



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

CINTHIA MIYUKI HASEGAWA

**TRATAMENTOS DE ÁGUA DE BEBIDA SOBRE O
DESEMPENHO E QUALIDADE DE FRANGOS DE CORTE**

Londrina
2025

CINTHIA MIYUKI HASEGAWA

**TRATAMENTOS DE ÁGUA DE BEBIDA SOBRE O
DESEMPENHO E QUALIDADE DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Oba

Londrina
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Hasegawa, Cinthia Miyuki.

Tratamentos de água de bebida sobre o desempenho e qualidade de frangos de corte / Cinthia Miyuki Hasegawa. - Londrina, 2025.
89 f.

Orientador: Alexandre Oba.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2025.

Inclui bibliografia.

1. Ácidos orgânicos - Tese. 2. Cloro - Tese. 3. Descontaminação - Tese. 4. Dióxido de cloro - Tese. I. Oba, Alexandre. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636

CINTHIA MIYUKI HASEGAWA

TRATAMENTOS DE ÁGUA DE BEBIDA SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Oba
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dra. Caio Abércio da Silva
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Rafael Humberto de Carvalho
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 06 de fevereiro de 2025.

Dedico este trabalho à minha mãe, que sempre acreditou em mim e me motiva a nunca parar de estudar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Yoshiko por sempre acreditar em mim e em meu potencial e por sempre me incentivar a estudar.

Agradeço ao meu namorado Diogo por todo o auxílio e paciência.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Oba, pela orientação e confiança. O senhor sempre me incentivou a ter olhar crítico e analisar os motivos dos acontecimentos e me ajudou a crescer.

Agradeço a todos os membros do Grupo de Estudos em Nutrição de Aves e Pets (GENAPET), Afonso, Antoni, Bianca, Carlos, Cintia, Flávia, Fred, Giovanna, Glauco, Jason, JP, Larissa J., Larissa M., Larissa R., Letícia, Luan, Marina, Vitoria e outros se a memória não me falha.

Agradeço à Kobra Indústria Ltda. pelo financiamento da pesquisa, e aos integrantes Igor e João.

Agradeço à CAPES pelo suporte financeiro, oportunidades e pelo investimento na ciência.

Agradeço aos funcionários da Fazenda Escola, Fernando, Hermínio, Jorge e Zé por todos os auxílios e brincadeiras, que deixavam meus dias mais leves.

Agradeço aos membros do Grupo de Pesquisa e Avaliação de Carnes e Carcaças (GPAC), Daniela, Giovanna e Natália, que me auxiliaram nas análises de qualidade de carne.

Agradeço à Prof. Dr. Solange e ao Laboratório de Histologia pelo auxílio nas análises intestinais.

Agradeço ao Maurício pela estatística.

Agradeço à Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.

Agradeço às minhas filhas (animais de estimação) Baby, Cachorrinha Pituca e Princesa por todo o companheirismo.

A todos, os meus mais sinceros agradecimentos! Sem cada um de vocês, nada seria possível! Muito obrigada!!!

***“Confie no Eterno do fundo do seu coração:
Não tente resolver tudo sozinho. Ouça a voz
do Eterno em tudo que fizer, aonde for. Ele
manterá você no melhor caminho.”***

(Provérbios 3:5-6)

HASEGAWA, Cinthia Miyuki. **Tratamentos de água de bebida sobre o desempenho e qualidade de frangos de corte**. 2025. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

RESUMO

A água é um nutriente essencial à vida e possui grande relevância na avicultura. Porém, pouca atenção é dada em relação à qualidade da água ofertada às aves. Dada a importância, o seu tratamento é um fator que impacta diretamente a saúde e desenvolvimento dos animais. O consumo de água de má qualidade pode acarretar a transmissão de diversos patógenos e causar diversas doenças infecciosas, o que influencia diretamente na saúde intestinal, comprometendo a absorção de nutrientes e o desempenho dos animais. Assim, a utilização de produtos sanitizantes podem auxiliar no tratamento da água e na eliminação de microrganismos nocivos à saúde. Deste modo, este trabalho tem como objetivo investigar os impactos do tratamento de água de bebida provinda de poço artesiano ao adicionar cloro (Cl), dióxido de cloro (ClO_2) e ácidos orgânicos (AOs) no consumo de água, desempenho zootécnico, características de carcaça e qualidade de carne em frangos de corte. Foram utilizados 910 pintainhos machos Cobb500®, ao total de 42 dias de criação, divididos em quatro fases: pré-inicial (1-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento (22-35) e terminação (36-42 dias), submetidos a sete tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistem em: A) água de poço artesiano, B) água de poço artesiano tratada com 3 a 5 ppm de Cl, C) água de poço artesiano tratada com 3 a 5 ppm de Cl + AOs (full), D) água de poço artesiano tratada com 3 a 5 ppm de Cl + AOs em dias estratégicos, E) água de poço artesiano tratada com 1 a 2 ppm de ClO_2 + AOs, F) água de poço artesiano tratada com 10 ppm de ClO_2 e G) água de poço artesiano tratada com 50 ppm de ClO_2 . Não houve diferença no consumo de água entre os diferentes tratamentos. Em relação ao desempenho, os resultados mostraram que os animais apresentaram melhor conversão alimentar (CA = 1,380) no período de 8 a 21 dias quando foi fornecido água de bebida tratada com cloro e ácidos orgânicos (full e dias estratégicos), comparados com a água não tratada (CA = 1,458) e água tratada com 1-2 ppm de dióxido de cloro e ácidos orgânicos (CA = 1,449). Houve resultado significativo ($p < 0,05$) no Índice de Eficiência Produtiva (IEP) para as aves que foram submetidas aos tratamentos de água com cloro e ácidos orgânicos (full) (IEP = 409) e 50 ppm de dióxido de cloro (IEP = 391) comparados com o tratamento controle (IEP = 302). Não houve diferença nas características de carcaça e qualidade de carne das aves submetidas aos diferentes tratamentos de água. Como conclusão, a utilização de produtos sanitizantes como o cloro juntamente com ácidos orgânicos na água de bebida influenciam no desempenho de frangos de corte, sem influenciar no consumo de água, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte.

Palavras-chave: Avicultura. Ácidos orgânicos. Cloro. Descontaminação. Dióxido de cloro.

HASEGAWA, Cinthia Miyuki. **Drinking water treatments on the performance and quality of broiler chickens**. 2025. 87 pp. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – State University of Londrina, Londrina, 2025.

ABSTRACT

Water is an essential nutrient for life and plays a crucial role in poultry farming. However, little attention is given to the quality of the water provided to birds. Given its importance, water treatment is a factor that directly impacts the health and development of the animals. The consumption of poor-quality water can lead to the transmission of various pathogens and cause infectious diseases, directly affecting intestinal health, compromising nutrient absorption, and impairing animal performance. Thus, the use of sanitizing products can aid in water treatment and the elimination of harmful microorganisms. Thus, this study aims to investigate the impacts of treating drinking water from an artesian well by adding chlorine (Cl), chlorine dioxide (ClO₂), and organic acids (OAs) on water consumption, zootechnical performance, carcass traits, and meat quality in broiler chickens. A total of 910 male Cobb500® chicks were used over a 42-day rearing period, divided into four phases: pre-starter (1-7 days), starter (8-21 days), grower (22-35 days), and finisher (36-42 days). The birds were subjected to seven treatments with five replications. The treatments consisted of: A) artesian well water, B) artesian well water treated with 3-5 ppm of Cl, C) artesian well water treated with 3-5 ppm of Cl + full OAs, D) artesian well water treated with 3-5 ppm of Cl + OAs on strategic days, E) artesian well water treated with 1-2 ppm of ClO₂ + OAs, F) artesian well water treated with 10 ppm of ClO₂, and G) artesian well water treated with 50 ppm of ClO₂. There was no difference in water consumption among the different treatments. Regarding performance, the results showed that the animals had better feed conversion ratio (FCR = 1.380) from days 8 to 21 when drinking water treated with chlorine and organic acids (full and strategic days) was provided, compared to untreated water (FCR = 1.458) and water treated with 1-2 ppm of chlorine dioxide and organic acids (FCR = 1.449). A significant result ($p < 0.05$) was observed in the Production Efficiency Index (PEI) for birds subjected to treatments with chlorine and organic acids (full) (PEI = 409) and 50 ppm of chlorine dioxide (PEI = 391) compared to the control treatment (PEI = 302). There was no difference in carcass characteristics and meat quality of birds subjected to the different water treatments. In conclusion, the use of sanitizing products such as chlorine along with organic acids in drinking water influences the performance of broiler chickens without affecting water consumption, carcass traits, or meat quality.

Keywords: Chlorine. Chlorine dioxide. Decontamination. Organic acids. Poultry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema regulatório da sede e consumo de água.....	19
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeito da temperatura no consumo de água e ração em frangos de corte	18
Tabela 2 – Parâmetros de qualidade de água e valores máximos permitidos	24

ARTIGO - TRATAMENTOS DE ÁGUA DE BEBIDA SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE FRANGOS DE CORTE

Tabela 3 – Ingredientes e composição energética e nutricional da dieta de frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos de água nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e terminação.....	60
Tabela 4 – Tratamentos e características das águas de bebida experimentais....	61
Tabela 5 – Médias do consumo de água (ml/ave/dia) de frangos de corte submetidos diferentes tratamentos de água de bebida em diferentes idades	66
Tabela 6 – Médias de desempenho de frangos de corte submetidos diferentes tratamentos de água de bebida no período de 1 a 7 dias	66
Tabela 7 – Médias de desempenho de frangos de corte submetidos diferentes tratamentos de água de bebida no período de 1 a 21 dias	67
Tabela 8 – Médias de desempenho de frangos de corte submetidos diferentes tratamentos de água de bebida no período de 1 a 35 dias	68
Tabela 9 – Médias de desempenho de frangos de corte submetidos diferentes tratamentos de água de bebida no período de 1 a 42 dias	69
Tabela 10 – Médias de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos de água de bebida.....	69
Tabela 11 – Médias de qualidade de carne (pH e cor) de frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos de água de bebida	70
Tabela 12 – Médias de qualidade de carne (CRA, PPC e FC) de frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos de água de bebida.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ANOVA	Análise de Variância
AOs	Ácidos Orgânicos
CA	Conversão Alimentar
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CR	Consumo de Ração
CRA	Capacidade de Retenção de Água
DFD	<i>Dark and Firm, Dry</i> - escura, firme e seca
FC	Força de Cisalhamento
GP	Ganho de Peso
IEP	Índice de Eficiência Produtiva
OMS	Organização Mundial da Saúde
ORP	<i>Oxidation Reduction Potential</i>
pH	potencial hidrogeniônico
ppm	Partes por milhão
PPC	Perda de Peso por Cocção
PSE	<i>Pale, Soft and Exudative</i> - pálida, flácida e exsudativa
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
UEL	Universidade Estadual de Londrina
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
VC	Viabilidade Criatória

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA AVICULTURA.....	17
2.2	CONSUMO DE ÁGUA	18
2.3	FONTES DE ÁGUA	21
2.3.1	Água de Superfície	21
2.3.2	Água Subterrânea.....	21
2.4	QUALIDADE DE ÁGUA	23
2.5	CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	25
2.5.1	Características Físicas.....	25
2.5.1.1	Cor e turbidez	25
2.5.1.2	Odor e sabor	25
2.5.2	Características Químicas.....	25
2.5.2.1	pH	25
2.5.2.2	Dureza	26
2.5.2.3	Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....	27
2.5.2.4	Nitrito e nitrato.....	27
2.5.3	Características Microbiológicas	28
2.5.4	Potencial de Oxidação e Redução (ORP)	29
2.6	PRODUTOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA	29
2.6.1	Cloro	29
2.6.2	Dióxido de Cloro	31
2.6.3	Ácidos Orgânicos.....	32
2.7	SAÚDE INTESTINAL	35
2.8	QUALIDADE DA CARNE	37
2.8.1	pH.....	38
2.8.2	Cor.....	39
2.8.3	Capacidade de retenção de água e perda de água (CRA).....	40
2.8.4	Perdas por Cocção (PPC)	41
2.8.5	Força de Cisalhamento (FC).....	41

	REFERÊNCIAS	42
3	HIPÓTESE	52
4	OBJETIVOS	53
4.1	OBJETIVO GERAL	53
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	53
5	ARTIGO: TRATAMENTOS DE ÁGUA DE BEBIDA SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE FRANGOS DE CORTE	54
	INTRODUÇÃO.....	57
	MATERIAL E MÉTODOS	59
	ANIMAIS E TRATAMENTOS	60
	CONSUMO DE ÁGUA	62
	DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	62
	Consumo de Ração Corrigido (CR).....	62
	Ganho de Peso (GP)	62
	Conversão Alimentar Corrigido (CA)	62
	Viabilidade Criatória (VC)	62
	Índice de Eficiência Produtiva (IEP).....	63
	CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA	63
	QUALIDADE DA CARNE	63
	Cor	63
	pH	64
	Capacidade de Retenção de Água (CRA) e Perda de Peso por Cocção (PPC)	64
	Força de Cisalhamento.....	64
	ANÁLISE ESTATÍSTICA	65
	RESULTADOS	66
	DISCUSSÃO.....	71
	CONCLUSÃO.....	77
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78

	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
--	---	-----------

7	PERSPECTIVAS FUTURAS	88
----------	-----------------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a cadeia produtiva e o consumo de carne de frango cresceram significativamente, tornando o Brasil um dos maiores produtores do setor avícola. Embora o frango seja a segunda carne mais consumida no mundo, atrás apenas da carne suína, no Brasil, foi a proteína animal mais consumida no ano de 2023 (ABPA, 2024). A demanda elevada deve-se à sua boa aceitação e ao custo-benefício que atrai consumidores de diversas classes sociais (Reck; Schultz, 2016). Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango, com uma produção de mais de 14,833 milhões de toneladas em 2023, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, com uma produção de 20,960 milhões de toneladas (USDA, 2025). No entanto, é o maior exportador global, enviando 34,6% da produção para países como China, Emirados Árabes e Japão (ABPA, 2024). No ano de 2024, foram exportados 5,294 milhões de toneladas de frango, alcançando o maior número já registrado no setor (ABPA, 2025).

O avanço na avicultura é impulsionado devido a fatores como a alimentação, manejo, melhoramento genético e biosseguridade (Chechet *et al.*, 2022). A nutrição, especialmente, é um dos principais fatores que afetam a produtividade e os custos da cadeia produtiva (Thirumalaisamy *et al.*, 2016). Nesse contexto, a água também desempenha um papel essencial, visto que é um elemento essencial à vida, está envolvida em diversas funções no metabolismo, na regulação da homeostase corporal, no transporte e absorção de nutrientes, e eliminação de dejetos (Jacobs *et al.*, 2020).

Além de funções metabólicas, a água é fundamental no manejo diário de criação dos animais, para limpeza do alojamento e equipamentos, na aplicação de vacinas e no controle de temperatura, e apesar da sua grande importância, seu fornecimento e qualidade são negligenciados, de maneira que influenciam diretamente nos índices zootécnicos e no bem-estar das aves, se ofertados água de má qualidade (Birkheuer *et al.*, 2017).

A oferta de água de baixa qualidade pode comprometer o desempenho dos animais e ser um vetor de patógenos, prejudicando a saúde animal e humana (Iturrino *et al.*, 2010). Melhorias no saneamento da água têm mostrado impacto positivo na redução de agentes infecciosos (Kadota *et al.*, 2023), como *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus* (Sasada *et al.*, 2015), *Salmonella* e

223 *Escherichia coli* (Mohammed *et al.*, 2020). Produtos sanitizantes como cloro, dióxido
224 de cloro e ácidos orgânicos são meios para o tratamento da água, melhorando sua
225 qualidade e o desempenho dos frangos de corte (Sparks, 2009). Desta forma, o uso
226 de tais produtos também ganha relevância frente à restrição de antibióticos devido à
227 resistência microbiana (Migura *et al.*, 2014). Além disso, os ácidos orgânicos possuem
228 a capacidade de diminuir o pH intestinal, proporcionando melhor digestão e absorção
229 dos nutrientes (Viola; Vieira, 2007),

230 Diante desse cenário, este estudo busca avaliar o impacto de
231 diferentes produtos, como cloro, dióxido de cloro e ácidos orgânicos para o tratamento
232 da água de bebida no consumo de água, desempenho, características de carcaça e
233 qualidade de carne de frangos de corte.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA AVICULTURA

A água é um recurso natural e vital para todas as espécies, especialmente para frangos de corte. Aproximadamente, 70% do peso total das aves é representado pela água (Leeson; Summers, 2009), embora possa representar até 85% após a eclosão dos ovos, nos primeiros dias de vida (Kirkpatrick; Fleming, 2008), onde 70% está presente de forma intracelular e 30% no sangue e fluidos (Leeson; Summers, 2009), portanto, qualquer redução na ingestão de água pode causar uma perda significativa no desempenho (Kirkpatrick; Fleming, 2008). A perda de 10% da água corporal das aves pode acarretar problemas graves de saúde e até causar a morte dos animais (Sheikh, 2019).

O fornecimento de água também possui grande importância no processo de ingestão dos alimentos. As aves ingerem 2 a 3 vezes mais água em relação à ingestão de ração (Krabbe; Romani, 2013), e como não possuem glândulas salivares funcionais, logo após se alimentarem, as aves necessitam beber água para auxiliar na deglutição e umedecer o alimento no papo (Mendes, 2001).

A água também está envolvida em diversas funções no metabolismo, no transporte e absorção de nutrientes e eliminação de dejetos via urina (Jacobs *et al.*, 2020). A grande maioria da dieta de frangos de corte consiste em uma base de milho e farelo de soja, que contém uma grande quantidade de proteína, estando em torno de 19,5% (Costa *et al.*, 2001). Como as aves não têm capacidade de converter o ácido úrico em ureia, é necessária uma maior ingestão de água a fim de auxiliar no metabolismo e excreção (Patrick; Ferrise, 1962).

De acordo com Liu *et al.* (2020), o fornecimento de alimento e principalmente de água aos frangos de corte nos primeiros dias de vida afeta diretamente no desenvolvimento e crescimento dos animais. Estima-se que 18% da quantidade de água ingerida é direcionada para o desenvolvimento e crescimento de novos tecidos (Viola *et al.*, 2011). Além disso, a utilização da água é fundamental para fins de higienização do galpão e dos equipamentos, para veículo de vacinas e medicamentos, e é utilizada para a dessedentação e como reguladora das condições climáticas nos métodos de aspersão, a fim de garantir o bem-estar dos animais. Deste

modo, acredita-se que a privação do fornecimento de água afete mais o desempenho dos animais do que a privação de alimento (Abbas *et al.*, 2008).

2.2. CONSUMO DE ÁGUA

O acompanhamento do consumo de água é um dos principais fatores indicativos do desenvolvimento do lote (Viola *et al.*, 2011). Nas aves, o consumo de água é essencial desde a chegada na granja. A privação de alimento e água nas primeiras horas de vida do animal influencia diretamente no desempenho dos frangos, incluindo diminuição do desenvolvimento intestinal, diminuição na produção de enzimas e alterações na atividade do sistema imunológico (Liu *et al.*, 2020).

Nos frangos de corte, o consumo de água aumenta conforme o aumento da idade, porém, a tendência é que haja a diminuição no consumo em relação ao peso vivo do animal. Em frangos jovens, o consumo de água está por volta de 31,25% em relação ao peso vivo, enquanto em frangos mais velhos em torno de 30%, o que mostra a importância da ingestão de água nas primeiras fases de vida (Krabbe; Romani, 2013).

Conforme Boumedous *et al.*, (2017), a privação de água ou o fornecimento de água de má qualidade pode implicar na diminuição no consumo de água e consequentemente de alimento (diretamente proporcional ao consumo de água). Há fatores extrínsecos que afetam a ingestão de água pelas aves. Em momentos de altas temperaturas, o consumo de água aumenta. No verão, as aves tendem a beber mais água em relação ao inverno. Acima de 20°C, a cada 1°C no aumento da temperatura, há um aumento de 6% no consumo de água e queda 1,23% no consumo de ração, e acima de 32°C queda de 5% (Tabela 1) (Manning *et al.*, 2007).

