de 9,79 para 13,12 (p<0,05). Contudo mesmo as amostras com contaminação gástrica passando por processo de lavagem e diminuindo a sua coloração e atendendo os parâmetros microbiológicos, estas não apresentam similaridade ao padrão do controle.

Esses resultados podem ser justificados pelo tempo que a carcaça ficou parada após a evisceração para as coletas dos dados antes de passar no lavador de carcaças, de aproximadamente 12 minutos, aderindo à contaminação gástrica na

carcaça dificultando então a retirada pela lavagem. Conforme demonstrado na Figura 9 a contaminação gástrica foi reduzida visivelmente, mas ainda apresentou a coloração amarelada, demonstrando desta forma que a contaminação gástrica é solúvel em água e que a aplicação do lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico pode apresentar-se eficiente para redução da coloração da contaminação gástrica, no entanto é necessário que o tempo de aderência da contaminação seja reduzido. Sugere-se então que a contaminação seja lavada imediatamente após a inspeção do serviço oficial, diminuindo o tempo de trânsito da carcaça até o processo de lavagem no ponto crítico de controle. Ressalta-se que atualmente o MAPA permite apenas o lavador de carcaças no ponto crítico de controle.

Figura 9 - Carcaças com contaminação gástrica antes e depois de passar pelo lavador de carcaças



Fonte: Autoria própria (2022)

Os valores obtidos para o pH são apresentados na Tabela 4 e observa-se que não houve diferença significativa entre as amostras analisadas ($p > 0,05$), valor coerente com o fluxo que foi obtido as amostras, ou seja, não houve interferência de processos aplicados durante o abate que possam interferir no resultado de pH, bem

como evidencia-se que a presença da contaminação gástrica não é sinal de alteração do pH.

Tabela 3 - Valores obtidos para as análises de pH em carcaças com contaminação gástrica antes e após passar pelo lavador de carcaças e em carcaças sem contaminação gástrica (controle) após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico

Tratamentos	pH
T1	6,69 ^a ± 2,01
T2	6,62 ^a ± 0,35
T3	6,79 ^a ± 0,37
T4	6,60 ^a ± 0,41

Médias ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (linhas) ao nível de 95% de confiança (ANOVA e Teste de Tukey).

Fonte: A autoria própria (2021)

A carne de frango pode ser classificada como normal em processos que não tenham passado por muitas alterações com valor de pH entre 5,7 a < 6,0 após 24 horas de abate (GLAMOCLIJIA *et al.* 2015; SHIMOKOMAKI *et al.*, 2000; VENTURINI *et al.*, 2007). Como nas condições experimentais estudadas as medidas foram realizadas 12 minutos *post-mortem*, os valores do pH da carne ainda são superiores, em virtude do processo de resolução do *rigor mortis* não ter sido concluído. Valores de pH similares foram reportados na literatura para carne de frango avaliada até 45 min *post-mortem* (CARVALHO *et al.*, 2017; SILVA-BUZANELLO *et al.*, 2018).

Na Tabela 5 observam-se os resultados encontrados para atividade de água e capacidade de retenção de água. Nos parâmetros mencionados, não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados ($p > 0,05$).

Tabela 4 - Valores obtidos para as análises de atividade de água e capacidade de retenção de água em carcaças com contaminação gástrica e sem contaminação gástrica (controle) após passar pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico

Tratamentos	Atividade de água	Capacidade de retenção de água (%)
T2	0,9959 ^a ± 0,0026	73,72 ^a ± 0,08
T4	0,9956 ^a ± 0,0030	72,93 ^a ± 0,07

Médias ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (colunas) ao nível de 95% de confiança (ANOVA e Teste de Tukey).

Fonte: Autoria própria (2022)

A atividade de água numericamente varia de 0 a 1, sendo para carnes frescas maior ou igual a 0,98 e tem vários efeitos na estabilidade dos alimentos, como por exemplo, na textura e influência no crescimento de vários microrganismos (HAUTRIVE, 2021). Os valores obtidos para atividade de água no presente trabalho encontram-se dentro do esperado para carnes frescas (1,00), observando também que não houve interferência dos tratamentos, ou seja, com a presença ou não da contaminação gástrica.

