

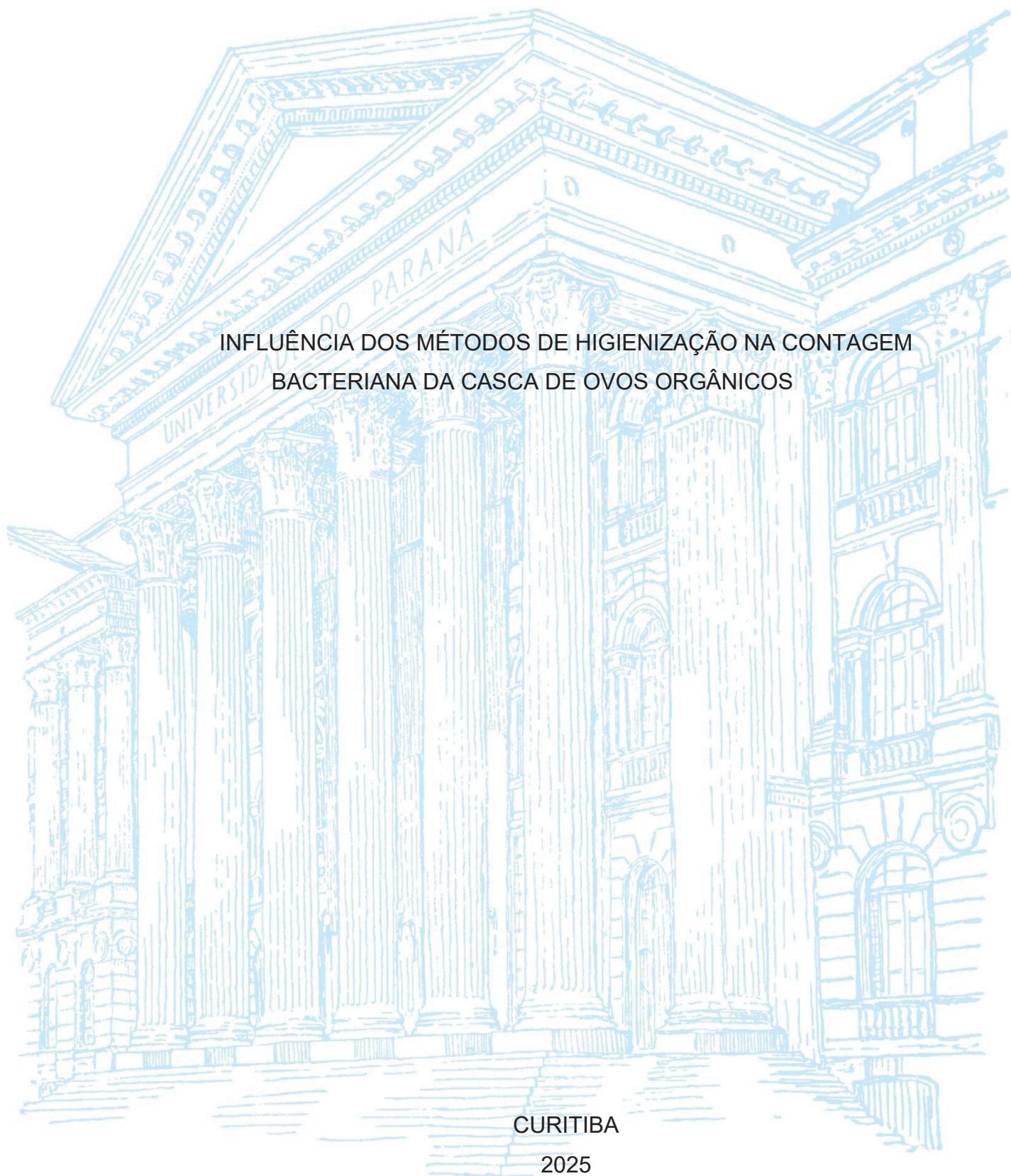
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIOVANA SCUISSATTO DE SOUZA

INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE HIGIENIZAÇÃO NA CONTAGEM  
BACTERIANA DA CASCA DE OVOS ORGÂNICOS

CURITIBA

2025



GIOVANA SCUISSIATTO DE SOUZA

INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE HIGIENIZAÇÃO NA CONTAGEM  
BACTERIANA DA CASCA DE OVOS ORGÂNICOS

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Julia Arantes Galvão

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Souza, Giovana Scuissiatto de  
Influência dos métodos de higienização na contagem bacteriana da casca de ovos orgânicos / Giovana Scuissiatto de Souza. – Curitiba, 2025.

1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Orientadora: Profa. Dra. Julia Arantes Galvão

1. Higiene de Alimento. 2. Produção Orgânica. 3. Casca de Ovo. 4. Mesofilo. I. Galvão, Julia Arantes. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **GIOVANA SCUISSIATTO DE SOUZA**, intitulada: **Influência dos métodos de higienização na contagem bacteriana da casca de ovos orgânicos**, sob orientação da Profa. Dra. JULIA ARANTES GALVÃO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 24 de Novembro de 2025.

Assinatura Eletrônica

25/11/2025 11:58:32.0

JULIA ARANTES GALVÃO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

25/11/2025 21:41:39.0

KATE APARECIDA BUZI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE)

Assinatura Eletrônica

27/11/2025 08:03:55.0

IVAN ROQUE DE BARROS FILHO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por estar sempre presente em minha vida.

À minha família, especialmente à minha mãe, Reni, pelo incentivo e apoio constantes, além do amor e dedicação ao longo desses anos.

À professora Julia, por ser uma orientadora incrível e uma grande inspiração para mim. Agradeço por todos os ensinamentos, direcionamentos, conselhos e apoio durante esse período. Foi muito gratificante desenvolver esta dissertação sob sua orientação.

Aos meus colegas do LACQSA, Elisana, Bárbara, Julia, Bruno, Luana, Kauã, Lorena, Milena, Vitor, Maria e Andreia, pela colaboração nas coletas e nas demais atividades relacionadas a este trabalho, além das risadas, cafés e do companheirismo.

À Elisana, pela presença e contribuição em diversas etapas deste estudo, especialmente na análise estatística, além dos conselhos e apoio sempre disponíveis. Sua participação foi muito importante para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Ivan de Barros Roque de Barros Filho e Kate Aparecida Buzi, pela disponibilidade e atenção dedicada à avaliação deste trabalho, além das importantes sugestões apresentadas.

Às minhas colegas da residência, Gabriela, Flávia, Daiane, Ana e Luciana, que me incentivaram a ingressar no mestrado e me deram todo o apoio. Em especial, à Daiane, que esteve comigo ao longo desse processo, tornando-o mais leve e divertido, além da parceria e de todos os conselhos.

À Dra. Ana Paula Sato, pela atenção dedicada à leitura deste estudo e pelas importantes sugestões e contribuições, que enriqueceram de forma significativa esta pesquisa.

Ao Dr. Guilherme Souza Cavalcanti de Albuquerque, pela oportunidade e pela generosidade no fornecimento dos ovos utilizados neste estudo, tornando possível sua execução.

Aos meus filhos de quatro patas, que me deram carinho e amor incondicional ao longo de suas breves vidas. Em especial, Maiquinho e Baixinho, que hoje são estrelinhas e seguem presentes em meu coração.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que esta pesquisa acontecesse.

## RESUMO

O ovo é um dos alimentos mais consumidos no mundo, devido ao seu elevado valor nutricional e custo acessível. No entanto, sua superfície pode abrigar microrganismos patogênicos, representando risco à segurança do alimento. Assim, a higienização de ovos tem como objetivo reduzir a carga microbiana da casca, garantindo a inocuidade do produto e a proteção da saúde do consumidor, especialmente em sistemas de produção de pequena escala, onde os ovos são mais suscetíveis à contaminação. O objetivo deste estudo foi comparar diferentes métodos de higienização aplicados à casca de ovos orgânicos, produzidos em sistema de pequena escala, com o intuito de identificar uma alternativa eficaz em termos de segurança do alimento e viabilidade para o produtor rural. Para isso, foram coletados aleatoriamente 180 ovos de uma granja de ovos orgânicos de pequena escala e, a partir dessa amostragem, foram aplicados os seguintes métodos de higienização: lavagem com água potável (prática comum nas propriedades), pulverização com hipoclorito de sódio (200 ppm), pulverização com própolis marrom a 30% e limpeza a seco. Foram quantificados os microrganismos mesófilos aeróbios presentes na casca do ovo pelo método plaqueamento em profundidade. Os resultados obtidos neste estudo indicam que todos os métodos de higienização foram capazes de reduzir, em alguma medida, a carga microbiana presente nas cascas dos ovos orgânicos. No entanto, o extrato de própolis marrom a 30%, em todos os grupos, foi o mais eficiente nesse processo, sendo o único a promover uma redução estatisticamente significativa no número de microrganismos mesófilos em relação ao controle. A limpeza a seco, por sua vez, não apresentou diferença significativa em relação ao controle, além de demandar maior tempo de execução, o que pode comprometer sua aplicabilidade prática em sistemas de produção de maior escala. O hipoclorito de sódio, além de ser um agente químico que pode causar riscos à saúde humana devido a possíveis resíduos, apresentou eficiência limitada na presença de matéria orgânica. A lavagem com água potável, apesar de reduzir a quantificação de mesófilos, também não apresentou resultados significativos. Conclui-se que o extrato de própolis foi o método mais eficiente entre os avaliados na redução da carga microbiológica das cascas de ovos, além de ser uma alternativa natural, segura e tecnicamente viável para a higienização de ovos em sistemas de produção orgânica.