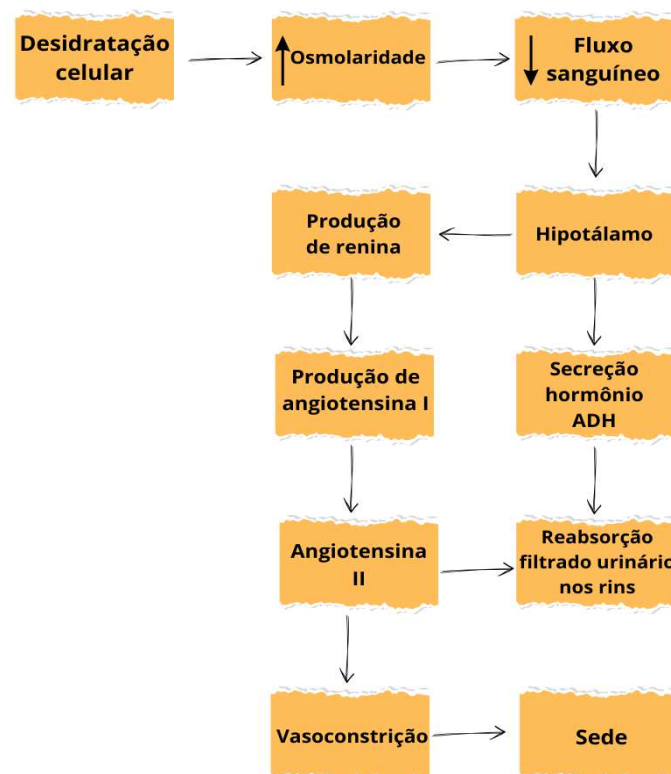
Tabela 1 – Efeito da temperatura no consumo de água e ração em frangos de corte

Temperatura (°C)	Aumento no consumo de água (%)	Queda no consumo de ração (%)
Acima de 20°C	>6% para cada 1°C no aumento da temperatura	1,23% para cada 1°C no aumento da temperatura
32°C a 38°C		5% para cada 1°C no aumento da temperatura

Fonte: Adaptado de Manning *et al.* (2007)

O sistema regulatório de consumo de água em aves ocorre principalmente por dois mecanismos principais: 1) desidratação celular e 2) sistema renina - angiotensina. A falta de água causa um aumento da osmolaridade do líquido extracelular e diminuição do fluxo sanguíneo. Tais estímulos são recebidos e regulados pelo hipotálamo, e como resposta, a renina produz angiotensinas I e II, que promovem a vasoconstrição, levando o animal a sentir sede e tomar água. Outro mecanismo de resposta é a conservação da manutenção da água corporal por meio do controle da diurese através da ação do hormônio antidiurético hipofisário (ADH), que age nos rins. Esse hormônio permite maior permeabilidade celular, insere proteínas denominadas aquaporinas, que permitem a reabsorção do filtrado urinário (Viola *et al.*, 2011) (Figura 1).

Figura 1 – Sistema regulatório da sede e consumo de água



Fonte: Adaptado de Viola *et al.* (2011)

A homeostase corporal é obtida através da subtração da água que o animal adquiriu (água de bebida, água metabólica, água dos alimentos) e a água que o animal perdeu (respiração e dejetos). Quando a água ingerida é inferior à quantidade de água excretada, a manutenção do equilíbrio hídrico é comprometida. Essa

alteração na homeostase corporal leva a uma diminuição do volume de líquido intravascular e aumenta as concentrações plasmáticas de minerais como Na⁺ e Cl⁻, que leva à diminuição cardíaca e hipotensão devido à volemia (Viola *et al.*, 2011), e pode causar queda na produção e até a morte dos animais (Belay *et al.*, 1993).

A mudança exagerada no consumo de água (aumento ou redução) pode ser um indicativo de problemas de saúde. Com a redução no consumo de água, consequentemente, o consumo de alimento é comprometido, há a queda do sistema imunológico e maior proliferação de bactérias nocivas, tornando os animais mais suscetíveis a doenças (Rondón, 2019). A diminuição do consumo de água atrelado ao estresse térmico, levam as aves a saírem da zona de conforto térmico, levando a hipertermia aguda, alcalose respiratória e diminuição da qualidade da carne (Brossi *et al.*, 2009). Portanto, a ingestão de água de qualidade, fresca e de forma livre principalmente em dias mais quentes torna-se ainda mais importante para a manutenção da termorregulação.

A programação de luz nas granjas é outro fator que afeta o consumo de água pelas aves. Os períodos de luz aumentam a atividade de frangos de corte e estes tendem a se alimentar mais e consequentemente ingerem mais água, havendo um pico no consumo de água quando as luzes se ligam (Tabler *et al.*, 2023) e reduzindo o consumo de água logo após iniciar o período de escuro (Viola *et al.*, 2011).

A composição dietética da ração pode influenciar o consumo de água pelos animais. Dietas contendo maiores concentrações de minerais como sódio e potássio e maiores quantidades de proteína acarretam a maior ingestão de água. Ao comparar dietas com 0,14% e 0,25% de sódio, houve um aumento de 10% na ingestão de água ao adicionar maior quantidade de sódio na ração de frangos de corte. A ingestão de proteína também altera o consumo, onde o aumento de 1% de proteína bruta na dieta aumenta em até 3% o consumo de água (Viola *et al.*, 2011).

De acordo com Tabler *et al.* (2019), o pH e qualidade da água são fatores que também podem alterar seu consumo. Os ácidos orgânicos, utilizados em dosagens corretas, são considerados palatabilizantes, devido à leve acidificação e melhoria da qualidade da água. No entanto, em frangos de corte, essa percepção pode ser menor devido à baixa quantidade de papilas gustativas que eles possuem (Liu *et al.*, 2018).

2.3. FONTES DE ÁGUA

Na produção animal, incluindo no setor da avicultura, há muitas fontes de abastecimento, como água provinda de poços artesianos, córregos, lagos (NIMSS, 2005). A escolha da fonte de abastecimento de água muitas vezes impacta na sua qualidade e depende da localização e distância e estrutura da propriedade rural (Mu, 1990; Gross; Elshiewy, 2019). No geral, as fontes de água são divididas em de superfície ou subterrâneas.

2.3.1. Água de Superfície

As águas de superfície, como o próprio nome já diz, localizam-se na superfície do planeta Terra, e dentre as fontes de água superficial, podemos citar os rios, lagos, riachos e oceanos (Li; Liu, 2019).

As fontes de água superficiais são mais propícias a serem contaminadas por microrganismos patogênicos do que as águas de fonte subterrânea (Kurtz; Feeney, 2019; Huang *et al.*, 2023), e sofrem mais por mudanças devido à antropologia humana, através do manejo incorreto de dejetos ao redor da fonte (Li; Liu, 2019).

As águas superficiais de água doce são perdidas pela evaporação, pela infiltração no solo (se tornando água subterrânea), são extraídas pelos humanos, consumidas pelos animais ou desaguam em direção ao oceano (se tornando água salobra), e são abastecidas pela água da chuva, assim, por este motivo, dependem do clima e manejo do local para o fornecimento de água (Li; Liu, 2019).

2.3.2. Água Subterrânea

São considerados água subterrânea água provinda de poços escavados ou perfurados, fontes de aquíferos ou fontes de nascentes (Carrard *et al.*, 2020). As nascentes são locais onde a água sobe através do solo ou rochas e flui naturalmente no solo em direção a outras fontes de água (Amaral, 2004).

Os poços podem ser rasos (3 a 12 metros de profundidade) ou profundos (50 a mais de 500 metros de profundidade – poços artesianos) e captam água de aquíferos subterrâneos (Kurtz; Feeney, 2019). A água subterrânea

representa cerca de 98% das reservas de água doce de todo o mundo (Velis *et al.*, 2017). Cerca de 70% da água subterrânea mundial é utilizada no meio rural, 20% no setor doméstico e menos de 10% na indústria (Margat; Gun, 2013). Embora a água que provém de poços artesianos seja considerada apropriada para consumo, está sujeita a conter diversos tipos de sólidos e microrganismos devido a fatores naturais e humanos, e, se não tratada de forma adequada, pode representar um veículo para a transmissão de diversas patologias (Amaral, 2004; Yang *et al.*, 2016; More-Bayona *et al.*, 2020).

O descarte inadequado de dejetos animais ao redor da fonte de água prejudica a qualidade da água de poços artesianos e contribui para a poluição fecal (Amaral, 2004). Boumedous *et al.* (2017), analisaram os efeitos do consumo da água bebida provinda de poço artesiano não tratada e tratada com hipoclorito de sódio e observaram maiores ganhos de peso nos frangos de 14 dias de idade que receberam água tratada (média = 211,55 g) comparados com aqueles que receberam água de poço artesiano não tratada (média = 405,111 g), o mesmo foi observado aos 21 dias de idade, com melhores ganhos de peso com água tratada (média = 408,5 g) em comparação com água não tratada (média = 605,22 g). De acordo com o mesmo autor, essa grande diferença se deu devido a má qualidade da água utilizada, como presença de coliformes totais e fecais, além de alto pH e quantidade de nitrato além do limite de acordo com a WHO (World Health Organization).

Muitos poços artesianos são afetados pela maior presença de ferro, principalmente se a região contém grandes quantidades desse minério. A presença de ferro na água não gera muitos impactos negativos, mas pode aumentar o número de bactérias férricas na água. Estas bactérias oxidam o ferro ferroso (Fe^{2+}) para sua multiplicação. Apesar das ferrobactérias não serem prejudiciais à saúde, excretam limo viscoso e pegajoso e resultam em uma água com presença de flocos, forte odor putrefeito e com coloração marrom-avermelhada (Tabler *et al.*, 2019).

A água subterrânea é considerada mais confiável e limpa em relação à água superficial, porém, também está propensa a contaminações, uma vez que as águas superficiais dão origem às águas subterrâneas (Li; Liu, 2019).

2.4. QUALIDADE DE ÁGUA

As questões de qualidade da água envolvem grandes problemáticas, tanto na lucratividade e no desenvolvimento de frangos de corte, quanto nas questões ambientais e de segurança do alimento para pessoas e animais (NIMSS, 2005).

Segundo dados do Programa Conjunto de Monitorização (JMP), para o Abastecimento de Água, Saneamento e Higiene do Fundo das Nações Unidas para a Infância (OMS/UNICEF, 2023), 1 a cada 4 pessoas no mundo não tem acesso à água potável, dentre eles, 704 milhões de pessoas vivem no meio rural. No Brasil, 13% da população ainda sofre dificuldade ao acesso à água potável no ano de 2022.

A água não representa um meio onde há multiplicação de microrganismos, porém, é considerada um veículo para muitos patógenos que são capazes de sobreviver por muito tempo no meio ambiente (Amaral, 2004) e assim transmitir diversas doenças, principalmente pela via fecal-oral (Gama *et al.*, 2008).

De acordo com Jacobs *et al.* (2020), fornecer diariamente água de bebida que se apresenta contaminada por microrganismos pode desencadear uma resposta crônica de estresse devido à maior secreção de corticosterona, hormônio associado ao bem-estar dos animais.

A água deve ser inodora, insípida e incolor. Qualquer alteração nesses parâmetros pode indicar a queda da sua qualidade (Gama *et al.*, 2008). A qualidade da água não se refere somente ao seu estado de pureza (Merten; Minella, 2002), mas engloba características físicas (turbidez, cheiro, partículas de terra, areia), químicas (sólidos totais, dureza, potencial de oxirredução, valor de pH e alcalinidade) e biológicas (presença de coliformes) (Dohare *et al.*, 2014). Em adição, a qualidade da água pode depender de fatores como a fonte de abastecimento, o manejo da água e de resíduos, o grau de degradação ambiental e antropocentrismo da região (NIMSS, 2005).

A manutenção da qualidade da água exige frequente coleta e análise de dados e abordagens regulatórias de saneamento da água (Carrard *et al.*, 2019). A descontaminação da água tem o intuito de eliminar patógenos que estão presentes nas fontes de água ou que foram contaminadas no caminho até a propriedade (Amaral, 2004). O processo de tratamento e o monitoramento da qualidade da água que é ofertada são relevantes principalmente na avicultura, onde uma única fonte abastece milhares de animais (Sheikh, 2019).

O controle na qualidade da água faz parte do programa de biossegurança de propriedades rurais e deve ser realizado desde a criação dos animais até o processamento do produto final, e garante a saúde e bem-estar dos animais (Mohammed *et al.*, 2020).

De acordo com a Resolução nº357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), a qualidade da água doce é dividida em Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, onde o mesmo sugere a utilização da água de Classe 3 para fins de dessedentação dos animais.

Na produção avícola, a preconização da qualidade da água representa um importante fator a ser considerado, visto que são animais menores, precoces e mais suscetíveis às doenças (Amaral, 2004). Assim, de acordo com Gama *et al.* (2008), é necessário prezar pela qualidade da água fornecida desde a primeira fase das aves. A recomendação é oferecer ao animal a água de bebida aplicável também para o consumo humano (Cardozo *et al.*, 2015).

A Tabela 1 mostra parâmetros preconizados indicativos de qualidade de água de acordo com a CONAMA (2005), para dessedentação de animais, representada pela Classe 3 e de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022) para consumo humano e seus respectivos valores máximos permitidos.

Tabela 2: Parâmetros de qualidade de água e valores máximos permitidos.

Parâmetros	Valor máximo permitido	
	CONAMA (2005)	OMS (2022)
Coliformes Totais e Fecais	1000 NMP/mL	0 UFC /100 mL
pH	6 – 9	6,5 – 8,5
Alcalinidade	–	–
Nitritos e Nitratos	1 e 10 mg/L	3 mg/L e 50 mg/L
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	500 mg/L	1000 mg/L
Cloreto	250 mg/L	250 mg/L

Fonte: Dados adaptados de CONAMA (2008); OMS (2022).

2.5. CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA ÁGUA

2.5.1. Características Físicas

2.5.1.1. Cor e turbidez

Conforme a apresentação da cor da água, esta pode nos dizer sobre sua qualidade. Quando a água apresenta-se com coloração avermelhada, há indicação de maiores quantidades de ferro, e quando a água apresenta-se azulada, há indicativo de presença excessiva de cobre. Já a água de coloração negra pode indicar decomposição de matéria orgânica e presença de bactérias (Sheikh, 2019).

A água turva representa a presença de lama, lodo, argila ou material orgânico (Sheikh, 2019) e diz respeito à intensidade de luz que penetra em meio às partículas presentes na água (Viola *et al.*, 2011).

2.5.1.2. Odor e sabor

A água deve ser insípida e inodora. A presença de cheiro é outro fator indicativo da qualidade da água. O forte odor putrefeito na água aponta a presença de sulfeto de hidrogênio, proveniente de bactérias sulfato redutoras e da decomposição de matéria orgânica. Esse componente ao se complexar com o ferro, pode tornar a água negra, e consequentemente aumentar a presença de bactérias (Viola *et al.*, 2011).

Já o sabor da água pode ser alterado pelo excesso de diversos sais, presença de ferro, manganês e sulfato, e o pH, que podem dar à água um sabor amargo (Sheikh, 2019).

2.5.2. Características Químicas

2.5.2.1. pH

O pH indica a acidez ou alcalinidade da água em uma escala de 0 a 14, onde quanto mais próximo à 0, maior a acidez, e quanto mais próximo a 14 maior a alcalinidade e em pH 7 se enquadra no pH neutro (Sheikh, 2019).

Quando o pH da água se encontra mais elevado, as concentrações de sólidos como carbonatos e sais se encontram mais elevados (Manning *et al.*, 2007; Rondón, 2019). A alta alcalinidade da água pode aumentar a sua dureza, aumentando os níveis de cálcio e magnésio, que apesar de não afetarem a saúde dos animais, pode levar ao acúmulo de incrustações, causar entupimentos e impedir a correta ação de detergentes, o que pode tornar a limpeza menos eficiente e consequentemente aumentar a concentração de patógenos (Manning *et al.*, 2007; Rondón, 2019).

Adicionalmente, a alcalinidade do meio auxilia na proliferação de bactérias patogênicas e o risco de contaminação e contração de doenças transmitidas através da água de bebida (Boumedous *et al.*, 2017). Os ácidos orgânicos podem ser utilizados a fim de diminuir o pH da água. De acordo com Khan (2016), o pH levemente ácido entre 5 e 7 auxilia na eliminação de microrganismos nocivos. Deste modo, a oferta de água de bebida com pH baixo têm o poder bactericida e pode ser utilizado para o tratamento da água, diminuindo a transmissão de doenças em frangos de corte (Gao *et al.*, 2021).

Embora as aves tenham preferência em consumirem água de bebida com pH entre 6 e 6,8, podem tolerar um espectro maior de pH entre 4 e 8 (Sheikh, 2019). Apesar da preferência por beberem água de pH neutro, os ácidos orgânicos são palatáveis (Gao *et al.*, 2021) e não alteraram o consumo quando adicionados à água a um pH 2,7 – 3,7 (Ali *et al.*, 2020).

2.5.2.2. Dureza

A dureza representa a elevada quantidade de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) presentes na água. A associação de cálcio com o bicarbonato (HCO_3^-) leva a formação carbonato de cálcio (CaCO_3), que é pouco solúvel.

Embora a dureza não afete a saúde, estes elementos acabam precipitando e levam ao acúmulo desses minerais nos sistemas de abastecimento de água, favorecendo o entupimento de canos (Boumedous *et al.*, 2017; Sheikh, 2019). No entanto, conforme Ebrahimi *et al.* (2024), o fornecimento de água de qualidade, com baixa dureza influencia positivamente no desempenho de frangos de corte.

O alto nível de dureza da água também diminui a ação de desinfetantes como a amônia quaternária, tornando-os menos eficientes (Sheikh, 2019). A dureza da água influencia na ação e capacidade de detergentes e sabões de

fazerem espuma (Viola *et al.*, 2011), influenciam no sabor e interferem na eficácia de alguns medicamentos, tornando alguns compostos químicos indisponíveis (Gama *et al.*, 2008).

Conforme a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de dureza da água para o consumo humano é de 500 mg/L de CaCO_3 .

2.5.2.3. Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) correspondem à salinidade da água. A salinidade pode ser resultado de substâncias orgânicas ou inorgânicas. Os minerais envolvidos geralmente são cálcio, magnésio, sódio, cloro, bicarbonato e enxofre (Viola *et al.*, 2011).

A constante ingestão de água com alta presença de minerais pode aumentar a umidade das fezes devido ao efeito osmótico e maior ingestão de água em frangos de corte e perus (Leeson; Summers, 2009).

De acordo com a OMS (2022), a quantidade máxima permitida de SDT é de 1000 mg/L. Uma das alternativas para a resolução dos problemas de salinidade é fazer o uso de trocadores de íons, que retém os minerais presentes na água (Viola *et al.*, 2011).

2.5.2.4. Nitrito e nitrato

O nitrato é produto da decomposição de matéria orgânica, enquanto o nitrito é gerado de uma forma intermediária entre o processo. A presença desses compostos na água indica que ela pode ter sido contaminada por escoamento de fertilizantes ou resíduos de animais (Sheikh, 2019).

A ingestão de nitrito é altamente tóxica, uma vez que, após ser absorvido e estar presente na corrente sanguínea, o nitrito complexa-se com a hemoglobina e impede o transporte de oxigênio para os órgãos. O nitrato, por outro lado, não é considerado tóxico, porém, quando ingerido, é convertido em nitrito pelos microrganismos intestinais (Sheikh, 2019). Em aves, não ocorre essa conversão,

portanto, não há indicativos de que a presença de nitrato na água afete a saúde das mesmas (Ebrahimi *et al.*, 2024).

Os valores máximos de nitrito e nitrato de acordo com o Ministério da Saúde (2011) são de 1 e 10 mg/L respectivamente.