A diminuição da capacidade de retenção de água provoca a diminuição de peso e suculência da carne, oriundo da desnaturação das proteínas miofibrilares, alterando os aspectos sensoriais como a maciez, firmeza e aparência, podendo ainda estar relacionada com o pH elevado (GAVIRIA *et al.*, 2021; LU *et al.*, 2017; MIR *et al.*, 2017), considerando que os ensaios foram realizados em cortes de frangos variando de asas, peito ou coxas e sobrecoxas, as coletas foram realizadas antes do processo de resfriamento e a amostra coletada foi do músculo abaixo da pele a qual não observou passagem da mancha para o músculo, podem haver alterações nos resultados relacionados a fatores intrínsecos e extrínsecos como declínio do pH, condição de pré-rigor, manejo do animal, transporte, raça (SAELIN; WATTANACHANT; YOURAVONG, 2017). Nas condições experimentais estudadas, a presença da contaminação gástrica não afetou significativamente ($p > 0,05$) a capacidade de retenção de água dos cortes avaliados.

Valores de capacidade de retenção de água podem ser considerados como normais de 65,54 a 70,49 (FERNANDES *et al.* 2016; KAMINISHIKAWAHARA *et al.*, 2014; WILHELM *et al.*, 2010), no entanto, Saelin *et al.* (2017), apresenta em seu

trabalho o valor mínimo 62,33% e no máximo 80%, o que condiz com os resultados encontrados no presente trabalho.

A contaminação gástrica oriunda do conteúdo proveniente do proventrículo e moela é a primeira passagem do alimento, com pH que se aproxima de 2,0 (SVIHUS, 2014; VIEIRA, 2012), sendo assim como a contaminação não passou por todo o processo digestório tal não poderia afetar o pH e conseqüentemente o valor da capacidade de retenção de água comprovado através dos resultados encontrados no presente trabalho.

6 CONCLUSÃO

A presença de contaminação gástrica visível nas carcaças não mostrou efeito sobre a contaminação microbiológica por *Salmonella spp.* e os valores obtidos para *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos podem ser reduzidos com o emprego do sistema de lavagem de carcaças no ponto crítico de controle biológico, bem como a contaminação gástrica não afetou os parâmetros físico-químicos exceto o parâmetro cor b* o qual é esperado quando da utilização do sistema de lavagem de carcaças para a redução da coloração da contaminação gástrica, a qual tem coloração característica amarelada.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que a contaminação gástrica, atrelada a lavagem da carcaça pelo lavador de carcaças no ponto crítico de controle biológico, não trazem riscos sanitários após a sua aplicação, pelo fato de não diferirem significativamente ($p > 0,05$) quanto a contagem de *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos, podendo assim reduzir índices de condenação pela contaminação gástrica visível tornando as carcaças seguras para seguirem o fluxo industrial juntamente com as carcaças sem contaminação.