Palavras-chave: mesófilos; segurança alimentar; ovos caipiras; galinhas de vida livre.

## ABSTRACT

Eggs are among the most consumed foods in the world due to their high nutritional value, versatility, and affordable cost. However, their surface can harbor pathogenic microorganisms, posing a risk to food safety. Therefore, egg sanitization aims to reduce the microbial load on the shell, ensuring product safety and protecting consumer health, especially in small-scale production systems, where eggs are more susceptible to contamination. This study aimed to compare different sanitization methods applied to the shells of organic eggs produced on a small scale, toward identify the most effective technique in terms of food safety, efficiency, and feasibility for small producers. To this end, 180 eggs were randomly collected from a small-scale organic egg farm, and the following sanitization methods were applied: washing with potable water (a common practice on farms), spraying with 200 ppm sodium hypochlorite, spraying with 30% brown propolis extract, and dry cleaning. The aerobic mesophilic microorganisms present on the eggshells were quantified using the pour plate method. The results obtained in this study indicate that all sanitization methods were able to reduce, to some extent, the microbial load present on the shells of organics eggs. However, the 30% brown propolis extract was the most effective method across all groups, being the only one to promote a statistically significant reduction in the number of mesophilic microorganisms compared to the control. Dry cleaning, on the other hand, did not show a significant difference from the control and required more execution time, which may hinder its practical application in larger-scale production systems. Sodium hypochlorite, besides being a chemical agent that can pose health risks due to possible residues, showed limited effectiveness in the presence of organic matter. Washing with potable water, although it reduced mesophilic counts, did not yield statistically significant results either. It is concluded that propolis extract was the most effective method in reducing the microbiological load on eggshells, in addition to being a natural, safe, and technically viable alternative for egg sanitization in organic “caipira” production systems.

Keywords: mesophiles; food safety; “caipira” eggs; free-range hens.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – GRANJA ORGÂNICA EM PROPRIEDADE DE AGRICULTURA FAMILIAR, PIRAQUARA-PR. ESTRUTURA DE MADEIRA COM TELAS METÁLICAS PARA VENTILAÇÃO E SEGURANÇA, PRESENÇA DE COMEDOUROS E BEBEDOUROS INTERNOS. ÁREA DE ACESSO EXTERNO PARA AS AVES. ....	24
FIGURA 2 – PULVERIZAÇÃO DE EXTRATO DE PRÓPOLIS NOS OVOS. ....	26
FIGURA 3 – PLACAS DE PETRI CONTENDO ÁGAR PCA, EVIDENCIANDO O CRESCIMENTO BACTERIANO APÓS INOCULAÇÃO DE DILUIÇÕES SERIADAS DAS AMOSTRAS. ....	27

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS NOS OVOS LIMPOS SEM LAVAR .....	29
GRÁFICO 2 - COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS NOS OVOS LAVADOS .....	30
GRÁFICO 3 - COMPARAÇÃO DOS OVOS LIMPOS (SEM LAVAR) COM OVOS LAVADOS .....	32
GRÁFICO 4 - COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS NOS OVOS SUJOS .....	33

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS APLICADOS NOS DIFERENTES GRUPOS EXPERIMENTAIS DE OVOS, CONSIDERANDO AS CONDIÇÕES DE LIMPEZA E OS PRODUTOS UTILIZADOS.....	25
---	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CONTAGEM MÉDIA DE MICRORGANISMOS MESÓFILOS TOTAIS NAS CASCAS DE OVOS ORGÂNICOS SUBMETIDOS A DIFERENTES MÉTODOS DE TRATAMENTOS.....	28
---	----

## Lista de abreviaturas e siglas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

mL – Mililitros

LACQSA – Laboratório de Controle de Qualidade e Segurança de Alimentos

°C – Graus Celsius

PCA – *Plate Count Agar* (Ágar Padrão para contagem)

PPM – Partes por milhão

SVO – Serviço Veterinário Oficial

UFC – Unidades Formadoras de Colônia

UFPR – Universidade Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 OBJETIVOS .....	17
1.1.1 Objetivo geral .....	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
1.2 HIPÓTESES.....	17
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
2.1 COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS OVOS.....	18
2.2 SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUÇÃO DE OVOS .....	19
2.3 HIGIENIZAÇÃO DE OVOS .....	20
2.3.1 Riscos microbiológicos e importância da higienização de ovos .....	20
2.3.2 Legislação aplicada à higienização de ovos.....	21
2.3.3 Métodos de Higienização .....	21
2.3.3.1 Sanitizantes químicos.....	21
2.3.3.2 Limpeza a seco.....	22
2.3.3.3 Extrato de própolis.....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
3.1 LOCAL DE COLETA .....	23
3.2 AMOSTRAS .....	24
3.3 TRATAMENTOS DOS OVOS .....	25
3.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	27
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>28</b>
4.1 MÉTODOS DE TRATAMENTOS .....	28
4.2 ANÁLISE DOS GRUPOS .....	28
4.2.1 Grupo 1 – Ovos limpos (sem lavar).....	28
4.2.2 Grupo 2 – Ovos lavados.....	30
4.2.3 Grupo 3 – Ovos sujos (limpeza a seco).....	32
4.3 EXTRATO DE PRÓPOLIS .....	34
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>
<b>6 APÊNDICES</b> .....	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de ovos, registrando um total de 57,6 bilhões de unidades produzidas em 2024. O segmento destina 99,14% de sua oferta ao mercado interno, correspondendo a um consumo per capita de 269 ovos por habitante (ABPA, 2024). Esse cenário evidencia a importância do ovo na alimentação da população brasileira, em razão de seu alto valor nutricional e custo acessível (Almeida *et al.*, 2023).

A maior parte da produção nacional é proveniente de sistemas de criação em gaiolas, denominados sistemas convencionais, os quais permitem maior controle sanitário e eficiência produtiva em larga escala (Galvão *et al.*, 2023). No entanto, a crescente exigência dos consumidores pelo bem-estar animal tem ampliado a demanda por sistemas alternativos de produção, que possibilitam às aves maior liberdade de movimento e expressão de seu comportamento natural (Mcwhorter; Chousalkar, 2019; Petrovič *et al.*, 2024). Entre esses sistemas, destaca-se o orgânico, no qual as aves têm acesso a áreas externas e o manejo é baseado nos princípios do bem-estar animal e da agroecologia, buscando garantir alimentos livres de resíduos químicos e seguros ao consumidor (Lima *et al.*, 2019; Vieira 2021)

Contudo, essa mudança na preferência dos consumidores introduz novos desafios sanitários, uma vez que o próprio alojamento ao ar livre pode resultar em risco microbiológico (Galvão *et al.*, 2018). Para mitigar esses riscos, é fundamental que sejam implementadas práticas adequadas de manejo dos ovos, com o intuito de evitar a contaminação desses alimentos por microrganismos em níveis prejudiciais (Gole *et al.*, 2017; Gast *et al.*, 2024; Petrovič *et al.*, 2024). Entre essas práticas, destacam-se os métodos de higienização de ovos, cuja execução adequada reduz significativamente a probabilidade de contaminação e, conseqüentemente, eleva a segurança do alimento (Neto *et al.*, 2019; Soares *et al.*, 2022).

No entanto, no Brasil, as diretrizes legais referentes à higienização de ovos são estabelecidas apenas para sistemas convencionais de produção, deixando os pequenos produtores rurais desprovidos de orientações específicas (Brasil, 2022). Isso evidencia a necessidade de identificar um método que seja seguro para a saúde do consumidor e ao mesmo tempo se adapte às limitações de recursos e de mecanização enfrentadas nesse nicho.