2.5.3. Características Microbiológicas

A presença de bactérias na água indica um sinal de contaminação por matéria orgânica. Quando se trata de coliformes, a quantidade ideal existente na água deve ser em torno de zero, visto que são microrganismos presentes nas fezes e no trato gastrointestinal de seres humanos e animais (Sheikh, 2019).

A contaminação microbiológica da água oferece vários riscos à saúde, e é causada por bactérias, vírus e protozoários, que resulta em muitas doenças infecciosas (Mohammed *et al.*, 2020), como as de origem bacteriana: Doença Respiratória Crônica, Colibacilose, Cólera e Tifóide Aviária, de origem viral: Doença de Newcastle, Bronquite Infecciosa, Doença de Marek e Gumboro, ou provinda de protozoários, como a Coccidiose (Amaral, 2004).

Muitos microrganismos como a *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. são capazes de produzir biofilmes e podem estar presentes nos sistemas de abastecimento e distribuição de água de propriedades rurais (Maes *et al.*, 2019). Os biofilmes consistem em uma matriz polimérica extracelular, que são produzidas por microrganismos que formam comunidades e aglomerados, e que são de difícil remoção (PALHARES, 2008).

Branco *et al.* (2016) encontraram em sua pesquisa, que de 33 aviários analisados localizados no estado de São Paulo - SP, 15 tiveram a presença de *Escherichia coli* nos sistemas de abastecimento de água, e dessas quinze amostras, oito cepas foram produtoras de biofilme. A colibacilose, doença causada pelas bactérias *E. coli* spp. ocasiona muitas perdas econômicas em casos de surtos. As cepas são patogênicas e representam um grande risco para frangos de corte devido às infecções causadas pelo microrganismo. Além de *E. coli* e *Salmonella* spp., outros microrganismos podem ser encontrados na água, como *Vibrio cholerae*, *Leptospira* spp., protozoários, vermes e vírus (Viola *et al.*, 2011).

A contaminação microbiológica é o fator de maior perigo por conta de não apresentarem mudanças perceptíveis, diferentemente da contaminação física e

química, onde há alterações na cor e odor. Nesse sentido, produtos sanitizantes como ácidos orgânicos, hipoclorito de sódio, compostos clorados, amônia quaternária e iodo são utilizados e se mostram eficientes na eliminação de patógenos, remoção de substâncias poliméricas extracelulares (biofilmes) que são excretadas pelos microrganismos, e os tornam mais vulneráveis, causando sua morte (Rivas *et al.*, 2018).

2.5.4. Oxidation Reduction Potential (ORP)

O ORP é um indicador utilizado para avaliar a água previamente tratada e mensura o poder de oxidação dos produtos sanitizantes para eliminação de microrganismos. Um valor de ORP acima de 650 milivolts indica que a água está dentro dos parâmetros de condições adequadas de qualidade (Tabler *et al.*, 2019). Quanto menor o valor de ORP, maior é a quantidade de matéria orgânica ou de agentes redutores, como ferro ferroso (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), bissulfeto (Hs^-) e sulfito (Watkins, 2008).

2.6. PRODUTOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA

2.6.1. Cloro

O cloro é um dos principais produtos comumente utilizados para tratamento de água potável, justamente por sua ação desinfetante (Meng *et al.*, 2023) e capacidade de oxidar a matéria orgânica e inorgânica da água (Wang *et al.*, 2020). É um produto fácil de manusear e de baixo custo (Freese; Nozaic, 2002), e embora não seja tão eficaz contra biofilmes, o cloro é mais efetivo na remoção de bactérias livres (Deborde; Gunten, 2008; Mohammed *et al.*, 2020).

Quando adicionado à água, o cloro apresenta a seguinte reação (Degrémont, 1979):



A eficácia do cloro depende de fatores como dosagem, tempo de reação, o pH, temperatura, quantidades de ferro, nitrito, amônia e matéria orgânica

presente na água (Viola *et al.*, 2011). A eficiência de desinfecção e oxidação do cloro é fortemente dependente do pH da água (Deborde; Gunten, 2008). O cloro e quando adicionado, reage com a água e forma ácido hipocloroso (HClO) e íons hipoclorito (ClO⁻). O ácido hipocloroso é o principal agente desinfetante e é a forma mais eficaz de inativar os microrganismos em relação aos íons hipoclorito (Wilson *et al.*, 2019). Em meio ácido, há a maior predominância do ácido hipocloroso. Em pH 6, a relação de ácido hipocloroso e íon hipoclorito é de 4:1, enquanto em pH > 7,5 a relação é de 1:1 (Sparks, 2009). Em pH mais elevado > 7, não há muita eficiência na transformação do cloro em ácido hipocloroso, e sim de hipoclorito, o que o torna a desinfecção menos eficiente. Já ao adicionar cloro na água em pH abaixo de 6, há um aumento na quantidade de ácido hipocloroso formado, aumentando a eficiência do cloro (Tabler *et al.*, 2023).

Em relação ao modo de ação do cloro, este age na oxidação dos grupos sulfidril das bactérias, causa danos aos centros de ferro-enxofre, cancela o transporte de nutrientes, dificulta a respiração celular e deteriora a capacidade das células de manter uma carga de energia (Gheraout, 2017).

Elevadas doses de cloro alteram o sabor da água, ocasionam um desbalanço eletrolítico nas aves (Viola *et al.*, 2011), geração de trihalometanos (THMs), como clorofórmio, bromodiclorometano, dibromoclorometano e bromofórmio, subprodutos considerados carcinogênicos (Ofori *et al.*, 2018; Moustafa *et al.*, 2021). Em alguns casos, a adição de doses elevadas e prolongadas de cloro causam o aumento da tolerância em alguns microrganismos e biofilmes super-resistentes. Preconiza-se que a quantidade ideal de cloro livre presente na água seja em torno de 3 - 5 ppm para a eliminação de patógenos (Wilson *et al.*, 2019) e que não afete a saúde dos animais (Viola *et al.*, 2011). No entanto, foi relatado por Sasada *et al.*, (2015) que a cloração da água a 10 ppm pôde modular a microbiota intestinal de camundongos, levando à menor prevalência de *Clostridium perfringens* e *C. difficile*, *Enterobacteriaceae* e *Staphylococcus* spp., sem causar toxicidade nos animais.

O cloro pode ser encontrado em diversas formas, como cloro gasoso, cloro líquido ou cloro em pó (Freese; Nozaic, 2002). O cloro gasoso é a forma mais efetiva na descontaminação da água, porém, apresenta um custo mais elevado. O cloro líquido pode ser chamado de hipoclorito de sódio, ou pode-se apresentar como o cloro gasoso (cloro molecular) em seu estado liquefeito. O cloro líquido é muito reativo e se decompõe rapidamente com maiores quantidades de matéria orgânica

(Viola *et al.*, 2011). Já o hipoclorito de cálcio (forma em pó do cloro) atua como um oxidante das células das bactérias patogênicas, causando dano em sua parede celular e consequente lise das células (Mohammed *et al.*, 2020). De acordo com o mesmo autor, o hipoclorito de cálcio a uma concentração de 0,5 mg/L foi capaz de eliminar 100% de *Salmonella Kentucky* e *Escherichia coli* em um tempo de contato de 60 minutos.

2.6.2. Dióxido de Cloro

O dióxido de cloro (ClO₂) é um gás de coloração amarelo esverdeado, e pode ser utilizado tanto na forma líquida (gás dissolvido em líquido) quanto na forma gasosa (Kadota *et al.*, 2023). É um desinfetante poderoso de amplo espectro bactericida (Ofori *et al.*, 2018), pode ser utilizado como substituto do cloro devido ao seu maior poder de ação e é amplamente utilizado para o tratamento da água, (Ge *et al.*, 2021).

Além da utilização do dióxido de cloro no tratamento da água, também é aplicado para a desinfecção de ambientes, equipamentos e superfícies e na indústria alimentícia (Totaro *et al.*, 2021; Chechet *et al.*, 2022).

O dióxido de cloro é um composto químico gerado a partir da mistura de clorito de sódio com ácidos fortes, como ácido sulfúrico (H₂SO₄) ou ácido clorídrico (HCl), ou oxidantes como cloro gasoso (Cl₂), ácido hipocloroso (HOCl) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Este produto atua em compostos orgânicos e compostos inorgânicos, como dióxido de nitrogênio (NO₂), trióxido de enxofre (SO₃), manganês (Mn) e ferro (Fe). Em compostos orgânicos, o dióxido de cloro atua em fenóis, anilina e tióis e possui ação oxidante, ou seja, remove e capta elétrons de substâncias e microrganismos (Gan *et al.*, 2020).

Ao entrar em contato com a água, o dióxido de cloro forma clorato e clorito (Eq. 1).



Em microrganismos patogênicos, seu mecanismo de ação consiste em afetar a permeabilidade da membrana plasmática celular, removendo os elétrons, causando um desequilíbrio osmótico e lise celular das bactérias (Ofori *et al.*, 2018).

Enquanto o dióxido de cloro reduz sua carga ao ânion clorito ao ganhar elétrons, os microrganismos perdem os elétrons e são oxidados. Deste modo, o dióxido de cloro reage seletivamente em compostos orgânicos ricos em elétrons, demonstrando a eficiência no combate de patógenos (Gan *et al.*, 2020).

O dióxido de cloro possui poder de ação contra bactérias como *Pseudomonas aeruginosas*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (Ofori *et al.*, 2018), fungos como *Penicillium chrysogenum* e *Stachybotrys chartarum* (Wilson *et al.*, 2005), e são capazes de eliminar vírus causadores da bronquite infecciosa e influenza aviária (Kadota *et al.*, 2023), que são conhecidos por possuírem a capacidade de serem transmitidos pela água (Ge *et al.*, 2021).

Em comparação com o cloro, o dióxido de cloro tem maior poder oxidante contra bactérias e biofilmes (Herczegh *et al.*, 2013), é mais solúvel do que o cloro, porém é mais volátil (Ofori *et al.*, 2018; Moustafa *et al.*, 2021), e é menos afetado pela presença de matéria orgânica do que outros compostos clorados. Ao contrário ao cloro, o dióxido de cloro não se dissocia na água a um pH mais baixo, mantendo sua eficácia a uma ampla variação de pH (6 – 9), podendo suportar ambientes mais ácidos (Kadota *et al.*, 2023).

A eficácia das soluções de dióxido de cloro pode depender da sua concentração, temperatura, incidência solar e pH (Chechet *et al.*, 2022). De acordo com os mesmos autores, nos processos de desinfecção, quando o dióxido de cloro é dissolvido na água a pH alcalino >11, este é reduzido e há a formação de ânions clorito (ClO_2^-) e cloreto (Cl^-), e em menores quantidades, os ânions clorato (ClO_3^-) e hipoclorito (ClO^-), que diminuem sua eficácia.

Há muita contradição entre os pesquisadores em relação à influência do pH para a efetividade do dióxido de cloro. Trabalhos relatam que diferente do cloro, o dióxido de cloro é eficiente a um maior espectro de mudança de pH. Porém, foi relatado em Ofori *et al.* (2018) que o dióxido de cloro foi mais efetivo em eliminar bactérias em condições alcalinas. Adicionalmente, Lillard (1980) não viu diferença na ação bactericida do dióxido de cloro quando combinado com ácido clorídrico (pH ácido) em carcaças de frango. Já Watkins (2008), relata que o dióxido de cloro é mais eficaz em uma faixa de pH levemente ácido de 4 a 7.

2.6.3. Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos são considerados aditivos na alimentação animal, mas podem ser considerados desinfetantes (Mantzios *et al.*, 2024). São considerados ácidos fracos, com a estrutura química R-COOH. Eles são classificados como ácidos monocarboxílicos simples (fórmico, acético, propiônico, butírico), ácidos carboxílicos (málico, láctico, tartárico, cítrico) ou ácidos carboxílicos de cadeia curta (fumárico e sórbico) (Khan, 2016).

A utilização de um único ácido orgânico ou a mistura de ácidos resultam em propriedades antimicrobianas e se igualam aos efeitos dos antibióticos (Khan, 2016). Deste modo, os ácidos orgânicos têm se tornado uma alternativa para o uso de antibióticos, e são uma opção econômica para melhorar o desempenho e integridade intestinal de frangos de corte (Roth *et al.*, 2017; Gao *et al.*, 2021).

Os ácidos orgânicos possuem melhor palatabilidade e grandes efeitos bacteriostáticos, além de reduzir gradativamente o pH do trato gastrointestinal, o que diminui a secreção acentuada do ácido gástrico (Gao *et al.*, 2021). Adicionalmente, os ácidos orgânicos não poluem o meio ambiente, são de alta absorção e não geram resíduos na carne (Gao *et al.*, 2021; Ma *et al.*, 2021).

Os efeitos benéficos dos ácidos orgânicos têm sido retratados em numerosos estudos, dentre os efeitos positivos, podemos citar a melhora da atividade de enzimas digestivas, aumento da digestibilidade, redução do pH do trato gastrintestinal e podem eliminar bactérias patogênicas (Rodjan *et al.*, 2017), tornando o ambiente intestinal mais favorável para bactérias ácido-láticas (Fernades *et al.*, 2014).

Os ácidos orgânicos também podem ser adicionados na dieta, porém, dependendo da quantidade, causam corrosão de maquinários e volatilização na fabricação da ração (Sadati *et al.*, 2022; Khan, 2016), enquanto se diluídos na água, possuem maior solubilidade (Khan, 2016), além de possuírem a capacidade de se dissociar na água, ou seja, mudar sua forma não dissociada para dissociada.

Os ácidos orgânicos ficam livres na água de forma não dissociada e conseguem atravessar a membrana plasmática, penetrar nos patógenos e dissociar-se (Khan, 2016), liberam íons de hidrogênio (H⁺), que reduzem o pH celular (Rodjan *et al.*, 2017) e impedem a ação de enzimas bacterianas e a função de transporte de

nutrientes, fazendo com que falte energia celular para a sobrevivência do patógeno (Khan, 2016).

A eficácia dos ácidos orgânicos depende de vários fatores, como o seu pka, ou seja, o valor do ponto em que 50% do ácido é dissociado e a capacidade de liberar prótons (H^+). Um ácido com pka baixo é mais forte, ou seja, ele se dissocia mais facilmente para liberar H^+ , enquanto um pka maior significa uma baixa capacidade de dissociação. A eficácia dos ácidos orgânicos também varia de acordo com o comprimento da cadeia, grau de insaturação e fórmula química. Partindo desses pressupostos, a utilização de mais de um ácido torna-se mais eficiente devido a diferentes valores de pka e sinergia entre os ácidos (Khan, 2016).

Adicionalmente, o patógeno envolvido também influencia na eficácia dos ácidos. De acordo com Nguyen *et al.* (2024), os ácidos orgânicos são mais eficazes contra organismos Gram negativos, como *Salmonella*, *Campylobacter* e *Escherichia coli*. Outro fator que interfere na eficácia dos ácidos orgânicos é o ambiente. Quanto mais baixo o pH do ambiente, mais eficaz torna-se o ácido. O pH da água é um fator essencial e está relacionado ao impacto aos órgãos digestivo e imunológico das aves, e influencia diretamente em cada segmento do trato gastrointestinal, determina o ambiente químico e influencia na taxa de digestão e absorção dos nutrientes (Engberg *et al.*, 2004).

A adição de ácidos orgânicos na dieta em concentrações de 3.000 mg/kg e 6.000 mg/kg de ração proporcionou melhores índices de desempenho em frangos de corte nas fases de crescimento e terminação em ambas as concentrações (Ma *et al.*, 2021).

De acordo com Martínez *et al.* (2021), a oferta de água de bebida alcalina em frangos de corte com adição de bicarbonato de sódio causou alta mortalidade, ascite e baixo desenvolvimento produtivo. A diminuição do pH leva a um aumento na digestibilidade das proteínas e um aumento na atividade de enzimas digestivas (Šamudovská *et al.*, 2018). A atividade enzimática é maior devido à diminuição do pH do meio (4,5-5,5) comparados com um valor de pH acima de 6,5, onde a atividade enzimática é reduzida em 10-15% (Kierończyk *et al.*, 2016).

A utilização de diversos ácidos orgânicos para avaliar seu impacto na saúde do trato gastrointestinal, há um aumento no tamanho das vilosidades e da profundidade da cripta, indicando uma possível maior taxa de absorção intestinal e um maior estímulo para produção de células nas fendas das criptas. Quando o trato

gastrointestinal se encontra em desequilíbrio, há a alteração da permeabilidade da barreira de proteção, facilitando a entrada de patógenos, consequentemente, as vilosidades diminuem de tamanho por infecções intestinais e há uma maior taxa de renovação celular (Khan, 2016).

Os estudos de Yang *et al.* (2018) apontam que a utilização de um blend de ácidos orgânicos (sorbico e fumárico) e timol na dieta de frangos de melhorou a morfometria intestinal do jejuno com o aumento da altura das vilosidades intestinais, bem como o aumento da relação entre altura das vilosidades e profundidade da cripta (V:C = 9,03 μ m) em comparação com o tratamento controle (V:C = 7,42 μ m). A melhoria na saúde intestinal e na absorção de nutrientes alterou positivamente a conversão alimentar na fase de crescimento (CA = 1,64) em relação ao tratamento controle (CA = 1,68).

De acordo com o trabalho de Dai *et al.*, (2021), a utilização de ácidos orgânicos na dieta dos animais melhorou o desempenho, a morfologia intestinal, dado ao maior aumento da barreira protetora e um melhor equilíbrio da microbiota. Quando adicionados à água, os ácidos orgânicos diminuem a quantidade de patógenos, regulam a flora e melhoram a saúde intestinal, e consequentemente melhoram o desempenho dos animais (Khan, 2016).

2.7. SAÚDE INTESTINAL

O trato gastrointestinal possui funções fisiológicas, digestivas, absorptivas, imunológicas e endócrinas. Logo, manter a saúde intestinal das aves é essencial para o desenvolvimento, integridade fisiológica e saúde dos animais (Rondón, 2019).

A melhoria na saúde intestinal impacta não só o meio de produção, mas também o desenvolvimento sustentável, com a diminuição dos impactos ambientais e melhor aproveitamento nutricional, diminuição da excreção de amônia e outros gases que impactam no meio ambiente e qualidade de vida de animais e trabalhadores rurais (Costa, 2008).

Desde a fase embrionária, até mesmo após a eclosão dos ovos, o intestino das aves tem grande importância. Ele cresce mais rápido em comparação à massa corporal e é essencial para absorção de nutrientes e desenvolvimento das aves (Yegani; Korver, 2008).

Após a eclosão, o trato gastrointestinal das aves ainda é imaturo (Nguyen *et al.*, 2021), porém, nas primeiras 48 horas após a eclosão, estudos apontam que o intestino delgado é fundamental na absorção da gema e no desenvolvimento de frangos de corte (Noi; Sklan, 1999; Yegani; Korver, 2008).

Segundo Maiorka *et al.* (2003), o fornecimento de ração e água logo após a eclosão dos ovos favoreceu o desenvolvimento intestinal, enquanto a privação de água resultou na redução do tamanho das vilosidades e se igualou aos resultados da privação de ração.

A microbiota intestinal tem grande importância para o funcionamento do intestino e estimula os enterócitos e as células do sistema imune (Broom, 2018). A microbiota do trato gastrointestinal das aves contém uma diversidade de microrganismos, como bactérias, fungos e protozoários e pode variar de acordo com a composição química da dieta (Yegani; Korver, 2008) e auxiliam na digestão e absorção dos nutrientes (Pandit *et al.*, 2018).

Acredita-se que uma das principais funções da microbiota seja a produção de ácidos graxos de cadeia curta como acetato, propionato e butirato a partir de fibras e carboidratos complexos (Broom, 2018). Segundo Stanley *et al.* (2016), a produção de butirato pelas cepas *Faecalibacterium prausnitzii* e *Bacteroides fragilis* foi associada ao bom desempenho de frangos de corte.