REFERÊNCIAS

- ABPA. Exportações de carne de frango crescem 20,6% em janeiro. São Paulo: ABPA, 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/exportacoes-de-carne-de-frango-crescem-206-em-janeiro/>. Acesso em: 21 fev. 2023.
- ABPA. **Exportações de carne de frango crescem 9% em 2021**. São Paulo: ABPA, 2022b. Disponível em: <http://abpa-br.org/exportacoes-de-carne-de-frango-crescem-9-em-2021/>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- ABPA. **Relatório anual 2021**. São Paulo: ABPA, 2022a. Disponível em: <https://abpa-br.org/relatorios/>. Acesso em: 27 out. 2022.
- ALMEIDA, T. J. et al. Causas de condenação de carcaças de *Gallus gallus domesticus* em abatedouros frigoríficos sob Inspeção Federal no Nordeste do Brasil. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, Recife, v.11, n.4, p.285-291, 2017.
- ALTHAUS, D.; ZWEIFEL, C.; STEPHAN, R. Analysis of a poultry slaughter process: Influence of process stages on the microbiological contamination of broiler carcasses. **Italian Journal of Food Safety**, v. 6, n. 4, p. 190–194, 2017.
- BARBOSA, N. A. A. et al. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1497–1502, ago. 2012.
- BARBUT, S. **Primary Processing of Poultry - An Industry Guide**. Poultry Products Processing. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2002. p. 541.
- BERRANG, M. E., R. J. et al. Broiler carcass contamination with *Campylobacter* from feces during defeathering. **Journal of Food Protection**. v 64, n. 12, p. 2063-2066, jul. 2001.
- BILGILI, S. F. et al. Visible Ingesta on Prechill Carcasses Does Not Affect the Microbiological Quality of Broiler Carcasses after Immersion Chilling. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 11, n. 3, p. 233–238, set. 2002.
- BOWKER, B. C.; ZHUANG, H.; BUHR, R. J. Impact of carcass scalding and chilling on muscle proteins and meat quality of broiler breast fillets. **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, n. 1, p. 156–162, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Procedimentos de Inspeção e Fiscalização de Aves e Derivados em Estabelecimentos Sob Inspeção Federal**. Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/manuais-do-dipoa>. Acesso em 23 set. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa Nº 161 de 01 de julho de 2022**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. D.O.U. Diário Oficial da União. Basil. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998**. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. D.O.U., Diário Oficial da União. Brasil. 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução DIPOA nº 4, de 4 de outubro de 2011**. Autoriza o emprego do sistema de lavagem de carcaças no abate de aves. D.O.U., Diário Oficial da União. Basil. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução Nº 8, de 19 de junho de 2018**. Altera a Resolução nº 4, de 4 de outubro de 2011. D.O.U. Diário Oficial da União. Basil. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. D.O.U. Diário Oficial da União. Brasil. 2017.

CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. Efeitos das variações cambiais sobre os preços da carne de frango no Brasil entre 2008 e 2012. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 3, p. 575–590, jul/set 2013.

CARVALHO, R. H. *et al.* Underlying connections between the redox system imbalance, protein oxidation and impaired quality traits in pale, soft and exudative (PSE) poultry meat. **Food Chemistry**, v. 215, p. 129-137, 2017.

COLDEBELLA, A. *et. al.* **Abate e condenações de aves da espécie Gallus Gallus registrados no Brasil pelo Sistema de Inspeção Federal de 2012 a 2015**. In: CONFERÊNCIA FACTA-WPSA BRASIL, 2018, Campinas. Avicultura 4.0: otimização dos processos de produção avícola. Campinas: FACTA, 2018.

COSTA, L. S.; GARCIA, L. A. F.; BRENE, P. R. A. **Panorama do setor de frango de corte no brasil e a participação da indústria avícola paranaense no complexo dado seu alto grau de competitividade**. IV Singep. Anais.Sao Paulo - SP: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, 2015.

DEPNER, R. F. R. **Comparação dos resultados da contaminação por mesófilos e enterobactérias e dos aspectos operacionais entre os métodos de refile e lavagem de carcaça em abatedouros de frangos do Rio Grande do Sul**. 2015. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria , Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/10195>. Acesso em 04 set. 2021.

EADY, M.; SAMUEL, D.; BOWKER, B. Effect of pH and postmortem aging on protein extraction from broiler breast muscle. **Poultry Science**, v. 93. n. 7. p. 1825–1833, jul. 2014.

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on the safety and efficacy of using recycled hot water as a decontamination technique for meat carcasses. **EFSA Journal**.v.8, n.9, 2010. 69p.

ENGEL, M. **Impacto das condições de escaldagem em carcaças de frango durante o processamento industrial**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, Medianeira, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3956>. Acesso em 25 set 2021.

FAO. **Manual sobre la aplicación del sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (appcc) en la prevención y control de las micotoxinas**. Roma, 2003. ISBN 92-304611-2. Disponível em: <https://www.fao.org/3/Y1390S/y1390s00.htm#Contents>. Acesso em 20 set. 2022.

FERNANDES, R.T. V. *et al.* Physicochemical and microbiological parameters of frozen and chilled chicken meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 7, p. 417-421, 2016.

FLETCHER D, L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, v.58, 131–145, 2002.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

FRANCA, S. R. **Qualidade microbiológica de linguças de frango do tipo frescal comercializadas no Distrito Federal**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/23264>. Acesso em 27 out 2021.