Até o momento, não foram encontrados estudos acerca da condição microbiológica de ovos higienizados em sistemas produtivos de ovos orgânicos oriundos de pequena escala de produção (até 200 ovos/dia).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Identificar uma técnica de higienização eficiente e viável para ovos produzidos em pequena escala, considerando a segurança microbiológica e a aplicabilidade prática para o pequeno produtor rural.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar quatro diferentes procedimentos de higienização nas cascas dos ovos.
- Avaliar qual o efeito na carga microbiana das cascas dos ovos mediante os procedimentos realizados.
- Dentre os métodos testados, estabelecer aquele que seja o mais eficiente.

## 1.2 HIPÓTESES

- O uso de própolis como desinfetante da casca promove atividade antimicrobiana satisfatória nos ovos.
- A higienização com hipoclorito de sódio apresenta menor eficiência microbiológica em comparação a outros métodos.
- A lavagem com água potável pode ser pouco eficiente na descontaminação dos ovos.
- A limpeza a seco promove apenas a remoção superficial de sujidades, com baixa eficiência na redução da carga microbiana da casca de ovos sujos.
- O uso de desinfetante é eficiente em ovos limpos e ineficiente à presença de matéria orgânica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS OVOS

Os ovos são uma fonte acessível e altamente nutritiva de proteína animal, amplamente consumida devido ao seu valor biológico e múltiplas aplicações na alimentação. Eles contêm 73,7% de água, 12,9% de proteínas, 11% de gordura, e 0,9% de carboidratos, com a gordura concentrada principalmente nas gemas (Isnawaida *et al.*, 2021). Ricos em aminoácidos essenciais, vitaminas (A, B-12, K, D, folato e colina), minerais (ferro, selênio, fósforo e potássio), e ácidos graxos, os ovos são essenciais para o crescimento e manutenção dos tecidos corporais (de Carvalho *et al.*, 2022). Seu baixo custo torna-os uma importante fonte de nutrição, especialmente para famílias de baixa renda, oferecendo uma alternativa econômica às carnes vermelhas e brancas (Almeida *et al.*, 2023). Além disso, suas propriedades são vantajosas para a indústria alimentícia, servindo como matéria-prima para diversos alimentos (Soares *et al.*, 2022).

Além de suas propriedades nutricionais, os ovos apresentam barreiras físicas e químicas contra microrganismos, como a casca, a cutícula e a clara (albúmen). A casca do ovo, composta principalmente por carbonato de cálcio, é a primeira linha de defesa contra forças externas e invasões de microrganismos, como a *Salmonella* spp. (Mahato *et al.*, 2024). Essa estrutura apresenta uma membrana externa e interna, ambas localizadas na parte inferior do ovo, e é permeada por poros que possibilitam as trocas gasosas (Lee *et al.*, 2023). Revestindo a casca, a cutícula é uma membrana fina e proteica que protege a entrada de microrganismos por meio dos poros (Bain *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2023). Ela é depositada sobre a superfície da casca antes da ovoposição, e seca rapidamente quando o ovo está em contato com o ambiente externo, estabelecendo uma barreira que sela os poros (Bain *et al.*, 2013). Outro mecanismo de defesa contra a ação dos microrganismos é a clara, que contém em sua composição a lisozima, uma proteína com propriedades antimicrobianas. Além disso, a densidade da clara dificulta a movimentação das bactérias e sua natureza alcalina não é favorável para o crescimento microbiano (Petrovič *et al.*, 2024).

## 2.2 SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUÇÃO DE OVOS

Nos últimos anos, os sistemas alternativos de produção de ovos têm se expandindo e se consolidando no mercado mundial avícola (Costantini *et al.*, 2020; da Silva *et al.*, 2021). Essa mudança ocorre devido a maior conscientização dos consumidores quanto às práticas de bem-estar animal e os impactos ambientais na produção de alimentos (Rahmani *et al.*, 2019).

No cenário brasileiro, duas modalidades se destacam por responder às expectativas atuais dos consumidores: o sistema orgânico e o sistema caipira de produção (da Silva *et al.*, 2021). Esses modelos priorizam condições mais próximas ao comportamento natural das aves, com acesso a áreas externas e práticas de manejo que visam maior bem-estar animal, além de oferecerem oportunidades para os pequenos produtores rurais (Rahmani *et al.*, 2019).

No sistema caipira, as aves são criadas em ambiente semiextensivo, com acesso a áreas de pastejo, devendo-se garantir no mínimo 0,5 m<sup>2</sup> de área externa por ave. É proibido o uso de corantes sintéticos na ração e o emprego profilático de aditivos zootécnicos, como anticoccidianos e melhoradores de desempenho. O tratamento medicamentoso é permitido apenas sob prescrição veterinária, respeitando os períodos de carência. Para fins de comercialização, as granjas devem estar registradas e certificadas junto ao Serviço Veterinário Oficial (SVO), conforme os requisitos da ABNT NBR 16.437/2016.

Semelhante ao sistema caipira, o sistema orgânico de produção de ovos também garante acesso das aves à área externa, porém segue critérios mais rigorosos de manejo e certificação (Escosteguy; Jantzen, 2022). O modelo baseia-se nos princípios do bem-estar animal e da agroecologia, buscando assegurar alimentos livres de resíduos químicos. Conforme a Portaria MAPA nº 52/2021, as aves devem ter acesso ao ambiente externo por, no mínimo, seis horas durante o período diurno. A densidade máxima permitida na área externa é de 3 m<sup>2</sup>/ave em sistema extensivo ou 0,8 m<sup>2</sup>/ave em piquete rotacionado. A alimentação deve ser proveniente da própria unidade de produção orgânica ou de outra certificada, sendo proibido o uso de organismos geneticamente modificados, agrotóxicos e fertilizantes sintéticos. Na prevenção e no tratamento de doenças, é permitida apenas a utilização de substâncias devidamente autorizadas, dando-se preferência às alternativas naturais, como fitoterápicos e homeopático. Em situações excepcionais, como sofrimento ou

risco de morte, admite-se o uso de medicamentos sintéticos, desde que os animais sejam afastados da produção e seus produtos não sejam comercializados como orgânicos.

Apesar dos benefícios associados a produção caipira e orgânica, esses sistemas apresentam maior vulnerabilidade em razão do contato direto com o ambiente externo, expondo as aves a variações climáticas, ataques de predadores, contato com aves silvestres e agentes infecciosos, o que pode comprometer a qualidade microbiológica dos ovos (Gole *et al.*, 2017; Adeboye *et al.*, 2020; Chan *et al.*, 2021). Diante disso, é necessário intensificar as práticas de biossegurança, higienização e controle de qualidade, assegurando a inocuidade do produto.

## 2.3 HIGIENIZAÇÃO DE OVOS

### 2.3.1 Riscos microbiológicos e importância da higienização de ovos

A higienização de ovos tem como principal objetivo reduzir a contaminação microbiana da casca (Soares *et al.*, 2022). Essa superfície, caracterizada por sua porosidade e pelo contato constante com matéria orgânica, constitui um ambiente propício à aderência e à penetração de microrganismos, incluindo patógenos de relevância como *Salmonella* spp., frequentemente associados a surtos alimentares (Soares *et al.*, 2022; Sornplang *et al.*, 2022). Em sistemas alternativos em que as aves têm acesso à área externa, essa prática torna-se ainda mais importante, uma vez que esses sistemas apresentam maior vulnerabilidade à exposição de microrganismos contaminantes (Nistor *et al.*, 2015; Adeboye *et al.*, 2020; Chan *et al.*, 2021).

Na pesquisa conduzida por Galvão *et al.* (2018), foi avaliada a vulnerabilidade microbiológica de ovos e o ambiente de criação em sistema convencional e caipira. Utilizando contagem de enterobactérias e detecção de *Salmonella* spp., os autores observaram que as contagens foram significativamente maiores nos ovos e no ambiente da granja caipira, onde também foi detectada *Salmonella* spp., ao contrário do sistema convencional. Dessa forma, os resultados indicaram que as granjas convencionais apresentaram melhores condições higiênico-sanitárias, reforçando a necessidade de protocolos eficientes de higienização.

### 2.3.2 Legislação aplicada à higienização de ovos

De acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2024), as granjas convencionais devem realizar a lavagem mecanizada de ovos sujos não trincados, de forma a impedir a penetração microbiana no interior do ovo. A água utilizada deve ser potável e mantida entre 35 a 45°C ou 10 °C acima da temperatura do ovo. Além disso, o uso de sanitizantes é permitido, desde que sejam inócuos à saúde do consumidor e tenham sido aprovados pelo órgão competente.

No entanto, essa regulamentação aplica-se exclusivamente às granjas convencionais, não havendo diretrizes específicas para sistemas alternativos de criação, como as produções caipiras ou orgânicas.