A microbiota intestinal abriga uma diversidade de microrganismos comensais ou patogênicos, que geralmente estão associados a doenças infecciosas (Yegani; Korver, 2008). O aumento no número de bactérias nocivas causa uma disbiose, e o funcionamento intestinal fica comprometido (Pandit *et al.*, 2018). A maior prevalência de tais microrganismos no intestino acarreta na maior secreção de água, eletrólitos e muco gerado pela inflamação intestinal. Além disso, a diarreia causada pela disbiose intestinal leva ao maior umedecimento da cama, aumenta pododermatites, calo de peito e dermatite de contato, aumentando os índices de claudicação e impactando diretamente na qualidade de carcaça (Boumedous *et al.*, 2017).

Os danos provocados à barreira intestinal refletem na saúde e produção animal. A integridade da barreira é crucial para que ocorra a absorção adequada dos nutrientes e proteção contra microrganismos patogênicos (Pandit *et al.*, 2018).

A presença de inflamação intestinal é captada pelo epitélio intestinal e células do sistema imune e transmitidos pelo nervo vago até o sistema nervoso central, elevando os níveis de corticosterona. Este componente é responsável por modular a migração de heterófilos para regular a inflamação (Mantzios *et al.*, 2024). De acordo com o mesmo autor, a infecção por *Campylobacter* frangos de corte desafiados resulta em um aumento nos níveis séricos de cortisol devido aos danos intestinais causados.

A presença de microrganismos patogênicos e toxinas no intestino levam às alterações na morfologia e integridade intestinal e afetam a funcionalidade de absorção de nutrientes. Deste modo, a prevalência de bactérias não patogênicas reflete na saúde intestinal, influenciando positivamente na morfologia das vilosidades intestinais. As bactérias benéficas como bactérias lácticas e bifidobactérias auxiliam na manutenção da barreira intestinal, imunomodulação e a regeneração tecidual.

Foi constatado que a microbiota intestinal possui ligação com a microbiota pulmonar através eixo intestino-pulmão via sistema sanguíneo e linfático (Shah *et al.*, 2021), influenciando também na saúde pulmonar e doenças respiratórias (Sabino *et al.*, 2023). Além disso, tais microrganismos têm a capacidade de produzir ácidos graxos de cadeia curta, que fornecem energia às células intestinais, importantes para seu desenvolvimento e diferenciação (Nguyen *et al.*, 2021).

2.8. QUALIDADE DA CARNE

Além das características produtivas, a qualidade do produto é um fator crucial para a escolha e consumo da carne de frangos. Os consumidores têm se tornado cada vez mais exigentes e estão buscando produtos de melhor qualidade (Imran *et al.*, 2014). Diversos fatores podem influenciar na qualidade da carne, entre eles estão: a genética, o bem-estar animal, nutrição, idade, sexo, dentre outros (Heinen, 2013). Fatores externos como problemas sanitários ou presença de contaminação bacteriana também estão diretamente correlacionadas com a qualidade de carne, uma vez que afetam as características sensoriais e tecnológicas da carne (Oliveira *et al.*, 2023).

De acordo com Imran *et al.* (2014), a qualidade da carne pode ser determinada por uma combinação de parâmetros objetivos (pH, cor, capacidade de

retenção de água e gordura intramuscular) e subjetivos (percepção de cor, maciez, suculência, aparência da carne, resistência à mastigação, sabor e aroma).

2.8.1 pH

O pH é considerado um dos parâmetros mais importantes para prever a qualidade da carne de frango (Troeger; Woltersdorf, 1989). O pH influencia em outros fatores que afetam a qualidade de carne, como maciez, cor e capacidade de retenção de água.

A cor é uma maneira de interpretar visualmente o pH da carne. Se a carne apresenta uma coloração mais escura, o pH está alto, e se a coloração se apresenta mais clara, o pH apresenta-se baixo. A CRA se eleva a um pH maior, e diminui quando o pH está menor. Quanto maior a desnaturação das proteínas da carne, menos luz consegue ser transmitida por entre as fibras musculares, acabando por se dispersar. A luz, quando dispersa, não é capaz de irradiar as mioglobinas das células da carne, conferindo assim uma tonalidade mais clara (Brossi *et al.*, 2009).

Os valores normais de pH em carne de frango conforme descrito por Alves *et al.* (2016) são de 5,7 a 5,97. Fora desse intervalo, as características de qualidade de carne serão alteradas. Um dos grandes desafios da indústria de carne de frango é a incidência de carnes PSE (Barbut *et al.*, 2008). A carne PSE tem característica pálida, mole e exsudativa e pode ocorrer por diversos motivos, como estresse agudo pré-abate e estresse térmico. São característicos por queda acentuada de pH devido às altas concentrações de ácido lático resultantes da rápida glicólise (Carvalho *et al.*, 2017).

A velocidade e o prolongamento de queda do pH após a morte das aves impactam diretamente na cor e na CRA da carne (Soares *et al.*, 2009). O principal determinante do pH da carne é a quantidade de glicogênio muscular restante após o abate do animal (Mir *et al.*, 2017). Em carne de frangos, a queda brusca e acentuada do pH ocorre devido ao alto estresse pré-abate, que resulta em carnes PSE (*Pale, Soft, Exsudative*). O estresse pré-abate eleva a taxa de glicólise e os índices de ácido lático no músculo e conseqüentemente, leva a queda acentuada de pH (Soares *et al.*, 2009), e com o baixo pH atrelado à alta temperatura corporal das aves, ocorre a hidrólise de proteínas miofibrilares e a desnaturação proteica, onde há a perda das propriedades da carne e diminuição da CRA (Specht *et al.*, 2009).

Segundo Dransfield; Sosnicki (1999), as carnes PSE também alteram a maciez a carne. O rápido declínio do pH da carne em alta temperatura leva à desnaturação de proteínas e enzimas proteolíticas, como calpaínas, além de diminuir a retenção de líquido, aumentando a rigidez da carne. Em contrapartida, as carnes DFD, que se caracterizam por serem escuras, firmes e secas. As carnes DFD ocorrem em decorrência do estresse prolongado na criação das aves. Esse estresse causa a queda de glicogênio muscular, levando a uma menor produção de ácido láctico pós-abate, o que impede a queda natural do pH muscular, resultando em carne com pH alto, acima de 6,2.

Os valores de pH da carne também influenciam na microbiologia da carne, onde em carnes DFD, o pH é mais alto e em carnes PSE, o pH é mais baixo. O pH mais alto não necessariamente estimula o crescimento bacteriano, porém, reduz o tempo de latência, ou seja, o momento em que os microrganismos se preparam para se multiplicarem (Lesiów; Kijowski, 2003).

Portanto, as carnes PSE são mais comuns em frangos de corte devido à grande eficiência produtiva, genética e maior susceptibilidade à fatores estressantes, porém, as carnes DFD são outras anomalias que também impactam na qualidade da carne.

2.8.2 Cor

A cor é conhecida como atributo primário da qualidade dos alimentos, e exerce uma influência muito importante na aceitabilidade do produto no momento da compra. Nas carnes *in natura*, os consumidores costumam associar a cor como indicador de carnes frescas e saudáveis (Mancini; Hunt, 2005).

O principal pigmento responsável pela coloração da carne é a mioglobina (Price; Schweigert, 1987), que tem como função armazenar o oxigênio nos tecidos musculares. A concentração de mioglobina presente na carne pode variar de acordo com a idade do animal, intensidade de atividade física realizada, dieta, genética e sexo do animal (Pardi *et al.*, 2001).

Em relação à dieta, os carotenóides (beta-caroteno, xantofilas) presentes no milho, principal ingrediente de rações de frangos de corte, contribuem para a influência da cor da carne (Oliveira *et al.*, 2023). Os carotenoides auxiliam no sistema imunológico e são antioxidantes, e como as aves não produzem esse

nutriente, deve-se adicioná-lo à dieta. Deste modo, a absorção desses compostos ocorre principalmente na porção do jejuno e íleo e são depositados na carne (Nguyen, 2021).

O método mais utilizado para mensurar a cor da carne é o CIELab que permite a diferenciação de cores mais fiéis em relação à percepção humana, e é baseado na luminosidade, tonalidade e saturação. O L^* representa a Luminosidade (preto=0 ao branco=100), o a^* (verde (-) ao vermelho (+)) e o b^* (azul (-) ao amarelo (+)) (Pathare; Opara; Al-said, 2013; CIE, 2019).

As carnes PSE apresentam maior luminosidade, enquanto as carnes DFD apresentam carnes mais escuras, portanto, menor luminosidade (Brossi *et al.*, 2009). Conforme Santos *et al.* (2005), as características de cor para carne de frangos macho da linhagem Cobb500[®] são de $L = 47,30$, $a^* = 2,84$ e $b^* = 5,26$. As carnes de frango são consideradas PSE quando o valor de $L > 53$ (Olivo *et al.*, 2001).

2.8.3 Capacidade de retenção de água

A CRA é medida através da quantidade máxima de água que as fibras musculares conseguem reter dada uma força aplicada, como pressão, corte, centrifugação, aquecimento e trituração. Este parâmetro implica diretamente na palatabilidade, e está relacionado às perdas de água antes e durante o cozimento, o que não é desejável devido às perdas nas características sensoriais, como cor, maciez e suculência. Já a análise de perda de água por exsudação (*drip loss*) diz respeito a quantidade de água perdida pela carne sem a aplicação de nenhuma força durante um período de armazenamento (Shen *et al.*, 2022).

A CRA da carne depende de fatores como pH, onde à medida que o pH diminui, as proteínas atingem seu ponto isoelétrico, e devido à anulação de cargas, a água ligada é separada das proteínas (Specht *et al.*, 2009).

O *rigor mortis* também é responsável pela CRA. O *rigor mortis* é o processo de transformação do músculo em carne, onde há o enrijecimento dos músculos com o encurtamento dos sarcômeros após o abate do animal. Íons como Ca^{+} e Mg^{+} se ligam a proteínas com cargas negativas, o músculo atinge seu ponto isoelétrico, onde as cargas positivas e negativas são iguais e se atraem. Este processo ocorre devido à falta de oxigênio, e diminuição da produção de ATP, onde as proteínas

miofibrilares se contraem, formando uma rede densa, dificultando a retenção da água (Wismer-Pedersen, 1966).

Estudos comprovam que a capacidade de retenção de água está correlacionada com a maciez da carne e é uma das principais características buscadas pelo consumidor (Imran *et al.*, 2014). Quanto menor a CRA e maior a perda de água, menor é a maciez da carne (Bridi; Silva, 2009). Conforme Santos *et al.* (2005), as análises de CRA (%) da carne de frango deve estar em torno de 68,38%.

2.8.4 Perdas por cocção

As perdas por cocção, principalmente a perda de água é um fator muito importante para mensurar a qualidade da carne de frangos, visto que afeta a suculência e a maciez, parâmetros mais exigidos pelos consumidores. É um fator que indica a quantidade de água que se perde durante o processo de cozimento (Oliveira *et al.*, 2023).

A água possui grande importância para a carne. Quando ela é perdida, vários fatores são afetados negativamente, como a textura, a maciez, o rendimento de carne e consequentemente a sua qualidade (Olivo *et al.*, 2001).

A água presente na carne está ligada às proteínas musculares e representa cerca de 65 a 80% total da massa muscular. Em condições normais, a água continua ligada às proteínas até o final do *rigor mortis*, o que não ocorre quando as proteínas estão desnaturadas, diminuindo a capacidade de ligação com a água (Pardi *et al.*, 2001). Conforme Santos *et al.* (2005), os dados médios de PPC encontrados em carne de frango machos da linhagem Cobb500® foi de 21, 69%.

2.8.5 Força de cisalhamento

A força de cisalhamento (kg/cm^2) representa a força necessária para romper as fibras musculares da carne com uma lâmina, e pode ser influenciada por diversos fatores, como sexo, idade, estresse, linhagem, temperatura de cozimento, entre outros (Oliveira *et al.*, 2023).

A FC corresponde à maciez da carne e tende a ser maior em animais jovens e diminui conforme o avanço da idade, em decorrência do acúmulo e maturação do tecido conectivo nas fibras musculares. Adicionalmente, a maior força

1036 de cisalhamento é resultado da menor CRA e maior perda de água, tornando a carne
1037 menos macia e succulenta. Nas carnes de frango, a força de cisalhamento da carne de
1038 frango macho da linhagem Cobb500[®] foi se caracterizou em 1,06 kgf/g (Santos *et al.*,
1039 2005).

REFERÊNCIAS

- ABBAS, T. E. E. *et al.* Drinking water quality and its effects on broiler chicks performance during winter season. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 5, p. 433-436, 2008.
- ALI, A. M. Effect of acidified drinking water by organic acids on broiler performance and gut health. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 8, n. 12, p. 1301-1309, 2020.
- ALVES, M. G. M. Qualidade de carne de frangos de corte. **Essentia**, v. 17, n. 2, p. 64-86, 2016.
- Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)**. Relatório anual 2024. Disponível em: [https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf]. Acesso em: 13 jan. 2025.
- Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)**. Consolidação 2024: Exportações de carne de frango crescem 3% e alcançam novo recorde. Disponível em: [<https://abpa-br.org/noticias/consolidacao-2024-exportacoes-de-carne-de-frango-crescem-3-e-alcancam-novo-recorde/>]. Acesso em: 13 jan. 2025.
- BARBUT, S. *et al.* Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, v. 79, p. 46-63, 2008.
- BELAY, T. *et al.* A detailed colostomy procedure and its application to quantify water and nitrogen balance and urine contribution to thermobalance in broilers exposed to thermoneutral and heat distressed environments. **Poultry Science**, v. 72, n. 1, p. 106-115, 1993.
- BIRKHEUER, C. F. *et al.* Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: Análise sistemática. **Caderno Pedagógico**, v. 17, n.1, 2017.
- BOUMEDOUS, C. *et al.* Impact of drinking water treatment on poultry healthy and performance: An experimental study. **OnLine Journal of Biological Science**, v. 17, n. 1, p. 1-6, 2017. Disponível em: [<https://thescipub.com/abstract/10.3844/ojbsci.2017.1.6>]. Acesso em: 8 set. 2024.
- BRANCO, L. O. *et al.* Biofilm production by *Escherichia coli* in poultry water drinkers. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 23, n. 3-4, p. 133-137, 2016.
- BRASIL, **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jun. 2005. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf]. Acesso em: 31 jan. 2025.

- BRASIL, **Ministério da Saúde**. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Disponível em: [<https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/portarias/portaria-no-2914-de-12-de-dezembro-de-2011/view>]. Acesso em: 01 fev. 2025.
- BRIDI, A.; SILVA, C. **Avaliação da carcaça**. Avaliação da carne suína. Londrina: Midiograf, p. 1-15, 2009.
- BROOM, L. J. Gut barrier function: Effects of (antibiotic) growth promoters on key barrier components and associations with growth performance. **Poultry Science**, v. 95, n. 5, p. 1572-1578, 2018.
- BROSSI, C. *et al.* Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1284-1293, 2009.
- CARDOZO, N. R. *et al.* Qualidade da água de granjas de postura comercial da região Sul de Santa Catarina em relação ao Ofício Circular Conjunto DFIP/DSA nº 1/2008. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-7, 2015.
- CARRARD, N. *et al.* Groundwater as a Source of Drinking Water in Southeast Asia and the Pacific: A Multi-Country Review of Current Reliance and Resource Concerns. **Water**, v. 11, n. 8, p. 1605, 2019.
- CARVALHO, R. H. 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, n. 15, p. 129-137, 2017.
- CHECHET, O. M. *et al.* Study the effectiveness of using a complex of disinfectants and probiotics in the presence of poultry. **Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences**, v. 5, n. 2, p. 8-16, 2022.
- CIE – COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE**. (2019). Princípios de gerenciamento de cores. Disponível em: [<https://www.datacolor.com/wp-content/uploads/2022/06/color-management-ebook-3-pt.pdf>]. Acesso em 04 fev. 2025.
- COSTA, F. G. P. *et al.* Economic and environmental impact of using exogenous enzymes on poultry feeding. **Poultry Science**, v. 7, n. 4, p. 311-314, 2008.
- COSTA, F. G. P. *et al.* Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, 2001.
- DAI, D., *et al.* organic acids as alternatives for antibiotic growth promoters alter the intestinal structure and microbiota and improve the growth performance in broilers. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, 2021.

- DEBORDE, M.; GUNTEN, U. V. Reactions of chlorine with inorganic and organic compounds during water treatment—Kinetics and mechanisms: A critical review. **Water Research**, v. 42, n. 1-2, p. 13-51, 2008.
- DEGRÉMONT. Water Treatment Handbook. **New York: John Wiley & Sons**, 5^a ed., 1979.
- DO AMARAL, L. A. Drinking water as a risk factor to poultry health. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 4, p. 191-199, 2004.
- DOHARE, D. *et al.* Analysis of ground water quality parameters: A review. **Research Journal of Engineering Sciences**, v. 3, n. 5, p. 26-31, 2014.
- DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v. 78, p. 743-746, 1999.
- EBRAHIMI, N. A. *et al.* Drinking water quality management for broiler performance and carcass characteristics. **World**, v. 5, n. 4, p. 952-961, 2024.
- ENGBERG, R. M. *et al.* Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. **Poultry Science**, v. 83, n. 6, p. 925-938, 2004.
- FERNANDES, J. I. M. Avaliação do efeito de ácidos orgânicos via água de bebida durante o manejo pré-abate sobre a microbiota do ingluvírio, ingestão de água e perda de peso de frangos de corte. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 17, n. 1, p. 31-36, 2014.
- FREESE, S. D.; NOZAIC, D. J. Chlorine: Is it really so bad and what are the alternatives? **Water SA**, v. 30, n. 5, p. 18-24, 2004.
- Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF)**. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: Special focus on gender. Disponível em: [<https://data.unicef.org/resources/jmp-report-2023/>]. Acesso em: 14 maio 2024.
- GAMA, N. M. S. Q. *et al.* Conhecendo a água utilizada para as aves de produção. **Biológico**, v. 70, n. 1, p. 43-49, 2008.
- GAN, W. *et al.* The reaction of chlorine dioxide with inorganic and organic compounds in water treatment: Kinetics and mechanisms. **Environmental Science: Water Research & Technology**, 2020.
- GAO, C.Q. *et al.* Dietary supplementation with acidifiers improves the growth performance, meat quality and intestinal health of broiler chickens. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 3, p. 762-769, 2021.
- GE, Y. *et al.* Kinetics and mechanisms of virus inactivation by chlorine dioxide in water treatment: A review. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 106, p. 560-567, 2021.

GHERNAOUT, D. Water treatment chlorination: An updated mechanistic insight review. **Chemistry Research Journal**, v. 2, n. 4, p. 125-138, 2017.

GROSS, E., ELSHIEWY, O. Choice and quantity demand for improved and unimproved public water sources in rural areas: Evidence from Benin. **Journal of Rural Studies**, v. 69, p. 186-194, 2019.

HEINEN, S. M. **Principais aspectos considerados por consumidores na aquisição de carne suína**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

HERCZEGH, A. *et al.* Comparing the efficacy of hyper-pure chlorine-dioxide with other oral antiseptics on oral pathogen microorganisms and biofilm *in vitro*. **Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica Journal**, v. 60, n. 3, p. 359-373, 2013.

HUANG, S. *et al.* Distribution, sources, and potential health risks of fluoride, total iodine, and nitrate in rural drinking water sources of North and East China. **Science of the Total Environment**, v. 898, p. 165561, 2023.

IMRAN, S. N. Enhancing poultry industry competitiveness: Consumer perspective on chicken meat quality based on sensory characteristics. **Journal of Food Products Marketing**, v. 20, n. 1, p. 102-121, 2014.

International Commission on Illumination (CIE). 2017. Disponível em: [https://cie.co.at/]. Acesso em: 30 out. 2024.

ITURRINO, R. P. S. *Clostridium perfringens* em rações e águas fornecidas a frangos de corte em granjas avícolas do interior paulista - Brasil. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, 2010.

JACOBS, L. *et al.* Impact of water sanitation on broiler chicken production and welfare parameters. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 29, n.1, p. 258-268, 2020.