GALLE, V. *et al.* Vantagem comparativa revelada da indústria da carne de frango brasileira e dos principais players (2009-2016). **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v.6, n.1, p.42-53, 2020.

GAVIRIA, L. M.; OSPINA-E, J. C.; MUÑOZ, D. A. Phenomenological-based semiphysical model to predict the water holding capacity of processed meats in the mixing process. **Journal of Food Process Engineering**, p. e13679, 2021.

GIOMBELLI, A. *et al.* High pressure spray with water shows similar efficiency to trimming in controlling microorganisms on poultry carcasses. **Poultry science**, v. 94, n. 10, p. 2589–95,2015.

GLAMOCLIJA, N. *et al.* The effect of breed line and age on measurements of pH-value as meat quality parameter in breast muscles (*m. pectoralis major*) of broiler chickens . **Procedia Food Science**, v. 5, p. 89-92, 2015.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 335–443, 1960.

HANGUI S. A. R. *et al.* Análise Microbiológica da Carne Bovina Moída Comercializada na Cidade de Anápolis, Goiás, Brasil. **Revista eletrônica de Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, vol. 12, n. 2, p. 30–38, 2015.

HAUTRIVE, T. P.. Ciência e tecnologia de alimentos - Volume 1. 1. ed. **Florianópolis: Insular**, 2021. v. 2. 137p.

HEREDIA, N.; GARCÍA, S. Animals as sources of food borne pathogens: a review. **Animal Nutrition**, v. 4, n. 3, p. 250- 255, 2018.

HINTON Jr, A. *et al.* Bacteria recovered from whole-carcass rinsates of broiler carcasses washed in a spray cabinet with lauric acid-potassium hydroxide. **Poultry Science**, v.8, n.11, p.1022-1027, 2009.

ISOLAN, L. W. *et al.* Sistema de lavagem de carcaças e controle de *Salmonella spp.* em abatedouros de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 1, p. 252–258, 2019.

JIMÉNEZ, S.M *et al.* A comparison between broiler chicken carcasses with and without visible faecal contamination during the slaughtering process on hazard identification of *Salmonella spp.* **Journal of Applied Microbiology**, v.93, p.593–598, 2002.

KAMINISHIKAWAHARA, C. M. **Caracterização bioquímica e estrutural de filés de frango análogo a PFN (Pale, Firm, Non-exudative) e PSE (Pale, Soft, Exudative)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, 2014. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000216096>. Acesso em 27 out 2022.

LEE, H.; YOON, Y. Etiological agentes implicated in foodborne illness world wide. **Food Science of Animal Resources**, v. 41, n. 1, p. 1, 2021.

LU, Z. *et al.* Chronic heat stress impairs the quality of breast-muscle meat in broilers by affecting redox status and energy-substance metabolism. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 51, p. 11251-11258, 2017.

MAZZONI, M. *et al.* Relationship between pectoralis major muscle histology and quality traits of chicken meat. **Poultry Science**, v. 94, p. 123–130, 2015.

MIR, N. *et al.* Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 10, p. 2997-3009, 2017.

NESPOLO, N. M. The Behavior of Consumers and Producers of Food of Animal Origin and Their Impacts in One Health. **Frontiers in Veterinary Science**, v.8, p. 607, 2021.

NORTHCUTT, J. K. *et al.* Recovery of bacteria from broiler carcasses after immersion chilling in different volumes of water, Part 2. **Poultry Science**, v.87, p.573-576, 2008.

OLIVEIRA, A. A. *et al.* Principais causas de condenação ao abate de aves em matadouros frigoríficos registrados no serviço brasileiro de Inspeção Federal entre 2006 e 2011. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.1, p. 79-89, 2016.

OLIVEIRA, É. S. **Saúde intestinal das aves**. Seminário (Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia - Nível: Mestrado) Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2012. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/Saude_intestinal_das_aves_Edilon.pdf?1349459400#:~:text=O%20intestino%20das%20aves%20%C3%A9,BACHA%20%26%20BACHA%2C%202000). Acesso em 27 out 2022.