### 2.3.3 Métodos de Higienização

#### 2.3.3.1 Sanitizantes químicos

Os sanitizantes químicos estão entre os agentes mais utilizados na higienização de ovos, devido à sua ação antimicrobiana, facilidade de aplicação e baixo custo operacional (Bing *et al.*, 2019). Entre esses compostos, o hipoclorito de sódio é o sanitizante mais utilizado pelas indústrias de ovos (Yu *et al.*, 2025). Seu efeito antimicrobiano de amplo espectro decorre da liberação de cloro ativo, que age na oxidação de componentes celulares, causando inativação enzimática, alterações metabólicas, degradação de fosfolipídios e consequente lise celular (Aucinaite *et al.*, 2025).

Apesar de sua eficiência contra microrganismos, sanitizantes à base de cloro podem reagir com matéria orgânica, reduzindo sua atividade antimicrobiana e produzindo subprodutos e resíduos carcinogênicos, como os trihalometanos (Lin *et al.*, 2019; Chaves *et al.*, 2024), além de causar impactos negativos ao meio ambiente. O uso do hipoclorito de sódio também pode comprometer a integridade da cutícula, membrana protetora que reveste o ovo, favorecendo a penetração de microrganismos patogênicos em seu conteúdo (Lin *et al.*, 2021).

Alternativamente, o ácido peracético e os compostos à base de amônia quaternária também são utilizados na higienização de ovos devido ao seu elevado potencial antimicrobiano (Al-Ajeeli *et al.*, 2016; Jones *et al.*, 2022). O ácido peracético

é um desinfetante de amplo aspecto que atua por oxidação de componentes celulares, resultando na desnaturação de proteínas e ruptura citoplasmática (Rossi *et al.*, 2024; Dhaliwal *et al.*, 2025). Além disso, esse agente se decompõe em água, oxigênio e ácido acético, o que o caracteriza como uma alternativa de baixo impacto ambiental (Silva *et al.*, 2024; Arvaniti *et al.*, 2025; Dhaliwal *et al.*, 2025). Em contraste com os compostos à base de cloro e de amônio quaternário, cuja eficiência é significativamente reduzida na presença de matéria orgânica, o ácido peracético mantém sua atividade antimicrobiana mesmo em contato com resíduos orgânicos (Al-Ajeeli *et al.*, 2016; Jones *et al.*, 2021), sendo considerado uma alternativa para a higienização de ovos sujos.

Os compostos de amônio quaternário constituem uma classe de desinfetantes com mecanismo de ação distinto dos agentes oxidativos (Gerba, 2015). Esses compostos são surfactantes catiônicos que atuam principalmente por atração eletrostática à membrana celular microbiana, que apresenta carga negativa, causando desorganização estrutural, perda de conteúdos citoplasmáticos, degradação de proteínas e ácidos nucleicos e morte celular (Chaves *et al.*, 2024; Gerba, 2015).

#### 2.3.3.2 Limpeza a seco

A limpeza a seco é uma metodologia que tem como objetivo remover a matéria orgânica da casca do ovo sem o uso de água ou quaisquer sanitizantes. A Embrapa (2021) recomenda essa técnica para pequenos produtores rurais, considerando ser um procedimento simples e seguro. O método consiste na remoção inicial das impurezas com papel toalha descartável de uso único, seguida da raspagem de resíduos mais aderidos com colher de aço inoxidável e, quando necessário, da fricção de uma borracha sobre a casca para eliminar sujidades remanescentes. Durante o processo, a colher deve ser mantida limpa e substituída periodicamente para evitar a transferência de contaminantes entre os ovos. Como esta metodologia é relativamente nova, ainda não existem estudos comprovando sua eficiência.

#### 2.3.3.3 Extrato de própolis

Devido a busca por alternativas naturais que promovam a higienização e prolonguem a vida útil dos ovos, produtos antimicrobianos como óleos essenciais e

própolis têm sido objeto de pesquisas (Alkan *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022). O extrato própolis, em particular, é um bioproduto ceroso e resinoso produzido por abelhas a partir de compostos vegetais (Oliveira *et al.*, 2022). Esse produto natural da apicultura tem atraído o interesse da indústria alimentícia devido às suas propriedades antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes, podendo ser considerado uma alternativa natural e segura para o controle de microrganismos presentes nas cascas dos ovos (Alkan *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022; Al-sakhawy *et al.*, 2024).

Dessa forma, a atividade antimicrobiana da própolis está relacionada, principalmente, à presença de compostos fenólicos, capazes de atuar sobre as estruturas celulares das bactérias por diferentes mecanismos, incluindo danos à membrana plasmática, a inibição da produção de ATP e a interferência na síntese proteica (Lazo *et al.*, 2025; Ramata-Stunda *et al.*, 2022). A atuação conjunta desses efeitos compromete o metabolismo celular, resultando na inibição do crescimento bacteriano e evidenciando a ação antimicrobiana da própolis (Lazo *et al.*, 2025).

Diante da carência de estudos voltados à aplicação prática desses métodos alternativos em sistemas orgânicos de pequena escala, torna-se essencial avaliar a eficácia microbiológica de diferentes técnicas de higienização adaptadas à realidade dos pequenos produtores.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 LOCAL DE COLETA**

Os ovos foram coletados em uma granja orgânica certificada (Figura 1) situada no município de Piraquara – PR, nas coordenadas geográficas 25°29'18.9" de latitude sul e 49°02'56.7" de longitude oeste, e analisados no Laboratório de Controle de Qualidade e Segurança de Alimentos (LACQSA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A granja é composta por um plantel de 120 galinhas poedeiras da raça *NOVOgen Brown* e *NOVOgen tinted*, com produção diária aproximada de 120 unidades/dia.

As aves eram alojadas em 2 galpões, sendo um com 59 poedeiras e outro com 61. Os galpões eram providos de bebedouro tipo *nipple* e comedouros do tipo prato. Devido à emergência sanitária da gripe aviária, as aves estavam confinadas e não era realizado pastejo livre, em atendimento às medidas de biossegurança

estabelecidas pela Portaria nº 587 de 22 de maio de 2023, do Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2023). Mesmo assim, cada ave confinada dispunha de 1 m<sup>2</sup> de espaço.

Os ovos eram depositados em ninhos com malha inclinada e coletados manualmente em uma área externa ao galpão, sendo esse procedimento realizado duas vezes ao dia, conforme recomendado pela ABNT (2016). Para garantir a qualidade, todos os ovos da granja eram submetidos a ovoscopia, sendo descartados aqueles que apresentem rachaduras, fissuras e trincas. Após esse procedimento, os ovos eram lavados com água tratada da rede pública de abastecimento, fornecida pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), por meio de torneira convencional, à temperatura ambiente (aproximadamente 22–25 °C). Em seguida, os ovos eram secos naturalmente antes de serem embalados.

FIGURA 1 – GRANJA ORGÂNICA EM PROPRIEDADE DE AGRICULTURA FAMILIAR, PIRAQUARA-PR. ESTRUTURA DE MADEIRA COM TELAS METÁLICAS PARA VENTILAÇÃO E SEGURANÇA, PRESENÇA DE COMEDOUROS E BEBEDOUROS INTERNOS. ÁREA DE ACESSO EXTERNO PARA AS AVES.



FONTE: Os autores (2025).

### 3.2 AMOSTRAS

O universo amostral desse estudo consistiu em 180 ovos coletados aleatoriamente na granja, utilizando sempre luvas para manuseio. Ovos que estavam consideravelmente sujos e/ou trincados foram descartados imediatamente, conforme

as recomendações do Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2024). As coletas foram realizadas em semanas diferentes, sendo divididas em 3 etapas distintas. Em cada etapa, foram coletados 60 ovos, correspondente a 50% da produção diária, totalizando ao final do estudo 180 amostras. Os ovos foram transportados em temperatura ambiente, acondicionados em embalagens plásticas específicas para ovos. O tempo de deslocamento até o laboratório foi cerca de 30 minutos.

### 3.3 TRATAMENTOS DOS OVOS

Nesse estudo, foram implementados e comparados quatro métodos distintos de higienização de ovos (Quadro 1):

- Lavagem com água potável (prática da propriedade);
- Pulverização com hipoclorito de sódio (200ppm) (Reddyvari; Amalaradjou, 2025);
- Pulverização com extrato de própolis marrom (30%) (Soares *et al.*, (2022);
- Limpeza a seco (EMBRAPA, 2021);

QUADRO 1 – DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS APLICADOS NOS DIFERENTES GRUPOS EXPERIMENTAIS DE OVOS, CONSIDERANDO AS CONDIÇÕES DE LIMPEZA E OS PRODUTOS UTILIZADOS.