JAFARI, R. A., *et al.* An investigation into *Salmonella* and fecal coliform contamination of drinking water in broiler farms in Iran. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 5, p. 491-493, 2006.

KADOTA, C. *et al.* Evaluation of chlorine dioxide in liquid state and in gaseous state as virucidal agent against avian influenza virus and infectious bronchitis virus. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 85, n. 10, p. 1040-1046, 2023.

KHAN, S. H. Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. **Journal of Applied Animal Research**, v. 44, n. 1, p. 359-369, 2016.

KIRKPATRICK, K.; FLEMING, E. Water quality. **Aviagen Brief**, 2008. Disponível em: [https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Broiler_Breeder_Tech_Articles/English/AviagenBrief_WaterQuality_Feb08.pdf]. Acesso em: 2 nov. 2024.

KIROŃCZYK, B. *et al.* Avian crop function - A review. **Annals of Animal Science**, v. 16, n. 3, p. 653-678, 2016.

- KRABBE, E.; ROMANI, A. Importância da qualidade e do manejo da água na produção de frangos de corte. *In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA E BRASIL SUL POULTRY FAIR*, v. 14, n. 5, 2013.
- KURTZ, D. M.; FEENEY, W. P. The influence of feed and drinking water on terrestrial animal research and study replicability. **Institute for Laboratory Animal Research**, v. 60, n. 2, p. 175-196, 2020.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. *Commercial Poultry Nutrition*. 3 ed. Guelph: Editora University Books, 2009.
- LESIÓW, T. KIJOWSKY, J. Impact of PSE and DFD meat on poultry processing. A review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 12/53, n. 2, p. 3-8, 2003.
- LI, D.; LIU, S. Water Quality Evaluation. *In: Water Quality Monitoring and Management: Basis, Technology and Case Studies*. p. 113-159, 2019.
- LILLARD, H. S. Control of pH in generating chlorine dioxide for bactericidal use in poultry processing water. **Journal of Food Science**, v. 45, 1980.
- LIU, H. *et al.* An update on the sense of taste in chickens: A better developed system than previously appreciated. **Journal of Nutrition and Food Science**, v. 8, n. 2, p. 686, 2018.
- LIU, K. Delayed access to feed affects broiler small intestinal morphology and goblet cell ontogeny. **Poultry Science**, v. 99, n. 11, p. 5275-5285, 2020.
- MA, J. *et al.* Effect of dietary supplementation with mixed organic acids on immune function, antioxidative characteristics, digestive enzymes activity, and intestinal health in broiler chickens. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, 2021.
- MA, J. *et al.* Supplementation of mixed organic acids improves growth performance, meat quality, gut morphology and volatile fatty acids of broiler chicken. **Animals**, v. 11, n. 11, p. 3020, 2021.
- MAES, S. *et al.* Occurrence and characterization of biofilms in drinking water systems of broiler houses. **BMC Microbiology**, v. 19, n. 77, 2019.
- MAIORKA, A. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 4, p. 483-492, 2003.
- MANCINI, R. A.; HUNT, MC. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 100-121, 2005.
- MANNING, L. *et al.* Key health and welfare indicators for broiler production. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n. 1, p. 46-62, 2007.

- 1285 MANTZIOS, T. et al. Investigation of potential gut health biomarkers in broiler chicks
1286 challenged by *campylobacter jejuni* and submitted to a continuous water disinfection
1287 program. **Pathogens**, v. 13, n. 5, p. 356, 2024.
- 1288 MARGAT, J.; GUN, J. van der. **Groundwater around the world: A geographic**
1289 **synopsis**. Leiden: CRC Press, 2013.
- 1290 MARTÍNEZ, Y. et al. Effect of acetic acid and sodium bicarbonate supplemented to
1291 drinking water on water quality, growth performance, organ weights, cecal traits and
1292 hematological parameters of young broilers. **Animals**, v. 11, n. 7, p.1865, 2021.
- 1293
1294 MENDES, A. A. Jejum Pré-abate em Frangos de Corte. **Brazilian Journal of Poultry**
1295 **Science**, v. 3, n. 3, 2001.
- 1296
1297 MENG, W. S. et al. Growth performance and cecal microbiota of broiler chicks as
1298 affected by drinking water disinfection and/or herbal extract blend supplementation.
1299 **Poultry Science**, v. 102, n. 7, 2023.
- 1300
1301 MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais:
1302 um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento**
1303 **Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n.4, 2002.
- 1304
1305 MIGURA, L. G. t al. Antimicrobial resistance of zoonotic and commensal bacteria in
1306 Europe: The missing link between consumption and resistance in veterinary medicine.
1307 **Veterinary Microbiology**, v. 170, n. 1-2, p. 1-9, 2014.
- 1308
1309 MIR, N. A. et al. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting
1310 them: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 10, p. 2997-
1311 3009, 2017.
- 1312
1313 MOHAMMED, A. N. et al. Assessment of drinking water quality and new disinfectants
1314 for water treatment in a small commercial poultry farm. **Journal of Advanced**
1315 **Veterinary Research**, v. 10, n. 4, p. 206-212, 2020.
- 1316
1317 MOUSTAFA, R. et al. Effect of chlorine dose in formation of Disinfection By-Products
1318 in drinking water. **Journal of Emerging Technologies and Innovative Research**, v.
1319 8, n. 1, 2021.
- 1320 MU, X. Modeling Village Water Demand Behavior: A Discrete Choice Approach. **Water**
1321 **Resources Research**, v. 26, n. 4, p. 521-529, 1990.
- 1322
1323 **National Information Management and Support System (NIMSS)**. Water quality
1324 issues in poultry production and processing. Disponível em:
1325 [https://nimss.org/storage/9446/304_Outline.PDF]. Acesso em: 10 abr. 2024.
- 1326
1327 NOY, Y.; SKLAN, D. Energy utilization in newly hatched chicks. **Poultry Science**, v.
1328 78, n. 12, p. 1750-1756, 1999.
- 1329
1330 NGUYEN, D. T. N. et al. Relationship between the ratio of villous height: crypt depth
1331 and gut bacteria counts as well production parameters in broiler chickens. **The Journal**
of Agriculture and Development, v. 20, n. 3, p. 1-10, 2021.

- 1332 NGUYEN, T. T. *et al.* Effect of supplementations in drinking water on growth
1333 performance, health status, and carcass quality of local Tre chickens. **Veterinary**
1334 **Integrative Sciences**, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2024.
- 1335 OFORI, I. *et al.* Chlorine dioxide inactivation of *Pseudomonas aeruginosa* and
1336 *Staphylococcus aureus* in water: The kinetics and mechanism. **Journal of Water**
1337 **Process Engineering**, v. 26, p. 46-54, 2018.
- 1338
1339 OLIVEIRA, D. P. *et al.* Qualidade da carne de frangos de corte alimentados com
1340 gérmen integral de milho. In: Ciências Veterinárias: Patologias, Saúde e Produção
1341 Animal. Editora Atena, 2023.
- 1342 PANDIT, R., *et al.* Microbial diversity and community composition of caecal microbiota
1343 in commercial and indigenous Indian chickens determined using 16s rDNA amplicon
1344 sequencing. **Microbiome**, v. 6, n. 115, 2018.
- 1345
1346 PARDI, M. C. *et al.* Ciência, higiene e tecnologia da carne, v. 1. **Goiânia: Centro**
1347 **Editorial e Gráfico da Universidade Federal de Goiás**, 2001.
- 1348
1349 PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A.-J. Colour measurement and analysis
1350 in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n.
1351 1, p. 36–60, 2013.
- 1352
1353 PATRICK, H. FERRISE A. The water requirements of broilers. **Poultry Science**, v. 41,
1354 n. 5, p. 1363-1367, 1962.
- 1355
1356 PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **The science of meat and meat products**. [s.l.]
1357 Food and Nutrition Press, 1987.
- 1358
1359 RECK, A. B.; SCHULTZ, G. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão
1360 no relacionamento interorganizacional na cadeia de avicultura de corte. **Revista de**
1361 **Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 4, 2016.
- 1362
1363 RIVAS, F. G. *et al.* Biofilms in the spotlight: Detection, quantification, and removal
1364 methods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 5,
1365 p. 1261-1276, 2018.
- 1366
1367 RODJAN, P. *et al.* Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on
1368 growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, intestinal morphology and
1369 gut microflora in broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal**
1370 **Nutrition**, v. 102, n. 2, p. 931-940, 2017.
- 1371
1372 RONDÓN, E. O. O. Holistic view of intestinal health in poultry. **Animal Feed Science**
1373 **and Technology**, v. 250, p. 1-8, 2019.
- 1374
1375 ROTH, N. *et al.* Effect of an organic acids based feed additive and enrofloxacin on the
1376 prevalence of antibiotic-resistant *E. coli* in cecum of broilers. **Poultry Science**, v. 96,
1377 n.11, p. 4053-4060, 2011.
- 1378
1379 SABINO, Y. N. V. Relação entre microbiota pulmonar e eixo intestino-pulmão com a
1380 tuberculose: Uma revisão de literatura. **Seven Editora**, 2023.

SADATI, M. S. M. Efficacy of whole wheat grain in combination with acidified drinking water on growth performance, gizzard development, intestinal morphology, and microbial population of broiler chickens. **Livestock Science**, v. 259, 2022.

ŠAMUDOVSÁ, A. H. *et al.* Effect of water acidification on some morphological, digestive and production traits in broiler chickens. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**, v. 21, n. 3, p. 269-278, 2018.

SANTOS, A. L. *et al.* Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, 2005.

SASADA, T. *et al.* Chlorinated water modulates the development of colorectal tumors with chromosomal instability and gut microbiota in *Apc*-deficient mice. **Plus One**, v. 10, n. 7, 2015.

SHAH, T. *et al.* The role of microbiota in respiratory health and diseases, particularly in tuberculosis. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 143, p. 112108, 2021.

SHEIKH, I. U. Water as a critical nutrient in maintenance of poultry health and its role in production performance. **International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry**, v. 4, n. 4, p. 12-15, 2019.

SHEN, Y. Chapter Three - Pea protein composition, functionality, modification, and food applications: A review. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 101, p. 71-127, 2022.

SOARES, A. L. *et al.* Lipidic oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 6, p. 1513-1518, 2009.

SPARKS, N. H. C. The role of the water supply system in the infection and control of *Campylobacter* in chicken. **World's Poultry Science Journal**, v. 65, n. 3, p. 459-474, 2009.

SPECHT, V. F. R. *et al.* Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 15, n. 1-4, p. 77-81, 2009.

STANLEY, D. *et al.* Bacteria within the gastrointestinal tract microbiota correlated with improved growth and feed conversion: Challenges presented for the identification of performance enhancing probiotic bacteria. **Frontiers Microbiology**, v. 7, n. 18, 2016.

Tabler, T. *et al.* Attention needed on poultry drinking water. **Institute of Agriculture the University of Tennessee. Department of Animal Science**. 2023.

Tabler, T. *et al.* Water quality critical to broiler performance. **Mississippi State University**, 2019.

- THIRUMALAISAMY, G. *et al.* Cost-effective feeding of poultry, **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 5, n. 6, p. 3997-4005, 2016.
- TOTARO, M. *et al.* Effectiveness of disinfection with chlorine dioxide on respiratory transmitted, enteric, and bloodborne viruses: A narrative synthesis. **Pathogens**, v. 10, n.8. p. 1017, 2021.
- TROEGER, K.; WOLTERSDORF, W. Medición del estrés de los cerdos durante el sacrificio. **Fleischwirtschaft, Español**, v. 2, p. 3–8, 1989.
- United States Department of Agriculture (USDA)**. Poultry & Eggs: Sector at a Glance. Disponível em: [<https://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/poultry-eggs/sector-at-a-glance>]. Acesso em: 31 jan. 2025.
- VELIS, M. *et al.* Groundwater and human development: synergies and trade-offs within the context of the sustainable development goals. **Sustainability Science and Implementing the Sustainable Development Goals**, v. 12, p. 1007-1017, 2017.
- VIOLA, E. S. *et al.* Água na avicultura: Importância, qualidade e exigências. In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). **Manejo ambiental na avicultura**, 2011. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 35-124.
- VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Supplementation of organic and inorganic acidifiers in diets for broiler chickens: performance and intestinal morphology. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, 2007.
- WANG, D. *et al.* Model predictive control for chlorine dosing of drinking water treatment based on support vector machine model. **Desalination and Water Treatment**, v. 173, p. 133-141, 2020.
- WATKINS, S. Water: Identifying and correcting challenges. **The Poultry Site**, 2008. Disponível em: [<https://www.thepoultrysite.com/articles/water-identifying-and-correcting-challenges>]. Acesso em: 1 nov. 2024.
- WILSON, R. E. *et al.* Continuous chlorine detection in drinking water and a review of new detection methods. **Johnson Matthey Technology Review**, v. 63, n. 2, p. 103-118, 2019.
- WILSON, S. C. *et al.* Effect of chlorine dioxide gas on fungi and mycotoxins associated with sick building syndrome. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 9, p. 5399-5403, 2005.
- WISMER-PEDERSEN, J. Effect of *post-mortem* changes on meat quality. **Royal Veterinary and Agricultural College Copenhagen**, v. 82, n. 1-4, p. 308-316. 1966
- World Health Organization (WHO)**. Guidelines for drinking water quality. 4.ed. Geneva: World Health Organization, 2022. Disponível em: [<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/water-safety-and-quality/drinking-water-quality-guidelines>]. Acesso em: 03 set. 2024.

- 1480 YANG, X. *et al.* Impact of essential oils and organic acids on the growth performance,
1481 digestive functions and immunity of broiler chickens. **Animal Nutrition**, v. 4, p. 388-
1482 393, 2018.
- 1483
- 1484 YANG, Z. *et al.* Groundwater contamination by microcystin from toxic cyanobacteria
1485 blooms in Lake Chaohu, China. **Environmental Monitoring and Assessment**, Suíça,
1486 v. 188, n. 5, p. 280, 2016.
- 1487
- 1488 YEGANI, M.; KORVER, D. R. Factors affecting intestinal health in poultry. **Poultry**
1489 **Science**, v. 87, n. 10, p. 2052-2063, 2008.

1490 **3 HIPÓTESE**

1491

1492 O tratamento da água de bebida com cloro, dióxido de cloro e ácidos
1493 orgânicos melhora o desempenho zootécnico, características de carcaça e qualidade
1494 de carne de frangos de corte, sem afetar o consumo de água.

1495 4 OBJETIVOS

1496 4.1 OBJETIVO GERAL

1497

1498 Avaliar os efeitos da adição de produtos sanitizantes como cloro,
1499 dióxido de cloro e ácidos orgânicos na água de bebida de frangos de corte e verificar
1500 seus efeitos sobre o consumo de água, desempenho zootécnico, características de
1501 carcaça e qualidade de carne.

1502

1503 3.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1504

1505 - Determinar a quantidade de água consumida pelas aves submetidas
1506 aos diferentes tratamentos de água de bebida;

1507 - Avaliar índices de desempenho, como consumo de ração, ganho de
1508 peso, conversão alimentar, índice de eficiência produtiva e viabilidade criatória de
1509 frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos de água de bebida;

1510 - Avaliar o rendimento de carcaça e de cortes comerciais como peito,
1511 pernas, asas e dorso de frangos de corte submetidos aos diferentes tratamentos de
1512 água de bebida;

1513 - Avaliar a qualidade da carne de frangos de corte submetidos a
1514 diferentes tratamentos de água de bebida.

5 ARTIGO – TRATAMENTOS DE ÁGUA DE BEBIDA SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE FRANGOS DE CORTE

O presente artigo foi formatado de acordo com as normas da American Psychological Association (APA, 7ª edição), em conformidade com as exigências da revista Brazilian Journal of Poultry Science.

Resumo

Este estudo objetivou avaliar o impacto do tratamento de água de bebida utilizando cloro (Cl), dióxido de cloro (ClO₂) e ácidos orgânicos (AOs) em frangos de corte sobre o consumo de água, desempenho zootécnico, características de carcaça e qualidade de carne. Foram utilizados 910 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Cobb500®, ao total de 42 dias de experimento, divididos em quatro fases (pré-inicial, inicial, crescimento e terminação) e submetidos a diferentes tratamentos de água. Foram utilizados sete tratamentos com cinco repetições: A) água de poço artesiano, B) água tratada com 3 a 5 ppm de Cl, C) água tratada com 3 a 5 ppm de Cl + AOs (full), D) água tratada com 3 a 5 ppm de Cl + AOs (dias estratégicos), E) água tratada com 1 a 2 ppm de ClO₂ + AOs, F) água tratada com 10 ppm de ClO₂ e G) água tratada com 50 ppm de ClO₂. Os diferentes tratamentos não influenciaram no consumo de água. Houve melhor conversão alimentar (CA) no período inicial ao fornecer água tratada com Cl + AOs (full) e Cl + AOs (estratégico) (CA = 1,380 e 1,373 respectivamente), comparados aos tratamentos controle e água tratada com 1-2 ppm ClO₂ (CA = 1,458 e 1,449 respectivamente). O Índice de Eficiência Produtiva (IEP) foi melhor nas aves que foram submetidas aos tratamentos de água de bebida com Cl + AOs (full) e 50 ppm de ClO₂ (IEP = 409 e 391 respectivamente) comparados com o tratamento controle (IEP = 302). Não houve diferença entre os resultados de características de carcaça e qualidade da carne.

1540 Conclui-se que a utilização dos tratamentos de água de bebida com 3-5 ppm de Cl + AOs ou
1541 50 ppm de ClO₂ podem melhorar o desempenho das aves, sem prejudicar o consumo de água,
1542 as características de carcaça e qualidade da carne das aves.

1543 *Palavras-chave:* Ácidos orgânicos. Cloro. Descontaminação. Dióxido de cloro.

Abstract

This study aimed to evaluate the impact of drinking water treatment using chlorine (Cl), chlorine dioxide (ClO₂), and organic acids (OAs) in broiler chickens on water consumption, zootechnical performance, carcass traits, and meat quality. A total of 910 one-day-old male Cobb500® chicks were used in a 42-day experiment, divided into four phases (pre-starter, starter, grower, and finisher) and subjected to different water treatments. Seven treatments with five replicates each were applied: A) artesian well water, B) water treated with 3 to 5 ppm of Cl, C) water treated with 3 to 5 ppm of Cl + OAs (full), D) water treated with 3 to 5 ppm of Cl + OAs (strategic days), E) water treated with 1 to 2 ppm of ClO₂ + OAs, F) water treated with 10 ppm of ClO₂, and G) water treated with 50 ppm of ClO₂. The different treatments did not influence water consumption. Better feed conversion ratio (FCR) was observed during the starter phase when providing water treated with Cl + OAs (full) and Cl + OAs (strategic) (FCR = 1.380 and 1.373, respectively), compared to the control and water treated with 1-2 ppm ClO₂ treatments (FCR = 1.458 and 1.449, respectively). The Productive Efficiency Index (PEI) was higher in birds subjected to drinking water treatments with Cl + OAs (full) and 50 ppm ClO₂ (PEI = 409 and 391, respectively) compared to the control treatment (PEI = 302). No differences were observed in carcass characteristics and meat quality results. It is concluded that the use of drinking water treatments with 3-5 ppm of Cl + OAs or 50 ppm of ClO₂ can improve bird performance without affecting water consumption, carcass traits, or meat quality.

Keywords: Chlorine. Chlorine dioxide. Decontamination. Organic acids.

Introdução

A água é um recurso natural e vital para todos os organismos vivos. Nos frangos de corte, aproximadamente, 70% do peso total das aves é representado pela água (Leeson; Summers, 2009). A privação no fornecimento de água e perda de 10% de fluidos acarretam a problemas sérios de saúde e até a morte dos animais (Sheikh, 2019). As aves ingerem 2 a 3 vezes mais água em relação à ingestão de ração, sendo seu fornecimento essencial para o processo de deglutição do alimento (Krabbe; Romani, 2013). A água está envolvida em diversas funções no metabolismo, na manutenção da homeostase corporal, no transporte e absorção de nutrientes, e eliminação de dejetos (Jacobs et al., 2020).