PANDOLFI, I. A.; MOREIRA, L. Q.; TEIXEIRA, E. M. B. Segurança alimentar e serviços de alimentação-revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.7, p.42237-42246, 2020.

PANISSON, J.C. **Avaliação de linhagens de frango de corte e planos nutricionais com ênfase em desempenho miopatias e composição de carcaça**. Tese (Doutorado. - Programa de Pós-graduação em Zootecnia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/67308>. Acesso em 25 set 2021.

PEREIRA, W. B. B.; ZANARDO, V. P. S. Gestão de Boas Práticas em uma Cantina Escolar. **Revista Vivências**, v.16, n.30, p.193-200, 2020.

PINHEIRO, T. C.; SANTOS, J. A. A.; PASA, L. A. Gestão da produção de frangos de corte por meio de redes neurais artificiais. **Revista Holos**, vol. 2, 2020.

PROCÓPIO, D. P. Principais causas e a perda econômica de condenações totais de carcaças de aves em frigoríficos abatedouros supervisionados pelo SIF no Rio Grande do Sul de 2006 a 2019. **South American Development Society Journal**, v. 6, n. 16, p. 94-107, 2020.

QIAO, M. *et al.* The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 676–680, 2001.

RASSCHAERT, G. *et al.* Contamination of carcasses with salmonella during poultry slaughter. **Journal of Food Protection**, v. 71, n. 1, p.146-152, 2008.

SAELIN, S.; WATTANACHANT, S.; YOURAVONG, W. Evaluation of water holding capacity in broiler breast meat by electrical conductivity. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 6, p. 2593-2598, 2017.

SALES, W. B., *et al.* Ocorrência de coliformes totais e termotolerantes em pastéis fritos vendidos em bares no centro de Curitiba-PR. **Demetra: Alimentação, Nutrição e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 10 n. 1, p. 77 – 85, 2015.

SALFINGER, Y., TORTORELLO, M. L. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 5° ed. Washington, Apha Press, 2015.

SAMS, A. R. *et al.* **Poultry Meat Processing**. CRC Press, 2001.

SANTOS, R. A. **Métodos de descontaminação de carcaças de frangos de corte**. 2018. 51f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/1043>. Acesso em: 15 dez 2021.

SHALTOUT, F. A. Microbiological Quality of Chicken Carcasses at Modern Poultry Plant. **Journal of Nutrition and Food Processing**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2020.

SHIMOKOMAKI, M. *et al.* **Atualidades em Ciência e Tecnologia da Carne**. São Paulo: Varela, 2000. 236 p.

SILVA-BUZANELLO, R. A. *et al.* Physicochemical and biochemical parameters of chicken breast meat influenced by stunning methods. **Poultry Science**, v. 97, n. 11, p. 3786-3792, 2018.

SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5° ed. São Paulo: Blucher, 2017.

SMITH, D.P.; NORTHCUTT, J.K.; MUSGROVE, M.T. Microbiology of contaminated or visibly clean broiler carcass processed with an inside-outside bird washer. **Journal of Poultry Science**, v.4, n.12, p.955-958, 2005.

STEFANI, L. M. *et al.* Trimming and washing poultry carcass to reduce microbial contamination: A comparative study. **Poultry Science**, v. 93, n. 12, p. 3119–3122, dec. 2014.

SVIHUS, B. Function of the digestive system. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 2, p. 306–314, 2014.

TASONIERO, G. *et al.* Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. **Poultry Science**, v. 95, n. 11, p. 2707–2714, nov. 2016.

USDA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. United States Department of Agriculture. Foreign Agriculture Service, 2021. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/livestock-and-poultry-world-markets-and-trade>. Acesso em: 15 out 2022.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características da Carne de Frango**. Alegre, ES: Pró-reitoria de Extensão - UFES, 2007 (Boletim Técnico).

VIEIRA, S. L. **Qualidade de carcaça de frangos de corte**. São Paulo: Rede Editora e Serviços de Clipping Ltda., 2012.

WILHELM, A. E. *et al.* Protease activity and the ultrastructure of broiler chicken PSE (pale, soft, exudative) meat. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p.1201-120, abr. 2010.