Grupo Experimental	Tratamentos Aplicados
Grupo 1 – Ovos limpos (sem lavagem)	18 ovos - Controle (limpos) 18 ovos - Própolis a 30% 18 ovos - Hipoclorito de sódio (200 ppm)
Grupo 2 – Ovos limpos (lavados)	18 ovos - Controle (lavados) 18 ovos - Lavados + Própolis a 30% 18 ovos - Lavados + Hipoclorito de sódio (200 ppm)
Grupo 3 – Ovos sujos (limpeza a seco)	18 ovos - Controle (ovos sujos, sem limpeza) 18 ovos - Limpeza a seco 18 ovos - Limpeza a seco + Própolis a 30% 18 ovos - Limpeza a seco + Hipoclorito de sódio (200 ppm)

FONTE: Os autores (2025).

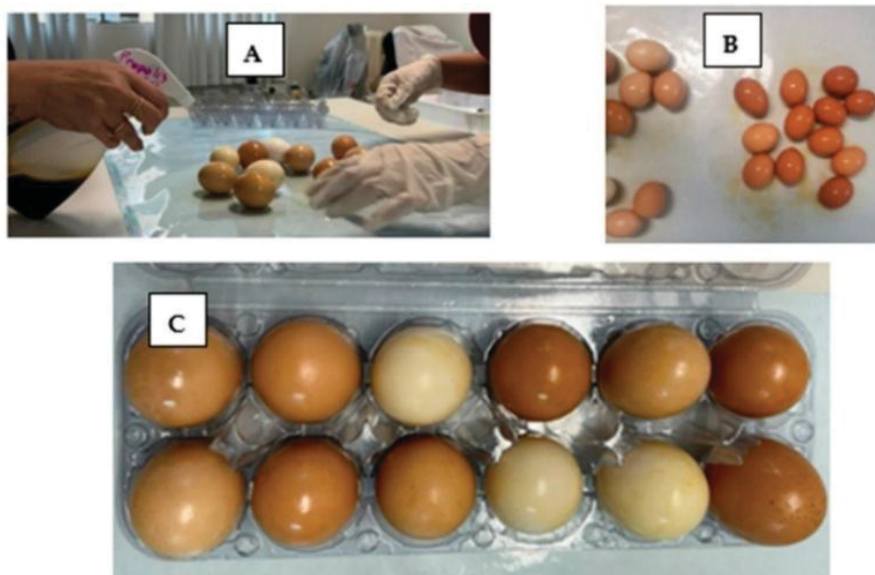
Grupo 1 incluiu ovos visualmente limpos e livres de quaisquer sujidades ou excrementos. O Grupo 2 também consistiu em ovos com essas características, mas que foram lavados com água potável antes de passar pelos processos de pulverização de própolis e hipoclorito de sódio. Por último o Grupo 3, foi composto por ovos levemente sujos, com poucos resquícios de excrementos aderidos à casca.

A lavagem com água potável e a limpeza a seco foram realizadas na própria propriedade. A água utilizada era tratada pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), proveniente de torneira convencional. A limpeza a seco foi conduzida conforme as recomendações da EMBRAPA (2021). Inicialmente, os ovos sujos foram limpos com papel toalha descartável de uso único. Em seguida, qualquer sujeira aderida à casca foi removida com o auxílio de uma colher de aço inoxidável. Caso ainda houvesse resíduos, estes foram eliminados friccionando uma borracha sobre a casca do ovo. A colher foi mantida limpa e substituída periodicamente para evitar contaminação cruzada entre os ovos.

Os tratamentos de pulverização à base de própolis (Figura 2) e hipoclorito de sódio foram realizados no Laboratório de Controle de Qualidade e Segurança de Alimentos (LACQSA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O extrato de própolis marrom (30% de matéria seca em meio etílico, escolhido por conveniência) foi fornecido por apicultores da região de Prudentópolis – Paraná, vinculados à Associação Prudentopolitana de Apicultores e Meliponicultores (APAM). O hipoclorito de sódio, da marca Bio-Kris®, foi diluído em água destilada para obtenção de uma solução com concentração final de 200 ppm de cloro livre.

A aplicação das soluções foi feita manualmente, com borrifadores posicionados a aproximadamente 30 cm de distância dos ovos, de modo a garantir a cobertura uniforme de toda a superfície da casca. Após a pulverização, os ovos permaneceram em repouso durante 10 minutos para secagem natural, antes da realização das análises microbiológicas.

FIGURA 2 – PULVERIZAÇÃO DE EXTRATO DE PRÓPOLIS NAS CASCAS DOS OVOS.



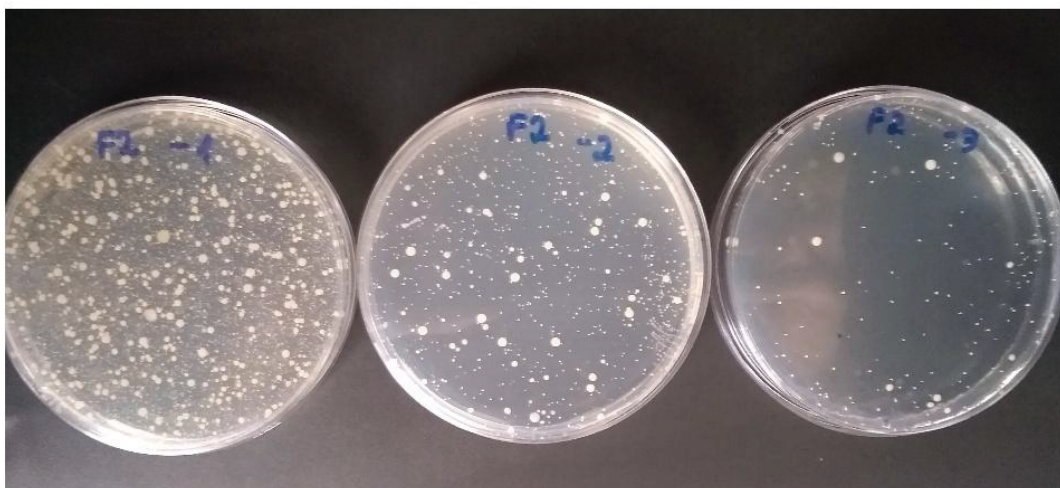
FONTE: Os autores (2025).

LEGENDA: (A) Própolis pulverizado sobre os ovos; (B) Tempo permitido para os ovos secarem (10 minutos) (C) Ovos já embalados após o tratamento com própolis. Observa-se o aspecto brilhante conferido aos ovos após esse tratamento.

### 3.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos de Origem Animal (LACQSA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Para quantificar os microrganismos mesófilos aeróbios presentes na casca do ovo, foi realizado plaqueamento em profundidade, conforme a metodologia ISO 4833-1:2013. Os ovos inteiros foram agrupados em pools de seis unidades e imersos em pacotes estéreis contendo 225mL de água peptonada a 0,1%. Após um minuto de homogeneização, as diluições seriadas foram preparadas a partir do líquido resultante. Em seguida, 1mL de cada diluição foi inoculado em placas de *Petri* estéreis, seguido pela adição de 15mL de Ágar Padrão para Contagem (PCA) previamente fundido e mantido a 44 °C. As placas foram incubadas a 35°C durante 48 horas, e após esse período, a contagem dos microrganismos foi realizada, sendo o resultado calculado conforme a diluição ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  ou  $10^{-3}$ ) e expresso em Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL) (Figura 3).

FIGURA 3 – PLACAS DE PETRI CONTENDO ÁGAR CONTAGEM PADRÃO, EVIDENCIANDO O CRESCIMENTO BACTERIANO APÓS INOCULAÇÃO DE DILUIÇÕES SERIADAS DAS AMOSTRAS.



FONTE: Os autores (2025).

LEGENDA: Cada ponto branco é considerado uma colônia bacteriana após 48H de incubação a 35°C. Da esquerda para a direita: diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ .

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi avaliada utilizando o teste de Shapiro-Wilk no *software RStudio*. Para os dados paramétricos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), enquanto para os dados não paramétricos, aplicou-se o teste de *Kruskal-Wallis*, com auxílio do *software GraphPad Prism*. As diferenças estatísticas foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 MÉTODOS DE TRATAMENTOS

Foi observada a redução da carga microbiana em todos os tratamentos testados, quando comparados ao controle (Tabela 1). Os resultados referem-se às médias logarítmicas das unidades formadoras de colônia (log UFC/mL) encontradas na casca dos ovos após os devidos métodos de higienização.

TABELA 1 – CONTAGEM MÉDIA DE MICRORGANISMOS MESÓFILOS TOTAIS NAS CASCAS DE OVOS ORGÂNICOS SUBMETIDOS A DIFERENTES MÉTODOS DE TRATAMENTO.