Apesar da grande importância, sua qualidade é negligenciada, visto que a oferta de água de má qualidade pode impactar não só o desenvolvimento e saúde dos animais, como a saúde pública no geral (Birkheuer et al., 2017). Embora a água de poços artesianos seja considerada potável e própria para consumo, está sujeita a diversos tipos de contaminantes devido a fatores naturais e humanos, e, se não tratada, pode representar um veículo para a transmissão de diversos patógenos (Amaral, 2004; Yang et al., 2016; More-Bayona et al., 2020).

Melhorias no saneamento da água têm mostrado impacto positivo na redução de agentes infecciosos (Kadota et al., 2023). Produtos sanitizantes como cloro, dióxido de cloro e ácidos orgânicos são meios para o tratamento da água, melhorando sua qualidade e o desempenho de frangos de corte (Sparks, 2009).

O cloro é um dos principais produtos utilizados para tratamento de água potável, justamente por sua ação desinfetante e oxidante (Meng et al., 2023). Quando adicionado à água, o cloro reage e forma ácido hipocloroso (HClO) e hipoclorito (ClO^-). O ácido hipocloroso é o principal agente desinfetante e é a forma mais eficaz de inativar os microrganismos em relação aos íons hipoclorito (Wilson et al., 2019). A eficácia do cloro

depende do pH do meio (Deborde; Gunten, 2008). Em meio ácido, há a maior predominância de produção do ácido hipocloroso (Sparks, 2009), aumentando seu poder oxidativo.

O dióxido de cloro é um gás de coloração amarelada (Kadota et al., 2023), tem um potente poder desinfetante de amplo espectro bactericida (Ofori et al., 2018) e pode ser utilizado para o tratamento de água (Ge et al., 2021), para a desinfecção de ambientes, equipamentos, superfícies e na indústria alimentícia (Totaro et al., 2021; Chechet et al., 2022). Ambos o cloro e dióxido de cloro possuem ação oxidante e afetam a permeabilidade da membrana plasmática celular das bactérias, causando um desequilíbrio osmótico e lise celular (Ofori et al., 2018).

Já os ácidos orgânicos são considerados ácidos fracos, com a estrutura química R-COOH, e podem ser adicionados na dieta através da ração ou água de bebida em frangos de corte. Alguns exemplos de ácidos orgânicos são o fórmico, acético, propiônico, butírico, málico, láctico, tartárico, cítrico, fumárico e sórbico (Khan, 2016). A adição de ácidos orgânicos na dieta pode diminuir a população de bactérias patogênicas (Rodjan et al., 2017), diminuir o pH intestinal, melhorando a atividade enzimática e absorção dos nutrientes (Yang et al., 2018).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de cloro, dióxido de cloro e ácidos orgânicos no tratamento de água de poço artesiano e seus efeitos sobre o consumo de água, desempenho, morfologia intestinal, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte.

Material e Métodos

Animais e Tratamentos

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso Animal. Foram utilizados 910 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Cobb500®. Os animais foram alojados e distribuídos em 35 boxes com 26 aves por parcela experimental. Ao total, foram 42 dias de criação, divididos em 4 fases: pré-inicial (1 - 7 dias), inicial (8 - 21 dias), crescimento (22 - 35 dias) e terminação (36 - 42 dias).

Os animais receberam água e ração *ad libitum*, a qual foi formulada de acordo com as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2017), conforme a Tabela 3.

1619

Tabela 3

Ingredientes e composição energética e nutricional da dieta de frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos de água nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e terminação

Ingredientes (%)	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Milho	48,03	50,34	59,48	64,51
Farelo de soja	43,72	41,24	33,37	28,46
Óleo de soja	3,83	4,44	3,60	4,00
Fosfato bicálcico	1,83	1,61	1,45	1,05
Calcário	1,04	0,95	0,69	0,74
Sal	0,52	0,49	0,48	0,45
Premix	0,50	0,40	0,35	0,30
Dl-metionina	0,34	0,32	0,28	0,24
L-lisina	0,10	0,11	0,18	0,19
L-treonina	0,04	0,04	0,06	0,04
Maduramicina	0,06	0,06	0,06	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.975	3.050	3.150	3.200
Proteína (%)	24,27	23,31	20,58	18,57
Cálcio (%)	0,97	0,88	0,76	0,63
Fósforo disponível (%)	0,46	0,42	0,37	0,30
Sódio (%)	0,22	0,22	0,21	0,20
Lisina digestiva (%)	1,31	1,26	1,12	1,01
Metionina+cistina digestiva (%)	0,97	0,93	0,83	0,75
Metionina (%)	0,65	0,62	0,55	0,49
Treonina (%)	0,86	0,83	0,74	0,67
Triptofano (%)	0,28	0,26	0,23	0,20

1623

1624

As aves foram mantidas com iluminação de 24 horas e aquecidas com lâmpadas automáticas de 250W com sensor de temperatura até os 14 dias de idade, e após esse período, as aves foram submetidas a 18 horas de luz natural e artificial.

Os tratamentos das águas experimentais foram realizados em tanques misturadores de solução com capacidade de 200 litros, e posteriormente estes abasteciam manualmente ou através de bomba de água outros galões com armazenamento de 15 litros. Esses galões eram abastecidos todos os dias, onde a água tratada caía automaticamente nos bebedouros tipo pendular. O monitoramento da qualidade da água era realizado duas vezes ao dia nos períodos de manejo diários para manutenção da qualidade da água. Para a medição de Cl e ClO₂, foi utilizado o equipamento PoolLab®, enquanto para análise de pH e Capacidade de Oxirredução (ORP) dos produtos utilizados foi realizada com o auxílio do medidor HI98121 da Hanna Instruments®.

As águas experimentais utilizadas consistiam em água de poço artesiano (controle) e água de poço artesiano submetida a diferentes tratamentos (Tabela 4). No total, foram sete tratamentos e cinco repetições:

Tabela 4

Tratamentos e características das águas de bebida experimentais

Tratamentos	Quantidade Cl (ppm)	Quantidade ClO ₂ (ppm)	Ácidos orgânicos (pH)	Dias fornecido
A (controle)	-	-	0 (pH6)	Todos os dias
B	3-5	-	0 (pH 6)	Todos os dias
C	3-5	-	Cítrico e fumárico (pH4)	Todos os dias
D	3-5	-	Cítrico e fumárico (pH4)	AOs fornecidos dias 1 a 8, 20 a 22, 34 a 36, 40 a 42
E	-	1-2	Cítrico e fumárico (pH4)	Todos os dias
F	-	10	0 (pH6)	Todos os dias
G	-	50	0 (pH6)	Todos os dias

Nota. Cl = Cloro; ClO₂ = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos orgânicos;

1646 **Consumo de Água**

1647 A medição do consumo de água das aves foi realizada nos dias 10, 23, 30 e 40 dias de
1648 idade das aves. Foi quantificado a água dos galões que abasteciam os bebedouros
1649 experimentais e após um período de 24 horas, foi quantificado novamente a sobra de água do
1650 galão e do respectivo bebedouro. O consumo de água foi calculado pela diferença entre o
1651 fornecido e a sobra.

1652 **Desempenho Zootécnico**

1653 ***Consumo de Ração Corrigido (CR)***

1654 O consumo de ração foi calculado através da diferença da pesagem da ração fornecida
1655 e das sobras de ração ao final de cada fase, dividido pelo número de aves de cada parcela
1656 experimental. A correção foi feita considerando-se a data de morte dos animais de acordo com
1657 Sakomura; Rostagno (2007).

1658 ***Ganho de Peso (GP)***

1659 O ganho de peso foi calculado através da diferença do peso final e o peso inicial em
1660 cada fase, dividido pelo número de aves vivas em cada parcela experimental.

1661 ***Conversão Alimentar Corrigido (CA)***

1662
1663 A conversão alimentar foi calculada através da divisão entre a quantidade de ração
1664 consumida e o ganho de peso obtido pelas aves de cada parcela experimental em cada fase. A
1665 correção da conversão alimentar foi realizada considerando-se a data de morte dos animais de
1666 acordo com Sakomura; Rostagno (2007).

1667 ***Viabilidade Criatória (VC)***

1668 A viabilidade criatória foi calculada através da divisão do número atual de aves pelo
1669 número de aves alojadas aos um dia de idade, multiplicado por 100.

1670 ***Índice de Eficiência Produtiva (IEP)***

1671 O Índice de Eficiência Produtiva do período de criação foi calculado (Eq. 2).

$$IEP = \frac{\text{ganho de peso médio} * \text{viabilidade criatória}}{\text{idade das aves} * \text{conversão alimentar}} * 100 \quad (2)$$

1673

1674 **Características de Carcaça**

1675 Aos 43 dias de idade, duas aves com peso médio de cada parcela experimental foram
 1676 submetidas a um jejum de 8 horas para abate e determinação do rendimento de carcaça e de
 1677 cortes. As aves foram insensibilizadas através da eletro narcose a 10 segundos a 40 volts e
 1678 800Hz (Contreras; Beraquet, 2001), sangradas, escaldadas, depenadas e evisceradas, retiradas
 1679 penas, cabeça e pés e feitos cortes comerciais como pernas (coxa e sobrecoxa), asas, dorso e
 1680 peito.

1681 O rendimento de carcaça foi calculado por meio do peso da carcaça (eviscerada e
 1682 retirados a cabeça, pescoço e pés) em relação ao peso do animal vivo antes do abate
 1683 multiplicado por 100. O rendimento de cortes (pernas, asas, dorso e peito) foi calculado por
 1684 meio da relação do peso do corte com o peso da carcaça, multiplicado por 100 (Moreira *et al.*,
 1685 2003).

1686 **Qualidade de Carne**

1687 Foram coletados o músculo *pectoralis major* dos frangos e armazenados por 24 horas
 1688 a 4°C para a realização de análises de qualidade.

1689 **Cor**

1690 A cor foi analisada em três pontos da leitura (Olivo et al., 2001) através do colorímetro
 1691 modelo CR-10 (Konica Minolta®). Os valores obtidos foram de L* (luminosidade), a*
 1692 (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul), que foram expressos de
 1693 acordo com o método CIELAB (CIE, 2019).

pH

O pH foi mensurado em duplicata através do equipamento da marca Testo, modelo 205, a partir da incisão do eletrodo na parte cranial do músculo *pectoralis major* (Boulianne; King, 1995).

Capacidade de Retenção de Água (CRA) e Perda de Peso por Cocção (PPC)

A capacidade de retenção de água foi avaliada em duplicata pelo método descrito por Hamm (1960), a qual foram pesadas $\pm 2g$ de amostra de peito (pi), estas foram colocadas entre duas folhas de papel filtro, posteriormente entre duas placas de acrílico e por fim, mantidas embaixo de um peso de 10kg por 5 minutos. Após esse tempo, as amostras foram novamente pesadas (pf), e através da diferença do peso amostra obtêm-se a quantidade de água perdida. Assim, a CRA pode ser calculada da seguinte forma:

$$CRA = \frac{pf}{pi} * 100$$

A perda de água por cocção foi mensurada em duplicata através do método descrito por Cason et al. (1997), onde as amostras de carne foram pesadas em amostras de $\pm 50g$, embaladas e mantidas em cozimento em banho-maria a 85°C por 30 minutos. Após esse período, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e pesadas novamente. A diferença entre o peso após o cozimento e o peso inicial das amostras indicam o total da perda de peso. Essas mesmas amostras foram utilizadas para a mensuração da força de cisalhamento.

Força de Cisalhamento (FC)

A força de cisalhamento foi avaliada por meio da sonda (Warner-Bratzler®) acoplado à CT3 Texture Analyzer (Brookfield®), acoplado à. Foram utilizadas amostras da avaliação de perda de água por cocção. Estas foram cortadas em tiras de 1cm x 1cm de diâmetro e 3cm de

1720 comprimento, a qual foram submetidas ao teste de cisalhamento pela lâmina e expressas em
1721 Newton para medição da força aplicada ao cisalhar a carne (Cason et al., 1997).

1722 **Análise estatística**

1723 O delineamento estatístico utilizado foi em blocos inteiramente casualizados. Os dados
1724 foram analisados através do programa estatístico RStudio. Foi realizada a análise de variância
1725 (ANOVA) e Teste de Duncan a 5% de significância.

Resultados

Os resultados para o consumo de água pelas aves mostraram que não houve diferença ($p>0,05$) entre os diferentes tratamentos de água (Tabela 5) nas diferentes idades analisadas.

Tabela 5

Médias do Consumo de Água (mL/Ave/Dia) de Frangos de Corte Submetidos Diferentes Tratamentos de Água de Bebida em Diferentes Idades

Tratamentos	Idade das aves			
	10 dias	23 dias	30 dias	40 dias
A) água de poço artesiano	108	271	428	525
B) 3-5 ppm Cl	111	278	405	525
C) 3-5 ppm Cl e AOs full	115	301	431	562
D) 3-5 ppm Cl e AOs estrat.	103	320	443	541
E) 1-2 ppm ClO ₂ e AOs	111	294	428	557
F) 10 ppm ClO ₂	91	294	458	548
G) 50 ppm ClO ₂	108	304	408	531
P valor	0,258	0,201	0,306	0,506
CV (%)	13,98	9,89	8,62	6,49

Nota. Cl = Cloro; ClO₂ = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos orgânicos; estrat. = dias estratégicos; CV = Coeficiente de variação.

Para os resultados de desempenho, na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade) (Tabela 6), não houve diferença ($p>0,05$) para fatores de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória de frangos de corte que se hidrataram com água de poço submetida a diferentes tratamentos.

Tabela 6

Médias de Desempenho de Frangos de Corte Submetidos Diferentes Tratamentos de Água de Bebida no Período de 1 a 7 Dias

Tratamentos	CR (kg/ave)	GP (kg/ave)	CA	VC (%)
A) água de poço artesiano	0,146	0,104	1,425	99,23
B) 3-5 ppm Cl	0,153	0,113	1,368	100,00
C) 3-5 ppm Cl e AOs full	0,157	0,123	1,284	100,00
D) 3-5 ppm Cl e AOs estrat.	0,142	0,102	1,407	100,00
E) 1-2 ppm ClO ₂ e AOs	0,147	0,112	1,320	100,00
F) 10 ppm ClO ₂	0,145	0,105	1,381	100,00
G) 50 ppm ClO ₂	0,152	0,116	1,312	100,00
P valor	0,458	0,277	0,239	0,448
CV (%)	7,97	13,26	7,18	0,65

Nota. CR = Consumo de ração; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; VC = Viabilidade criatória; Cl = Cloro; ClO₂ = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos orgânicos; estrat. = dias estratégicos; CV = Coeficiente de variação.

Ao analisar o período inicial (1 a 21 dias de idade) (Tabela 7), observa-se que os diferentes tratamentos de água de bebida não influenciaram no consumo de ração, ganho de peso e viabilidade criatória, porém, influenciaram na conversão alimentar ($p = 0,032$). Os tratamentos de água tratada com 3-5 ppm Cl + AOs full e água tratada com 3-5 ppm Cl + AOs estrat. apresentaram melhora de 5,25% na conversão alimentar (CA = 1,380 e 1,373 respectivamente) em relação aos tratamentos água de poço artesiano (controle) (CA = 1,458) e água tratada com 1-2 ppm ClO₂ + AOs (CA = 1,449), isto é, água que não foi submetida a nenhum tratamento e aquele com dosagem baixa de ClO₂ respectivamente, enquanto não se diferiram dos demais tratamentos.

Tabela 7

Médias de Desempenho de Frangos de Corte Submetidos Diferentes Tratamentos de Água de Bebida no Período de 1 a 21 Dias

Tratamentos	CR (kg/ave)	GP (kg/ave)	CA	VC (%)
A) água de poço artesiano	1,048	0,723	1,458 b	82,308
B) 3-5 ppm Cl	1,096	0,791	1,432 ab	97,692
C) 3-5 ppm Cl e AOs full	1,183	0,855	1,380 a	90,769
D) 3-5 ppm Cl e AOs estrat.	1,063	0,765	1,373 a	83,077
E) 1-2 ppm ClO ₂ e AOs	1,102	0,772	1,449 b	90,769
F) 10 ppm ClO ₂	1,073	0,768	1,397 ab	86,923
G) 50 ppm ClO ₂	1,104	0,788	1,402 ab	89,231
P valor	0,810	0,319	0,032	0,764
CV (%)	9,76	10,23	2,81	11,87

Nota. CR = Consumo de ração; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; VC = Viabilidade criatória; Cl = Cloro; ClO₂ = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos orgânicos; estrat. = dias estratégicos; CV = Coeficiente de variação.
Médias seguidas com letra minúscula diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Ao se avaliar o período de 1 a 35 dias de idade (Tabela 8), observa-se que os diferentes tratamentos de água de bebida não influenciaram sobre o desempenho dos animais, para os parâmetros de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória.

Tabela 8

Médias de Desempenho de Frangos de Corte Submetidos Diferentes Tratamentos de Água de Bebida no Período de 1 a 35 Dias

Tratamentos	CR (kg/ave)	GP (kg/ave)	CA	VC (%)
A) água de poço artesiano	3,297	2,151	1,533	69,60
B) 3-5 ppm Cl	3,415	2,292	1,491	76,00
C) 3-5 ppm Cl e AOs full	3,496	2,320	1,507	85,60
D) 3-5 ppm Cl e AOs estrat.	3,337	2,244	1,487	76,00
E) 1-2 ppm ClO ₂ e AOs	3,339	2,193	1,524	78,40
G) 10 ppm ClO ₂	3,406	2,229	1,529	76,80
F) 50 ppm ClO ₂	3,462	2,297	1,509	82,40
P valor	0,529	0,236	0,539	0,409
CV (%)	5,10	5,03	2,89	14,23

Nota. CR = Consumo de ração; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; VC = Viabilidade criatória; Cl = Cloro; ClO₂ = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos orgânicos; estrat. = dias estratégicos; CV = Coeficiente de variação.

Os resultados para a fase de terminação no período de 1 a 42 dias de idade (Tabela 9), mostram que não houve diferença ($p>0,05$) para consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória. Porém, houve diferença ($p=0,05$) para o Índice de Eficiência Produtiva (IEP), considerando-se o período total de criação, onde observa-se que os tratamentos de água com 3-5 ppm Cl + AOs full e 50 ppm ClO₂ (tratamentos C e G respectivamente) apresentaram os melhores resultados (IEP = 409 e 391 respectivamente) em relação ao tratamento controle (IEP = 302), enquanto não diferiram dos demais tratamentos, como o tratamento da água com 3-5 ppm de Cl, 3-5 ppm Cl + AOs estrat., 1-2 ppm ClO₂ + AOs e 10 ppm de ClO₂ (tratamentos B, D, E e F respectivamente).

Tabela 9

Médias de desempenho de frangos de corte submetidos diferentes tratamentos de água de bebida no período de 1 a 42 dias

Tratamentos	CR (kg/ave)	GP (kg/ave)	CA	VC (%)	IEP
A) água de poço artesiano	4,770	3,000	1,589	67,20	302 b
B) 3-5 ppm Cl	4,973	3,174	1,568	75,20	361 ab
C) 3-5 ppm Cl e AOs full	4,975	3,190	1,559	84,00	409 a
D) 3-5 ppm Cl e AOs estrat.	4,833	3,136	1,541	75,20	363 ab
E) 1-2 ppm ClO ₂ e AOs	4,837	3,076	1,574	76,00	353 ab
F) 10 ppm ClO ₂	4,928	3,125	1,577	76,00	358 ab
G) 50 ppm ClO ₂	4,955	3,158	1,570	81,60	391 a
P valor	0,553	0,209	0,731	0,326	0,050
CV (%)	4,08	3,79	2,79	14,15	13,16

Nota. CR = Consumo de ração; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; VC = Viabilidade criatória; IEP = Índice de eficiência produtiva; Cl = Cloro; ClO₂ = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos orgânicos; estrat. = dias estratégicos; CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas com letra minúscula diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Ao avaliar as características de carcaça para os rendimentos de carcaça e de cortes

(peito, pernas, asas e dorso) dos frangos submetidos a água tratada por diferentes tratamentos

(Tabela 10), observa-se que estes não influenciaram nos parâmetros avaliados.