Grupos	Tratamento	Contagem média (Log UFC/mL)
Grupo 1 – Ovos limpos (sem lavar)	Controle	3,21 <sup>a</sup>
	Própolis	1,64 <sup>b</sup>
	Hipoclorito de sódio	2,86 <sup>a</sup>
Grupo 2 – Ovos lavados	Controle	2,90 <sup>a</sup>
	Própolis	0,81 <sup>b</sup>
	Hipoclorito de sódio	1,34 <sup>a,b</sup>
Grupo 3 – Ovos sujos	Controle	4,88 <sup>a</sup>
	Limpeza a seco	1,84 <sup>a,b</sup>
	Limpeza a seco e própolis	0,77 <sup>b</sup>
	Limpeza a seco e hipoclorito de sódio	2,97 <sup>a,b</sup>

FONTE: Os autores (2025).

LEGENDA: Letras iguais indicam valores que não diferem estatisticamente entre si.

### 4.2 ANÁLISE DOS GRUPOS

#### 4.2.1 Grupo 1 – Ovos limpos (sem lavar)

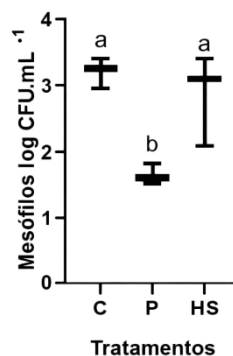
No grupo 1 (ovos limpos), o tratamento com extrato de própolis a 30% apresentou diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) na carga microbiana na casca

dos ovos, alcançando uma média de 1,64 log UFC/mL (Gráfico 1). Essa redução foi de aproximadamente 49% em comparação ao controle (3,21 log UFC/mL). Esse efeito pode ser atribuído às propriedades antimicrobianas da própolis, especialmente aos compostos fenólicos presentes em sua composição, que apresentam ação contra diversos microrganismos (Oliveira *et al.*, 2022; Ramata-Stunda *et al.*, 2022).

No entanto, em um estudo semelhante conduzido por Alves *et al.* (2016), que avaliou a pulverização de própolis a 15% em ovos comerciais, não foi observada diferença significativa ( $p>0,05$ ) na contagem de microrganismos mesófilos entre os ovos sem tratamento (controle: 2,93 UFC/mL) e os que foram tratados com própolis (2,39 UFC/mL). A diferença observada entre os estudos pode ser explicada pela variação na concentração de própolis utilizada: no estudo atual, foi aplicada uma solução a 30%, enquanto no estudo de Alves *et al.* (2016) foi utilizada uma concentração de 15%. Esses resultados sugerem que concentrações mais altas de própolis podem resultar em uma maior eficiência na redução de microrganismos.

GRÁFICO 1 – COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS NOS OVOS LIMPOS SEM LAVAR

**Grupo 1: Ovos limpos sem lavar**



FONTE: Os autores (2025).

LEGENDA: C: Controle, P: Própolis, HS: hipoclorito de sódio. Letras iguais indicam valores que não diferem estatisticamente entre si.

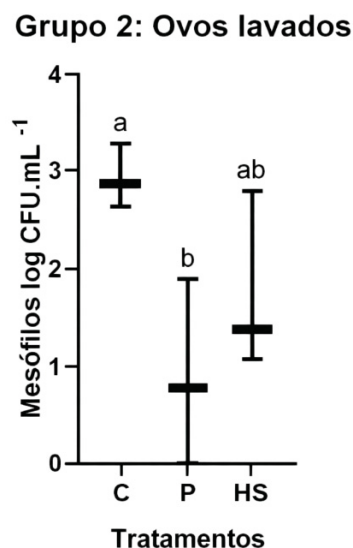
Já com relação ao hipoclorito de sódio no Grupo 1 (ovos limpos), observou-se um efeito intermediário (Gráfico 1), com média de 2,86 log UFC/mL, sem diferença significativa ( $p>0,05$ ) em comparação ao controle, mas com diferença significativa em relação ao tratamento com própolis. Esse resultado sugere que, embora o hipoclorito de sódio tenha algum efeito desinfetante, não foi tão eficiente quanto a própolis para a redução de mesófilos em ovos visivelmente limpos.

Em contraste com os resultados obtidos nesse estudo, Reddyvari e Amalaradjou (2025) observaram redução significativa ( $p < 0,05$ ) nas contagens de *Salmonella* Enteritidis em ovos tratados com pulverização de cloro (200 ppm), de aproximadamente 5,5 para 3,6 log UFC/ovo. Entretanto, durante o armazenamento refrigerado (4 °C) entre 3 e 14 dias, as contagens do patógeno não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) das observadas nos grupos controle, sugerindo que o efeito antimicrobiano do cloro é transitório.

#### 4.2.2 Grupo 2 – Ovos lavados

No Grupo 2 (ovos lavados) o tratamento com própolis (0,81 UFC/mL) apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na redução da carga microbiana em comparação ao controle (2,90 UFC/mL), correspondendo a uma diminuição de aproximada de 2 ciclos logaritmos (Gráfico 2). Embora o tratamento com hipoclorito de sódio (1,34 log UFC/mL) também tenha reduzido os níveis de mesófilos, essa diminuição não foi estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) em comparação ao controle e ao extrato de própolis.

GRÁFICO 2 – COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS NOS OVOS LAVADOS



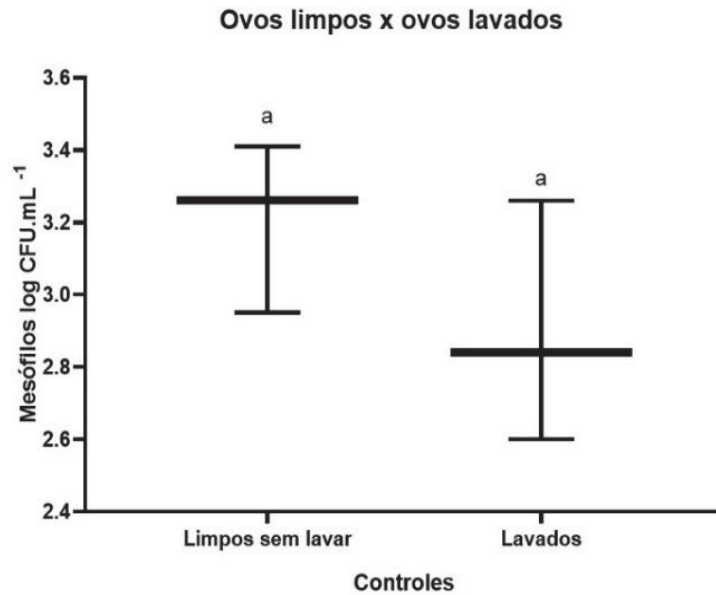
FONTE: Os autores (2025).

LEGENDA: C: Controle, P: Própolis, HS: Hipoclorito de sódio. Letras iguais indicam valores que não diferem estatisticamente entre si.

Corroborando com esse resultado, Soares *et al.* (2022) também demonstraram a superioridade do extrato de própolis em relação ao hipoclorito de sódio na higienização de ovos. As amostras avaliadas foram tratadas por meio de lavagem e imersão em solução de hipoclorito de sódio (50 ppm) e lavagem seguida de pulverização com extrato de própolis a 30%. O trabalho avaliou o efeito dos tratamentos após o armazenamento dos ovos, realizando a análise microbiológica do conteúdo interno após 35 dias. Os ovos pulverizados com própolis apresentaram ausência de bactérias mesófilas aeróbias (0 UFC/mL) em seu interior, enquanto os tratados com hipoclorito de sódio apresentaram contaminação bacteriana (3,18 log UFC/mL). Esse resultado demonstra que o hipoclorito de sódio provavelmente causou danos à membrana que reveste e protege o ovo, efeito comum a diversos sanitizantes químicos (Bing *et al.*, 2019), enquanto a própolis apresentou ação antimicrobiana e protetora, preservando a integridade da casca e prolongando o tempo de armazenamento dos ovos.

Ao comparar os ovos lavados (2,90 log UFC/mL) (controle do Grupo 2) com os ovos limpos sem lavagem (3,21 log UFC/mL) (controle do Grupo 1), observa-se que a lavagem com água potável resultou em discreta redução da carga bacteriana, sem diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ). Esse resultado indica que a lavagem isolada não apresenta efeito antimicrobiano relevante sobre os microrganismos aeróbios mesófilos, atuando apenas por meio da remoção física e superficial da contaminação. Além disso, Liu *et al.* (2016) constataram que ovos lavados apresentavam menor cobertura de cutícula do que ovos não lavados, demonstrando que o processo de lavagem pode remover essa barreira natural e, conseqüentemente, comprometer a qualidade microbiológica do produto.

GRÁFICO 3 – COMPARAÇÃO DOS OVOS LIMPOS (SEM LAVAR) COM OVOS LAVADOS



FONTE: Os autores (2025).

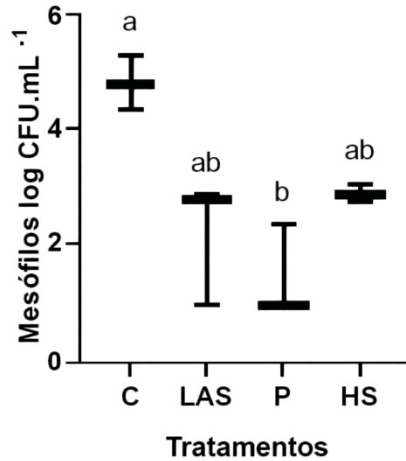
LEGENDA: Letras iguais indicam valores que não diferem estatisticamente entre si.

#### 4.2.3 Grupo 3 – Ovos sujos (limpeza a seco)

No grupo 3, foi observado que a limpeza a seco, quando realizada isoladamente, causou uma diminuição considerável na contagem de mesófilos nos ovos sujos, de 4,88 log UFC/mL (controle) para 1,84 log UFC/mL. Contudo, essa diferença não foi estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) (Gráfico 4), embora EMBRAPA (2021) recomende essa metodologia para pequenos produtores. Além disso, até o momento, não existem outros estudos a respeito desse método utilizando papel toalha, colher de aço inoxidável e borracha. A técnica em si mostrou-se mais demorada que os outros métodos de higienização aplicados nesse estudo, pois requer a limpeza individual de cada ovo, o que pode representar uma dificuldade para produtores rurais que trabalham sem apoio de colaboradores.

GRÁFICO 4 – COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS NOS OVOS SUJOS

**Grupo 3: Sujos limpeza a seco**



FONTE: Os autores (2025).

LEGENDA: C: Controle, LAS: Limpeza a seco, P: Própolis, HS: Hipoclorito de sódio Letras iguais indicam valores que não diferem estatisticamente entre si.

Embora todos os tratamentos aplicados aos ovos sujos tenham causado uma redução nos valores da contaminação por mesófilos, somente o tratamento com própolis (0,77 log UFC/mL) teve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao controle (4,88 log UFC/mL) (Gráfico 4). Esse resultado pode ser explicado pela limitação do hipoclorito de sódio (2,97 log UFC/mL) em atuar na presença de matéria orgânica, o que reduz seu efeito antimicrobiano e pode favorecer a formação de subprodutos potencialmente carcinogênicos (Lin *et al.*, 2019; Chaves *et al.*, 2024). Apesar de não existirem relatos de que o extrato de própolis exerça ação sobre a matéria orgânica, ele demonstrou ser mais eficiente que o hipoclorito de sódio nessas condições.

Como limitação presente neste estudo, destaca-se a dificuldade em padronizar o grau de sujidade dos ovos classificados como sujos, em razão da variação natural de matéria orgânica entre os lotes. Dessa forma, observou-se maior variação na contagem de microrganismos aeróbios mesófilos nesse grupo em comparação aos demais. Ressalta-se que, para a condução dos testes, buscou-se selecionar ovos que apresentavam apenas pequenas quantidades de matéria orgânica aderida na casca, visto que os excessivamente sujos não devem ser destinados ao consumo humano e nem submetidos a tentativas de limpeza, pois há maior risco de penetração de microrganismos para o interior do ovo (EMBRAPA, 2021).

### 4.3 EXTRATO DE PRÓPOLIS

Em todos os grupos experimentais avaliados nesse estudo, o extrato de própolis a 30% foi o único capaz de promover diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na carga microbiana presente nas cascas dos ovos, em relação ao controle. Esse resultado foi consistente tanto na aplicação isolada do extrato quanto em sua combinação com outros métodos (lavagem e limpeza a seco). Essa atividade antimicrobiana da própolis é atribuída principalmente aos compostos fenólicos presentes em sua composição, que atuam diretamente sobre os microrganismos (Oliveira *et al.*, 2022). Já a proteção física está relacionada às suas propriedades resinosas e adesivas, capazes de selar os poros da casca e formar uma barreira protetora, reduzindo a perda de água, a troca gasosa e a penetração microbiana, o que contribui para a manutenção da qualidade dos ovos durante o armazenamento (Aygün, 2017; Oliveira *et al.*, 2022).

No entanto, a atividade antimicrobiana da própolis pode variar conforme a concentração empregada e sua origem. No estudo de Alkan *et al.* (2020), foi avaliado o efeito de revestimento de própolis nas concentrações de 3%, 6% e 9% sobre ovos frescos armazenados a 4°C por 30 dias, verificando redução progressiva da contagem bacteriana total à medida que a concentração do extrato aumentava. No presente estudo, optou-se pela utilização do extrato de própolis a 30%, e os resultados obtidos evidenciaram excelente atividade antimicrobiana contra microrganismos mesófilos nessa concentração.

Em outro experimento, Gniewosz *et al.* (2022) investigaram a ação antifúngica do extrato de própolis na conservação de ovos sob refrigeração por um período de 28 dias. No referido estudo, a pulverização com própolis a 10% reduziu em até três ciclos logarítmicos a contagem de bolores presentes na casca, além de diminuir a perda de peso dos ovos ao final do período de armazenamento. Isso sugere que o uso do extrato de própolis pode ser adotado não só pelos produtores, mas também diretamente pelos consumidores em suas residências no armazenamento, auxiliando na proteção dos ovos contra microrganismos e contribuindo para a ampliação do tempo de conservação.

Dessa forma, o extrato de própolis pode ser considerado uma alternativa natural aos produtos químicos, uma vez que o uso contínuo desses compostos pode levar à formação de resíduos indesejáveis, com potencial risco à saúde do consumidor

e impactos ambientais negativos (Shithi *et al.*, 2024). A principal desvantagem da própolis, entretanto, é o custo mais elevado em comparação aos demais métodos de higienização. Ainda assim, seu uso pode ser direcionado a um mercado de consumidores que estão dispostos a pagar mais por produtos de maior qualidade, constituindo uma alternativa viável para ovos orgânicos. Além disso, a adoção desse método está alinhada aos princípios da produção orgânica, que incentiva a adoção de práticas naturais e sustentáveis, em substituição a produtos químicos potencialmente agressivos ao meio ambiente e à saúde humana e animal.

Nesse sentido, a pulverização de própolis conferiu aos ovos um acabamento brilhante e envernizado, o que pode atrair também a atenção dos consumidores pelo aspecto visual. Em contraste, a aplicação de hipoclorito de sódio não causou alterações esteticamente visíveis, mantendo o aspecto original dos ovos.

## **5 CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que todos os métodos de higienização avaliados foram capazes de reduzir, em alguma medida, a carga microbiana presente nas cascas dos ovos. No entanto, o extrato de própolis marrom a 30%, em todos os grupos, foi o mais eficaz nesse processo, promovendo uma redução estatisticamente significativa no número de microrganismos mesófilos em relação ao controle. A limpeza a seco, por sua vez, não apresentou diferença significativa em relação ao controle. Porém, quando combinada com a própolis, teve seu efeito foi potencializado devido à ação antimicrobiana desse extrato.

Diferentemente do hipoclorito de sódio, cuja eficácia é limitada na presença de matéria orgânica, o extrato de própolis apresentou desempenho superior mesmo em condições menos favoráveis, sugerindo que seus compostos possuem potencial antimicrobiano relevante. Além disso, seu uso representa uma alternativa natural e segura, especialmente para pequenos produtores que desejam diferenciar seus produtos no mercado.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Avicultura – Produção, classificação e identificação de ovos, colonial ou capoeira. (NBR 16437)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2024**. São Paulo: ABPA, 2024. 77 p. Disponível em: [https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024\\_capa\\_frango.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf). Acesso em: 4 maio 2025.
- ADEBOYE, O. A.; KWOFIE, M. K.; BUKARI, N. *Campylobacter, Salmonella* and *Escherichia coli* Food Contamination Risk in Free-Range Poultry Production System. **Advances in Microbiology**, v. 10, n. 10, p. 525-542, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/aim.2020.1010039>
- AL-AJEELI, M. N.; TAYLOR, T. M.; ALVARADO, C. Z.; COUFAL, C. D. Comparison of eggshell surface sanitization technologies and impacts on consumer acceptability. **Poultry Science**, v. 95, n. 5, p. 1191–1197, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3382/ps/pew014>
- ALKAN, S.; ERTÜRK, Ö.; TÜRKER, İ. Determination of microbial activity and quality traits of eggs coated with propolis. **Turkish Journal of Agriculture and Food Science and Technology**, v. 8, p. 1380–1384, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i6.1380-1384.3385>
- ALMEIDA, B. *et al.* Avaliação da qualidade físico-química de ovos caipiras comercializados em Salinas – Minas Gerais. **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 5, n. 1, p. 87–105, 28 abr. 2023. <https://doi.org/10.46636/recital.v5i1.321>
- AL-SAKHAWY, M.; SALAMA, A.; MOHAMED, S. A. A. Propolis applications in food industries and packaging. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v. 14, p. 13731-13746, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13399-023-04044-9>
- ALVES, G.P.; EYNG, C.; GARCIA, R. G.; ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; SILVA, T. S. Qualidade Microbiológica da Casca de Ovos de Poedeiras Comerciais Revestidos com Própolis e Armazenados por Diferentes Períodos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, p. 1-14, 2016.
- ARVANITI, M.; GABALLA, A.; ORSI, R. H.; SKANDAMIS, P.; WIEDMANN, M. Deciphering the molecular mechanism of peracetic acid response in *Listeria monocytogenes*. **Journal of Food Protection**, v. 88, n. 1, e100401, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100401>
- AUCINAITE, R.; NEDZINSKIENE, E.; PECIULIENE, V.; DUMBRYTE, I. The antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite and chlorhexidine in gutta-percha cone decontamination: a systematic review. **Materials**, v. 18, n. 7, p. 1539, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ma18071539>