Tabela 10

Médias de Rendimento de Carcaça e Cortes de Frangos de Corte Submetidos a Diferentes Tratamentos de Água de Bebida

Tratamentos	RC (%)	R. Peito (%)	R. Pernas (%)	R. Asas (%)	R. Dorso (%)
A) água de poço artesiano	72,72	42,72	29,71	9,96	17,61
B) 3-5 ppm Cl	73,22	41,78	30,37	10,23	17,62
C) 3-5 ppm Cl e AOs full	72,19	41,65	30,51	10,08	17,76
D) 3-5 ppm Cl e AO estrat.	72,81	42,27	29,83	10,29	17,61
E) 1-2 ppm ClO ₂ e AOs	71,51	41,25	30,52	10,35	17,88
F) 10 ppm ClO ₂	73,09	42,57	29,67	10,17	17,59
G) 50 ppm ClO ₂	72,41	41,85	30,07	10,32	17,76
P valor	0,323	0,650	0,709	0,555	0,992
CV (%)	1,61	3,34	3,49	3,34	4,05

Nota. RC = Rendimento de carcaça, R. Peito = Rendimento de peito; R. Pernas = Rendimento de pernas; R. Asas = Rendimento de asas; R. Dorso = Rendimento de dorso; Cl = Cloro; ClO₂ = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos Orgânicos; estrat. = dias estratégicos; CV = Coeficiente de variação.

Em relação às análises de qualidade de carne, nossos resultados mostraram que os diferentes tratamentos de água de bebida não influenciaram para os parâmetros avaliados ($p > 0,05$), como pH e cor (L^* , a^* e b^*) (Tabela 11).

Tabela 11

Médias de Qualidade de Carne (pH e Cor) de Frangos de Corte Submetidos a Diferentes Tratamentos de Água de Bebida

Tratamentos	pH	L^*	a^*	b^*
A) água de poço artesiano	5,86	50,43	2,09	15,12
B) 3-5 ppm Cl	5,82	52,28	2,38	15,91
C) 3-5 ppm Cl e AOs full	5,87	49,58	1,95	14,97
D) 3-5 ppm Cl e AOs estrat.	5,81	48,95	2,75	14,67
E) 1-2 ppm ClO_2 e AOs	5,81	52,36	2,69	15,92
F) 10 ppm ClO_2	5,87	50,82	2,45	15,52
G) 50 ppm ClO_2	5,88	51,36	2,42	15,46
P valor	0,673	0,073	0,162	0,437
CV (%)	1,14	3,79	19,41	6,81

Nota. pH = Potencial hidrogeniônico; L^* = Luminosidade; a^* = Componente verde-vermelho; b^* = Componente azul-amarelo; Cl = Cloro; ClO_2 = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos orgânicos; estrat. = dias estratégicos; CV = Coeficiente de variação.

Não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos de água bebida provinda de poço artesiano para a qualidade de carne de frangos de corte para os parâmetros de CRA (%), PPC (%) e FC (kg/cm^2) (Tabela 12).

Tabela 12

Médias de Qualidade de Carne (CRA, PPC e FC) de Frangos de Corte Submetidos a Diferentes Tratamentos de Água de Bebida

Tratamentos	CRA (%)	PPC (%)	FC (kg/cm^2)
A) água de poço artesiano	65,53	30,40	2,799
B) 3-5 ppm Cl	64,71	31,19	2,969
C) 3-5 ppm Cl e AOs full	66,87	27,50	2,977
D) 3-5 ppm Cl e AOs estrat.	65,20	29,42	2,903
E) 1-2 ppm ClO_2 e AOs	65,72	28,45	3,042
F) 10 ppm ClO_2	65,46	30,56	3,685
G) 50 ppm ClO_2	64,87	29,02	2,615
P valor	0,870	0,095	0,197
CV (%)	3,83	6,85	19,86

Nota. CRA = Capacidade de retenção de água; PPC = Perda de peso por cocção; FC = Força de cisalhamento; Cl = Cloro; ClO_2 = Dióxido de cloro; AOs = Ácidos orgânicos; estrat. = dias estratégicos; CV = Coeficiente de variação.

Discussão

Em nossos resultados, os diferentes tratamentos da água de poço artesiano não influenciaram no consumo de água em frangos de corte para as diferentes idades analisadas. Uma explicação para essa aceitação está relacionada à baixa sensibilidade gustatória das aves. Em frangos, as papilas estão presentes na maior parte na região do palato, e não possuem estruturas especializadas, como papilas linguais. Comparados aos mamíferos, os frangos de possuem um número significativamente menor de papilas gustativas, dentre 240 a 360, dependendo da linhagem (Liu et al., 2018), enquanto os suínos possuem mais de 19.000 (Foppa et al., 2014), além disso, não possuem receptores gustativos para os sabores amargo e doce, o que reduz sua capacidade gustativa (Liu et al., 2018).

O consumo de água pelos frangos de corte pode variar de acordo com fatores como temperatura ambiental, disponibilidade e qualidade de água, composição da dieta e idade das aves. Em altas temperaturas, o consumo de água tende a aumentar a fim de manter a homeostase corporal. Fatores que afetam a qualidade da água, como a dureza, aumentam o seu consumo em frangos de corte, uma vez que a maior prevalência de sais minerais remove a umidade e favorece a desidratação (Sheikh, 2019). A baixa disponibilidade e qualidade da água acarretam o menor consumo de água e resulta em menor consumo de ração, impactando negativamente no desempenho das aves.

No presente estudo, as aves não demonstraram aversão ou consumo excessivo ao fornecimento de água tratada com os diferentes produtos sanitizantes. Esses resultados foram semelhantes aos de Ali et al. (2020), onde a adição de ácidos orgânicos na água a pH 2,7 – 3,7 não alterou o seu consumo. De forma semelhante, Jacobs et al. (2020), também não observaram diferenças significativas no consumo de água ao utilizarem dióxido de cloro em concentrações de 0,67 a 2,17 ppm combinados com ácidos orgânicos no tratamento de água de bebida em frangos de corte.

Em nosso estudo, os resultados de desempenho no período de 1 – 7 dias de idade não diferiram entre os diferentes tratamentos de água. Hipotetizamos que, apesar das aves serem jovens e o sistema imune não ser completamente desenvolvido (Song et al., 2021), devido ao baixo desafio sanitário ambiental (cama nova, baixa quantidade de fezes e baixa contaminação dos bebedouros devido à pouca movimentação das aves). Não foram realizadas análises microbiológicas da água utilizada, porém, a água provinda de poços artesianos é considerada potável e de boa qualidade, o que corrobora para a não diferença nos resultados.

No entanto, aos 21 dias de idade, os resultados indicaram que a utilização de cloro + ácidos orgânicos full, bem como de cloro + ácidos orgânicos em dias estratégicos resultaram em melhores índices para conversão alimentar. O cloro, amplamente utilizado no tratamento de água, tem poder oxidante e bactericida (Mohammed et al., 2020). Ao dissociar-se na água, o cloro transforma-se em ácido hipocloroso (HClO) e íons hipoclorito (ClO^-), que são os princípios ativos do cloro. A adição de ácidos orgânicos por sua vez, diminui o pH intestinal, reduz as bactérias patogênicas e favorece a proliferação de bactérias benéficas, promovendo o equilíbrio da microbiota intestinal (Rodjan et al., 2017). A acidificação do trato gastrintestinal pode proporcionar melhor nutrição celular e ativação enzimática, favorecendo a digestão e absorção dos nutrientes (Viola; Vieira, 2007).

O poder de oxidação do cloro depende do pH do meio. Em meio ácido, o cloro tende a transformar-se em maior quantidade em ácido hipocloroso, que possui maior poder bactericida e é a forma mais eficaz para a descontaminação da água comparado ao hipoclorito, o que possibilita o melhor poder de ação do cloro (Wilson et al., 2019).

Nossos resultados mostraram que houve melhora na conversão alimentar quando as aves foram submetidas à água de bebida tratada com cloro juntamente com ácidos orgânicos. Em resultados de Azaka et al. (2024), o acréscimo de ácido ascórbico na água de bebida de frangos de corte proporcionou melhor resultado na conversão alimentar quando comparado ao

1881 tratamento controle. A adição de ácidos orgânicos tanto na ração quanto na água pode reduzir
1882 o pH do trato gastrointestinal, aumentar a atividade de enzimas digestivas e a digestibilidade
1883 ileal aparente, como resultado, há uma melhora no desempenho de frangos de corte (Dai et al.,
1884 2021).

1885 Embora os resultados de desempenho nas fases de crescimento e terminação não
1886 tenham apresentado diferenças para nenhum dos tratamentos avaliados, essa ausência de
1887 variação pode ser atribuída à remoção de aves refugos durante o experimento, tendo como
1888 critério de retirada os animais que não se desenvolviam, levando-se em consideração os
1889 outros animais da mesma parcela experimental. A retirada dessas aves resultou em parcelas
1890 experimentais mais homogêneas e com menor variabilidade, reduzindo as diferenças no
1891 desempenho entre os tratamentos. Contudo, no período de 1 – 42 dias de idade, considerando
1892 o período total de criação, a oferta de água de bebida tratada com cloro + AOs full e água de
1893 bebida tratada com 50 ppm de dióxido de cloro apresentaram melhores valores para IEP,
1894 enquanto o tratamento controle obteve piores resultados, mostrando que este tratamento pode
1895 ter sido retirado maior número de refugos, devido à utilização de água de bebida não tratada.

1896 O IEP leva em consideração ganho de peso, conversão alimentar e a viabilidade
1897 criatória. Ainda que os componentes individuais para a determinação do IEP não
1898 apresentaram diferenças, o seu cálculo leva em conta a interação entre tais elementos. Outro
1899 fator que pode-se observar é que o Coeficiente de Variação nos períodos de 1 a 35 e 1 a 42
1900 dias ($CV = 14,23\%$ e $14,15\%$ respectivamente) da Viabilidade Criatória apresenta-se um
1901 pouco elevado devido a retirada dos refugos, o que indica uma dispersão moderada dos dados
1902 em relação à média.

1903 Apesar de alcançarem melhores resultados para IEP, os tratamentos de água de bebida
1904 com cloro + AOs full e 50 ppm de dióxido de cloro não se diferiram dos demais tratamentos,
1905 como utilização somente de cloro, cloro + AOs estrat., 1-2 ppm de dióxido de cloro e 10 ppm

1906 de dióxido de cloro (tratamentos B, D, E e F respectivamente) possivelmente pelo tipo de
1907 bebedouro (pendular) utilizado durante o experimento, uma vez que a água fornecida
1908 permanece em contato constante com ambiente externo, exposta ao ar. Essa exposição facilita
1909 a entrada de contaminantes como partículas de fezes, resíduos de ração e a proliferação de
1910 microrganismos. A alta concentração de matéria orgânica na água resulta no maior consumo
1911 do cloro e dióxido de cloro (Gan et al., 2020). No entanto, a alta dose de dióxido de cloro
1912 utilizada compensou o maior consumo do produto, permanecendo ainda quantidade suficiente
1913 de dióxido de cloro livre na água.

1914 O dióxido de cloro é considerado um poderoso bactericida e atua eficientemente à um
1915 amplo espectro de pH e não reage na presença de amônia (Kim et al., 1999). Seu modo de
1916 ação consiste na inativação das bactérias através do ataque direto nas membranas celulares,
1917 interrompendo a síntese de proteínas (Ahmed et al., 2015). Ahmed et al. (2015) incluíram
1918 níveis de 0 ppm, 500 ppm e 1000 ppm de dióxido de cloro na dieta de frangos de corte e
1919 relataram menor CR e CA, porém não afetaram o GP e a viabilidade, além de melhorar a
1920 modulação da microbiota intestinal ao adicionar 500 ppm na dieta.

1921 O consumo de água de má qualidade, com a presença de microrganismos patogênicos
1922 pode comprometer a integridade intestinal. A utilização de ácidos orgânicos na água de
1923 bebida reduz o pH intestinal, a contagem de patógenos e aumenta o número de bactérias
1924 láticas através da exclusão competitiva, proporcionando melhor saúde intestinal (Fernandes et
1925 al., 2014). De acordo com Hati et al. (2019), bactérias benéficas como *Lactobacillus* são
1926 produtoras de ácidos graxos de cadeia curta, que podem possuir efeitos anti-inflamatórios e
1927 contribuir com a saúde intestinal e absorção de nutrientes. Além disso, Thuy et al. (2018)
1928 observaram que a adição de ácido butírico pode reduzir o pH intestinal e aumentar a atividade
1929 enzimática, favorecendo a digestão dos nutrientes.

1930 O intestino é o principal órgão responsável pela digestão e absorção dos nutrientes,
1931 onde sua integridade, estão relacionados à capacidade de absorção e eficiência na produção.
1932 Amoroso et al. (2015) observaram que a simples filtragem da água de bebida pôde melhorar
1933 as características morfológicas intestinais de frangos de corte, apresentando vilosidades
1934 intestinais maiores, e deste modo, aumentando a área de absorção dos nutrientes.

1935 Em relação aos resultados de características de carcaça para os parâmetros de
1936 rendimento de carcaça e de cortes, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos de
1937 água de bebida. Este resultado está alinhado à ausência de diferença no ganho de peso, uma
1938 vez que o rendimento de carcaça depende do crescimento das aves.

1939 Para os resultados de qualidade de carne, não houve diferença entre os diferentes
1940 tratamentos de água para os parâmetros avaliados. Nossos resultados foram semelhantes com
1941 Nguyen (2024), onde não houve diferença na qualidade de carne ao utilizar ácido butírico no
1942 tratamento de água. Em contrapartida, Ozturk et al. (2009) relataram maior peso e rendimento
1943 de carcaça ao adicionar 150 e 300 ppm de ácido húmico na água de bebida de frangos
1944 comparados ao tratamento controle e adição de 450 ppm, supostamente pelo menor consumo
1945 de ração relatado dos grupos experimentais, digestibilidade da dieta e quantidade, tipo e pKa
1946 do ácido utilizado. Ao compararem os ácidos acético e cítrico, Mohammed (2018) observou
1947 melhores índices de desempenho em frangos de corte submetidos a água de bebida tratada
1948 com ácido cítrico em comparação com o ácido acético. Ozturk et al. (2009) também relataram
1949 maiores valores de L^* e a^* com a suplementação de 450 ppm de ácido húmico, o que pode ser
1950 atribuída a fatores como manejo pré-abate e maior biodisponibilidade do ferro presente no
1951 ácido húmico.

1952 Em nossos resultados, os valores de pH da carne encontram-se dentro dos parâmetros
1953 esperados (5,7 a 5,97), conforme descrito por Alves et al. (2016). Quando frangos de corte são
1954 submetidos a situações de estresse, principalmente no momento pré-abate, podem influenciar

no pH e na qualidade de carne. Após o abate do animal, o glicogênio muscular é consumido em anaerobiose, gerando ATP e ácido lático, responsável pela queda do pH na carne. Em situações de estresse, o glicogênio muscular é consumido rapidamente, levando à queda acentuada do pH da carne, e combinada à alta temperatura corporal das aves, pode causar problemas na qualidade da carne, como anomalias PSE (*Pale, Soft, Exsudative*). Este fenômeno apresenta grandes problemas na cadeia avícola e é a causa da combinação da queda de pH da carne após a morte das aves atrelados à alta temperatura corporal, e como consequência, as proteínas miofibrilares se desnaturam e afetam a qualidade de carne.

O pH final da carne influencia os outros parâmetros de qualidade, fatores como cor, CRA, PPC e FC, e como o pH da carne não foi alterado com os diferentes tratamentos de água, é esperado que também sejam alterados. Carnes PSE por exemplo, possuem um valor de L* mais elevado (>53) devido à desnaturação proteica, que reduz a retenção de mioglobina e aumenta a presença de água superficial na carne (Olivo et al., 2001). Contudo, esses efeitos não foram observados na presente pesquisa, sugerindo que os tratamentos de água utilizados mantiveram a qualidade da carne dentro dos padrões desejáveis.

A CRA e PPC possuem relação inversa, uma vez que quanto maior a CRA da carne, menor será a PPC devido à maior retenção de líquido pelas proteínas musculares. Tais parâmetros resultam na FC da carne, um fator de grande relevância na percepção e satisfação do consumidor final.

A hidratação correta das aves não diz respeito somente ao fornecimento suficiente de água, mas também inclui a manutenção da sua qualidade. A água é um nutriente essencial à vida, porém, muitas vezes sua qualidade é negligenciada. A água representa um meio para disseminação de diversos microrganismos nocivos, desta forma, seu tratamento é de extrema importância, visto que afeta a saúde de milhares de animais.

1979 O desempenho zootécnico das aves é diretamente afetado pela qualidade e quantidade
1980 de água ingerida. A oferta de água de qualidade mantém a saúde dos animais e impacta na
1981 digestão e absorção dos nutrientes, e consequentemente, na produtividade. Desse modo, a
1982 adoção de práticas que garantam o fornecimento adequado de água de qualidade deve ser
1983 priorizada.

1984 **Conclusão**

1985 A água é essencial à vida e seu tratamento é essencial para garantir a saúde. A
1986 utilização da água de bebida tratada com 3-5 ppm de cloro + ácidos orgânicos e água de
1987 bebida tratada com 50 ppm de dióxido de cloro foram mais eficientes ao melhorar o
1988 desempenho produtivo, como a conversão alimentar e Índice de Eficiência Produtiva em
1989 frangos de corte, quando comparados com a água não tratada, sem afetar no consumo de água,
1990 características de carcaça e qualidade de carne.

1991 **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1992 Essa pesquisa demonstra a importância do tratamento de água de
1993 bebida na produção animal, uma vez que a utilização de água de má qualidade pode
1994 impactar na saúde de animais e seres humanos. A utilização de produtos como o cloro
1995 e dióxido de cloro são frequentemente utilizados na desinfecção da água. O cloro tem
1996 maior poder bactericida em pH do meio ácido. Deste modo, os ácidos orgânicos
1997 podem ser utilizados para diminuir o pH da água e produzir mais cloro de forma ativa,
1998 além de diminuir o pH do trato gastrointestinal, eliminar microrganismos patogênicos
1999 e melhorar a produção e qualidade de frangos de corte.

Referências Bibliográficas

- 2000
- 2001
- 2002
- 2003 AHMED, S. T., KIM, G., ISLAM, S. M., MUN, H. S., BOSTAMI, A. B. M. R. & YANG, C.
- 2004 (2015). Effects of dietary chlorine dioxide on growth performance, intestinal and
- 2005 excreta microbiology, and odorous gas emissions from broiler excreta. *Journal of*
- 2006 *Applied Poultry Research*, 24(4), 502-510. <https://doi.org/10.3382/japr/pfv058>.
- 2007 ALI, A. M. (2020). Effect of acidified drinking water by organic acids on broiler performance
- 2008 and gut health. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8(12), 1301-1309.
- 2009 <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.12.1301.1309>.
- 2010 ALVES, M. G. M., ALBUQUERQUE, L. F. & BATISTA A. S. M. (2016). Qualidade da
- 2011 carne de frangos de corte. *Essentia*, 17(2), 64-86.
- 2012 AMOROSO, L., ARTONI, S. M. B., SOARES, N. M., PINTO, F. R., PACHECO, M. R.,
- 2013 SAGULA, A. L. ALVA, J., C., R. & AMOROSO P. (2015). Influência da qualidade
- 2014 microbiológica da água de dessedentação na morfologia intestinal de frangos de corte.
- 2015 *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35(1), 80-88. [https://doi.org/10.1590/S0100-](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000100016)
- 2016 [736X2015000100016](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000100016).
- 2017 AVILA, L, A, F. NASCIMENTO V. P., CANAL, C. W., SALLE, C. P. T. & MORAES H. L.
- 2018 (2003). Effect of acidified drinking water on the recovery of *Salmonella enteritidis*
- 2019 from broiler crops. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 5(3), 183-188.
- 2020 <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2003000300005>.
- 2021 AZAKA, E. I., UFELE, A. N., ONONYE, B. U., OFFOR, V. O., AFOEMEZIE, P. I.,
- 2022 MBELEDE, K. C., OLISA, C. S. & OKAFOR, N. C. (2024). Effect of honey and
- 2023 vitamin C on the growth performance of broiler chickens. *Journal of Applied Life*
- 2024 *Sciences International*, 27(4), 67-74. <https://doi.org/10.9734/jalsi/2024/v27i4654>.

- 2025 BARREIRO, F. R., BARALDI-ARTONI, S. M., PINTO, F. R., BARBOSA, M. M. C. &
 2026 AMARAL, L. A. (2012). Influence of chlorine added to drinking water during the
 2027 preslaughter feed withdrawal on microbiology and morphology of the broiler
 2028 gastrointestinal tract. *Poultry Science*, 91(11), 2778-2784.
 2029 <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02455>.
- 2030 BOULIANNE, M. KING, A. J. (1995). Biochemical and color characteristics of skinless
 2031 boneless pale chicken breast. *Poultry Science*, 74(1), 1693-1698.
 2032 <https://doi.org/10.3382/ps.0741693>.
- 2033 BRAKE, J. D. CHAMBLEE, T. N., SCHULTZ, C. D., PEEBLES, E. D. & THAXTON, J. P.
 2034 (1992). Daily feed and water consumption of broiler chicks from 0 to 21 days of age.
 2035 *Applied Poultry Science*, 1(2), 160-163. <https://doi.org/10.1093/japr/1.2.160>.
- 2036 BROSSI, C., CASTILLO, C. J. C., AMAZONAS, E. A. & MENTEN, J. F. M. (2009).
 2037 Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. *Ciência Rural*, 39(4), 1284-
 2038 1293. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000039>.
- 2039 CASON, J. A., LYON, C. E. & PAPA, C. M. (1997). Effect of muscle opposition during
 2040 Rigor on development on broiler breast meat tenderness. *Poultry Science*, 76(5), 785-
 2041 787. <https://doi.org/10.1093/ps/76.5.785>.
- 2042 CHECHET, O. M., KOVALENKO, V. L., VISHCHUR, O. I., HAIDEI, O. S.,
 2043 KRUSHELNYTSKA, O. V. & GUTYJ, B. V. (2022). Study of effectiveness of using
 2044 a complex of disinfectants and probiotics in the presence of poultry. *Ukrainian*
 2045 *Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(2), 8-
 2046 16. <https://doi.org/10.32718/ujvas5-2.02>.
- 2047 CIE – COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE. (2019). Princípios de
 2048 gerenciamento de cores. Disponível em: [[https://www.datacolor.com/wp-](https://www.datacolor.com/wp-content/uploads/2022/06/color-management-ebook-3-pt.pdf)
 2049 [content/uploads/2022/06/color-management-ebook-3-pt.pdf](https://www.datacolor.com/wp-content/uploads/2022/06/color-management-ebook-3-pt.pdf)].

- 2050 CONTRERAS, C. C., BERAQUET, N. J. (2001). Electrical stunning, hot boning, and quality
2051 of chicken breast meat. *Poultry Science*, 80(4), 501-507. 10.1093/ps/80.4.501.
- 2052 DAI, D., QIU, K., ZHANG, H., WU, S., HAN, Y., WU, Y., QI, G. & WANG, J. (2021).
2053 Organic acids as alternatives for antibiotic growth promoters alter the intestinal
2054 structure and microbiota and improve the growth performance in broilers. *Frontiers in*
2055 *Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.618144>.
- 2056 DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. A. (1999). Relationship between muscle growth and
2057 poultry meat quality. *Poultry Science*, 78(5), 743-
2058 746. <https://doi.org/10.1093/ps/78.5.743>.
- 2059 FERNANDES, J. I. M., JÚNIOR, J. C. A. L., OLIVEIRA, B. C., LIMA, E. T., PROKOSKI,
2060 K. & RORIG, A. (2014). Avaliação do efeito de ácidos orgânicos via água de bebida
2061 durante o manejo pré-abate sobre a microbiota do ingluvírio, ingestão de água e perda
2062 de peso de frangos de corte. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia*, 17(1), 31-
2063 36. <https://doi.org/10.25110/arqvet.v17i1.2014.4914>.
- 2064 FOPPA, L., CALDARA, F. R., MACHADO, S. P., MOURA, R., SANTOS, R. K. S., NÄÄS,
2065 I. A. & GARCIA, R. G. (2014). Enriquecimento ambiental e comportamento de
2066 suínos: Revisão. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 8(1), 01-07.
2067 10.18011/bioeng2014v8n1p1-7.
- 2068 GALLI, G. M., ANIECEVSKI, E., PETROLI, T. G., ROSA, G., BOIAGO, M. M.,
2069 SIMÕES, C. A. D. P., WAGNER, R., COPETTI, P. M., MORSCH, V. M., ARAUJO,
2070 D. N., MARCON, H., PAGNUSSATT, H., SANTOS, H. V., MENDES, R. E.,
2071 LOREGIAN, K. E. & SILVA, A. S. (2020). Growth performance and meat quality of
2072 broilers fed with microencapsulated organic acids. *Animal Feed Science and*
2073 *Technology*, 271, 114706. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114706>.

- 2074 GAN, W., GE, Y., ZHONG, Y. & YANG, X. (2020). The reaction of chlorine dioxide with
 2075 inorganic and organic compounds in water treatment: Kinetics and mechanisms.
 2076 *Environmental Science: Water Research & Technology*, 6(9), 2287-2312. DOI
 2077 <https://doi.org/10.1039/D0EW00231C>.
- 2078 HAMID, H. SHI, H. Q., MA, G. Y., FAN, Y., LI, W. X., ZHAO, L. H., ZHANG, J. Y., JI, C.
 2079 & MA, Q. G. (2018). Influence of acidified drinking water on growth performance
 2080 and gastrointestinal function of broilers. *Poultry Science*, 97(10), 3601-3609.
 2081 <https://doi.org/10.3382/ps/pey212>.
- 2082 HAMM, R. (1961). Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research*, 10, 355-
 2083 463. [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60141-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60141-X).
- 2084 HATI, S., PATEL, M., MISHRA, B. K. & DAS, S. Short-chain fatty acid and vitamin
 2085 production potentials of *Lactobacillus* isolated from fermented foods of Khasi Tribes,
 2086 Meghalaya India (2019). *Annals of Microbiology*, 69, 1191-1199.
 2087 <https://doi.org/10.1007/s13213-019-01500-8>.
- 2088 JACOBS, L, PERSIA, M. E., SIMAN-TOV, N., AHMAD, M., LYMAN, J. & GOOD, L.
 2089 (2020). Impact of water sanitation on broiler chicken production and welfare
 2090 parameters. *Journal of Applied Poultry Research*, 29(1), 258-268.
 2091 <https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.10.013>.
- 2092 KIM, J., MARSHALL, M. R., DU, W., OTWELL, W. S. & WEI, C. (1999). Determination
 2093 of chlorate and chlorite and mutagenicity of seafood treated with aqueous chlorine
 2094 dioxide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(9), 3586-3591.
 2095 <https://doi.org/10.1021/jf981397h>.
- 2096 KIRKPATRICK, K., FLEMING, E. (2008). Water quality. In *Aviagen Brief*. Disponível em:
 2097 [[https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Broiler_Breeder_Tech_Articles/English/](https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Broiler_Breeder_Tech_Articles/English/AviagenBrief_WaterQuality_Feb08.pdf)
 2098 [AviagenBrief_WaterQuality_Feb08.pdf](https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Broiler_Breeder_Tech_Articles/English/AviagenBrief_WaterQuality_Feb08.pdf)].

- 2099 LEESON, S. & SUMMERS, J. D. (2009). Commercial Poultry Nutrition. (3 ed.). Guelph:
2100 Editora University Books.
- 2101 LESIÓW, T. KIJOWSKY, J. (2003). Impact of PSE and DFD meat on poultry processing. A
2102 review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 1253(2), 3-8.
2103 <https://journal.pan.olsztyn.pl/pdf-97720-30230?filename=30230.pdf>.
- 2104 LIU, H., RAJAPAKSHA, P., WANG, Z., KRAMER, N. E. & MARSHALL, B. J. (2018). An
2105 update on the sense of taste in chickens: A better developed system than previously
2106 appreciated. *Journal of Nutrition and Food Science*, 8(2), 686. 10.4172/2155-
2107 9600.1000686.
- 2108 MANTZIOS, T., KIOUSI, D. E., BRELLOU, G. D., PAPADOPOULOS G., ECONOMOU,
2109 V., VASILOGIANNI, M., KANARI, E., PETRIDOU, E., GIANNENAS, I.,
2110 TELLES, G., PAPPAS, A., GALANIS, A. & TSIOURIS, V. (2024). Investigation of
2111 potential gut health biomarkers in broiler chicks challenged by campylobacter jejuni
2112 and submitted to a continuous water disinfection program. *Pathogens*, 13(5), 356.
2113 <https://doi.org/10.3390/pathogens13050356>.
- 2114 MENDES, A. A. (2001). Jejum Pré-abate em Frangos de Corte. *Brazilian Journal of Poultry*
2115 *Science*, 3(3). <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2001000300001>.
- 2116 MENG, W. S., ZOU, Q., XIAO, Y., MA, W., ZHANG, J., WANG, T. & LI, D. (2023).
2117 Growth performance and cecal microbiota of broiler chicks as affected by drinking
2118 water disinfection and/or herbal extract blend supplementation. *Poultry Science*,
2119 102(7). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102707>.
- 2120 MIGURA, L. G., HENDRIKSEN, R. S., FRAILE, L. & AARESTRUP, F. M. (2014).
2121 Antimicrobial resistance of zoonotic and commensal bacteria in Europe: The missing
2122 link between consumption and resistance in veterinary medicine. *Veterinary*
2123 *Microbiology*, 170(1-2), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.01.013>.

- 2124 MOHAMMED, A. N., MOHAMED, D. A., MOHAMED, M. B. E. & BABLY, M. A. E.
 2125 (2020). Assessment of drinking water quality and new disinfectants for water
 2126 treatment in a small commercial poultry farm. *Journal of Advanced Veterinary*
 2127 *Research*, 10(4), 206-212.
 2128 <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20210045042>.
- 2129 MOHAMMED, H. A. (2018). Effect of organic acids supplanted in drinking water during
 2130 pre-starter and starter feeding phase on broiler performance. *Polytechnic Journal*,
 2131 8(2), 60-69. <https://doi.org/10.25156/ptj.2018.8.2.60>.
- 2132 MONTEIRO, H. C., LIMA, L. K., F., PARENTE, I. P., PEREIRA, M. M. & LIMA, S. S. S.
 2133 (2018). Avaliação da qualidade da carne de frangos de corte alimentados com produto
 2134 homeopático. *Revista Integralização Universitária*, 12(18), 89-101.
 2135 <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1094952>.
- 2136 MOOLENBEEK, C.; RUITENBERG, E. J. (1981). The 'Swiss roll': a simple technique for
 2137 histological studies of the rodent intestine. *Laboratory Animals*, 15(1), 57-59.
 2138 10.1258/002367781780958577.
- 2139 MORE-BAYONA, J. A., TORREALBA, D., THOMSON, C., WAKARUK, J. &
 2140 BARREDA, D. R. (2020). Differential effects of drinking water quality on phagocyte
 2141 responses of broiler chickens against fungal and bacterial challenges. *Frontiers in*
 2142 *Immunology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00584>.
- 2143 MOREIRA, J., MENDES, A. A., GARCIA, E. A., OLIVEIRA, R. P., GARCIA, R. G. &
 2144 ALMEIDA, I. C. L. A. (2003). Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e
 2145 qualidade de carne do peito em frangos de linhagem de conformação versus
 2146 convencionais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(6), 1663-1673.

- 2147 NGUYEN, T. T. (2024). Effect of supplementations in drinking water on growth
 2148 performance, health status, and carcass quality of local Tre chickens. *Veterinary*
 2149 *Integrative Sciences*, 23(1), 1-10. <https://doi.org/10.12982/VIS.2025.006>.
- 2150 OBAIA, A. R. (2015). Prediction equation for water consumption of broiler chickens.
 2151 *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 6(8), 903-910.
 2152 10.21608/jssae.2015.42800.
- 2153 OLIVO, R., SOARES, A. L., IDA, E. I. & SHIMOKOMAKI, M. (2001). Dietary vitamin and
 2154 inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. *Journal of Food*
 2155 *Biochemistry*, 25(4), 271-283. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2001.tb00740.x>.
- 2156 OZTURK, E., OCAK, N., COSKUN, I., TURHAN, S. & ERENER, G. (2009). Effects of
 2157 humic substances supplementation provided through drinking water on performance,
 2158 carcass traits and meat quality of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal*
 2159 *Nutrition*, 94(1), 78-85. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00886.x>.
- 2160 RODJAN, P., SOISUWAN, K., THONGPRAJUKAEW, K., THEAPPARAT, Y.,
 2161 KHONGTHONG, S. & JEENKEAWPIEAM, J. (2017). Effect of organic acids or
 2162 probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility,
 2163 enzyme activities, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens.
 2164 *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(2), 931-940.
 2165 <https://doi.org/10.1111/jpn.12858>.
- 2166 RODRIGUES, V. M., VENDRUSCULO, G., CORTESE, L., FERREIRA, O. Z.,
 2167 RODRIGUES, R. & RUSCHEL, L. (2009). Composição físico-química da carne de
 2168 frango de diferentes idades. In: VI Simpósio de Alimentos para a Região Sul. (pp.
 2169 439-450) Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo. Disponível em
 2170 https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2009/todos/73.pdf.

- 2171 ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., HANNAS, M. I., DONZELE, J. L., SAKOMURA,
 2172 N. K., PERAZZO, F. G., SARAIVA, A., TEIXEIRA, M. L., RODRIGUES, P. B.,
 2173 OLIVEIRA, R. F., BARRETO, S. L. T. & BRITO, C. O. (2017). Tabelas brasileiras
 2174 para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. (Ed. 4).
 2175 Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia. Disponível em:
 2176 [https://www.researchgate.net/publication/285909167_Tabelas_Brasileiras_Para_Ave
 2177 s_e_Suinos_Composicao_de_Alimentos_e_Exigencias_Nutricionais].
- 2178 SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. (2007). Métodos de Pesquisa em Nutrição de
 2179 Monogástricos. Jaboticabal: FUNEP.
- 2180 ŠAMUDOVSKÁ, A. H., DEMETEROVÁ, M., SKALICHÁ, M., BUJŇÁK, L. & NAĎ, P.
 2181 (2018). Effect of water acidification on some morphological, digestive and production
 2182 traits in broiler chickens. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 21(3), 269-278.
 2183 10.15547/bjvm.1065.
- 2184 SHEIKH, I. U. (2019). Water as a critical nutrient in maintenance of poultry health and its
 2185 role in production performance. *International Journal of Veterinary Sciences and*
 2186 *Animal Husbandry*, 4(4), 12-15.
 2187 https://www.veterinarypaper.com/pdf/2019/vol4issue4/PartA/4-3-1-362.pdf.
- 2188 SILVA, V. C., BARROS, L. S. S., LIMA, D. V., BARRETO, C. O. A. & SANTOS, C. C. S.
 2189 (2015). Qualidade da água de bebedouros pendulares na avicultura moderna. *Arquivos*
 2190 *de Pesquisa Animal*, 1(1), 5-11.
- 2191 SONG, B., TANG, D., YAN, S., FAN, H., LI, G., SHAHID, M. S., MAHMOOD, T. &
 2192 GUO, Y. (2021). Effects of age on immune function in broiler chickens. *Journal of*
 2193 *Animal Science and Biotechnology*, 12(42). https://doi.org/10.1186/s40104-021-
 2194 00559-1.

- 2195 SPARKS, N. H. C. (2009). The role of the water supply system in the infection and control
 2196 of *Campylobacter* in chicken. *World's Poultry Science Journal*, 65(3), 459–474.
 2197 <https://doi.org/10.1017/S0043933909000324>.
- 2198 THUY, N. T., PHUNG, N. T. M., TY, L. T., BICH, N. T. H. B. & AN, T. V. (2018). Effect
 2199 of organic acid products on growth performance and intestine health of Tam Hoang
 2200 chicken. *Can Tho University Journal of Science*, 54(8), 17-23. DOI:
 2201 10.22144/ctu.jen.2018.034.
- 2202 VIOLA, E. S. & VIEIRA, S. L. (2007). Supplementation of organic and inorganic acidifiers
 2203 in diets for broiler chickens: performance and intestinal morphology. *Revista*
 2204 *Brasileira de Zootecnia*, 36(4). <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000500016>.
- 2205 WILSON, R. E., STOIANOV, I & O'HARE, D. (2019). Continuous chlorine detection in
 2206 drinking water and a review of new detection methods. *Johnson Matthey Technology*
 2207 *Review*, 63(2), 103-118. <https://doi.org/10.1595/205651318X15367593796080>.
- 2208 XIA, M. S., HU, C. H. & XU, Z. R. (2004). Effects of copper-bearing montmorillonite on
 2209 growth performance, digestive enzyme activities, and intestinal microflora and
 2210 morphology of male broilers. *Poultry Science*, 83(11), 1868-1875.
 2211 <https://doi.org/10.1093/ps/83.11.1868>.
- 2212 YANG, X., XIN, H., YANG, C., YANG, X. (2018). Impact of essential oils and organic
 2213 acids on the growth performance, digestive functions and immunity of broiler
 2214 chickens. *Animal Nutrition*, 4, 388-393. 10.1016/j.aninu.2018.04.005.
- 2215 YANG, Z., KONG, F. & ZHANG, M. (2016). Groundwater contamination by microcystin
 2216 from toxic cyanobacteria blooms in Lake Chaohu, China. *Environmental Monitoring*
 2217 *and Assessment*, 188(50) 280. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5289-0>.

2218 7 PERSPECTIVAS FUTURAS

2219 O estudo sobre o tratamento de água de bebida utilizando cloro,
2220 dióxido de cloro e ácidos orgânicos e seus efeitos sobre a produção e qualidade de
2221 frangos de corte oferece diversas possibilidades para futuras investigações.
2222 Primeiramente, há falta de pesquisas em relação às interações e utilização de cloro
2223 combinado com diferentes ácidos orgânicos sobre o tratamento de água e como estes
2224 compostos influenciam na saúde intestinal, produção e qualidade da carne de frangos
2225 de corte.

2226 Outra perspectiva relevante seria avaliar o efeito desses sanitizantes
2227 em condições de estresse térmico, um fator comum em sistemas intensivos de
2228 produção em clima tropical. A investigação de como a qualidade da água influencia
2229 no equilíbrio hídrico, no comportamento e desempenho das aves sob altas
2230 temperaturas pode auxiliar na otimização do manejo em países de clima tropical.

2231 Além disso, estudos sobre o impacto do tratamento de água na
2232 integridade intestinal e no sistema imune das aves quando expostos a desafios
2233 sanitários poderiam complementar e dar ênfase aos resultados obtidos, permitindo
2234 maior investigação sobre a carga microbológica do trato gastrointestinal, fezes ou
2235 cama. Partindo desse mesmo pressuposto, a utilização de bebedouros tipo *nipple*
2236 garante uma melhor desinfecção e proteção da água de bebida para o consumo de
2237 água de melhor qualidade.

2238 Por fim, uma abordagem multidisciplinar, envolvendo análises
2239 econômicas e custo-benefício da utilização de sanitizantes como os ácidos orgânicos
2240 principalmente em momentos estratégicos na produção.

2241 Essas perspectivas oferecem muitas oportunidades para aprofundar
2242 os conhecimentos sobre o papel e a importância do tratamento de água, que muitas
2243 vezes é negligenciado, consolidando práticas que beneficiam tanto na saúde e
2244 desempenho das aves quanto na eficiência produtiva e qualidade do produto final.