AYGUN, A. Effects of propolis on eggshell. In: HESTER, P. Y. (org.). **Egg innovations and strategies for improvements**. London: Academic Press, 2017. p.145-156.

BAIN, M. M. *et al.* Enhancing the egg's natural defense against bacterial penetration by increasing cuticle deposition. **Animal Genetics**, v. 44, n. 6, p. 661–668, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/age.12071>

BING, S.; ZANG, Y. T.; LI, Y. J.; SHU, D. Q. The synergistic effects of slightly acidic electrolyzed water and UV-C light on the inactivation of *Salmonella Enteritidis* on contaminated eggshells. **Poultry Science**, v. 98, n. 12, p. 6914–6920, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3382/ps/pez454>

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria SDA/MAPA nº 1.179, de 5 de setembro de 2024. Aprova os requisitos de instalações, equipamentos e os procedimentos de funcionamento de granjas avícolas e de unidades de beneficiamento de ovos e derivados e uniformiza a nomenclatura de ovos em natureza e de produtos de ovos não submetidos a tratamento térmico. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria nº 587, de 22 de maio de 2023. Estabelece os critérios e procedimentos para o registro, a renovação de registro e o cadastro de estabelecimentos avícolas de reprodução e de produção comercial, no âmbito do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 97, p. 5-8, 23 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Manual de procedimentos de inspeção e fiscalização de ovos e derivados em estabelecimentos sob inspeção federal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2022.

CHAN, H. Y. *et al.* Effectiveness of quaternary ammonium in reducing microbial load on eggs. **Molecules**, v. 26, n. 17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules26175259>

CHAVES, R. D.; KUMAZAWA, S. H.; KHANEGHAH, A. M.; ALVARENGA, V. O.; HUNGARO, H. M.; SANT'ANA, A. S. Comparing the susceptibility to sanitizers, biofilm-forming ability, and biofilm resistance to quaternary ammonium and chlorine dioxide of 43 *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* strains. **Food Microbiology**, v. 117, p. 104380, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2023.104380>

COSTANTINI, M.; LOVARELLI, D.; ORSI, L.; GANZAROLI, A.; FERRANTE, V.; FEBO, P.; BACENETTI, J. Investigating on the environmental sustainability of animal products: The case of organic eggs. **Journal of Cleaner Production**, v. 274, p. 123046, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123046>

DA SILVA, R. S. T.; DA SILVA, R. E. N.; ENNE, L. G.; CAETANO, A. C. F. Perfil dos consumidores de ovos e percepção destes sobre os sistemas alternativos de produção considerando o bem-estar animal. **Revista da JOPIC**, v. 7, n. 11, 2021.

DHALIWAL, H. K.; SONKAR, S.; V., P.; PUENTE, L.; ROOPESH, M. S. Process technologies for disinfection of food-contact surfaces in the dry food industry: a review. **Microorganisms**, v. 13, n. 3, p. 648, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/microorganisms13030648>

DE CARVALHO, D. C. *et al.* Quality of free-range and commercial eggs subjected to different storage periods and temperatures. **Ciência Animal Brasileira**, v. 23, p. e-70295, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-70295>

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Guia de manipulação de ovos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2021.

ESCOSTEGUY, A.; JANTZEN, M. M. Manual de avicultura orgânica: normas da Portaria MAPA nº 52/2021. Porto Alegre: UFRGS, 2022.

GALVÃO, J. A. *et al.* Microbiological vulnerability of eggs and environmental conditions in conventional and free-range housing systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 133–142, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n1p133>

GALVÃO, J. O.; LUZ, T. D.; QUEIROZ, A. F.; MENDIETA, F. H. P.; RODRIGUES, C. S.; MORAIS, J. U. G.; BUENO, L. S.; OLMEDO, S. V. S. Sistemas de criação de aves poedeiras no Brasil. **Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)**, v. 16, n. 7, e2690, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n7-111>

GAST, R. K.; DITTOE, D. K.; RICKE, S. C. Salmonella in eggs and egg-laying chickens: pathways to effective control. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 50, n. 1, p. 39–63. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1040841X.2022.2156772>

GERBA, C. P. Quaternary ammonium biocides: efficacy in application. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 81, n. 2, p. 464-469, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/AEM.02633-14>

GNIEWOSZ, M.; POBIEGA, K.; OLBRYŚ, N.; KRAŚNIEWSKA, K.; SYNOWIEC, A. The effect of ethanol propolis extracts on inhibition of growth of *Fusarium solani* on hen eggs. **Applied Sciences**, v. 13, n. 1, p. 315, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app13010315>

GOLE, V. C. *et al.* Dynamics of Salmonella shedding and welfare of hens in free-range egg production systems. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 83, n. 5, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/AEM.03313-16>

ISNAWAIDA *et al.* Detection of coliform bacteria, total plate count and pH value in chicken eggs from Maros traditional market. **Earth and Environmental Science**, v. 788, n. 5, p. 012158, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012158>

JONES, D. R.; GARCIA, J. S.; GAST, R. K.; WARD, G. E. Equivalency of peroxyacetic acid to chlorine as a shell egg sanitizing rinse. **Poultry Science**, v. 100, n. 6, p. 101069, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101069>

LAZO, G. L.; LEMES, D. C.; PAULETTI, P. M.; BASTOS, J. K.; AMBRÓSIO, S. R.; VENEZIANI, R. C. S.; PIRES, R. H. Analysis of the antimicrobial activity of propolis: A narrative review of in-vitro studies. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 97, n. 3, e20241302, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202520241302>

LEE, J.; CHOI, W.; LEE, K. Research Note: Distribution of nanospheres in the cuticle layer of the eggshell in major poultry species. **Poultry Science**, v. 102, n. 9, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102882>

LIMA, K. F.; MATOS, M. B. de; SOUZA, M. N. Produção de aves em sistema de base agroecológica. **Revista Vértices**, v. 21, n. 2, p. 205–219, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v21n22019p205-219>

LIN, C. M.; CHU, Y. C.; HSIAO, C. P.; WU, J. S.; HSIEH, C. W.; HOU, C. Y. The optimization of plasma-activated water treatments to inactivate *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) on shell eggs. **Foods**, v. 8, n. 10, p. 520, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods8100520>

LIN, C. M.; HERIANTO, S.; SYU, S. M.; SONG, C. H.; CHEN, H. L.; HOU, C. Y. Applying a large-scale device using non-thermal plasma for microbial decontamination on shell eggs and its effects on the sensory characteristics. **LWT**, v. 142, p. 11106, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111067>

LIU, Y. C.; CHEN, T. H.; WU, Y. C.; LEE, Y. C.; TAN, F. J. Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. **Food Chemistry**, v. 211, p. 687–693, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.056>

MAHATO, P. L. *et al.* Scanning electron microscope-based evaluation of eggshell quality. **Poultry Science**, v. 103, n. 3, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103428>

MCWHORTER, A. R.; CHOUSALKAR, K. K. From hatch to egg grading: Monitoring of Salmonella shedding in free-range egg production systems. **Veterinary Research**, v. 50, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13567-019-0677-4>

NETO, J. P. S. *et al.* Ocorrência de aeróbios mesófilos, coliformes e Salmonella spp., em ovos comerciais higienizados por diferentes métodos. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 7717, 2019.

NISTOR, L. *et al.* Aspects of eggs quality provided from free range and conventional systems. **Journal of microbiology, biotechnology and food sciences**, v. 5, n. 2, p. 186–189, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.5.2.186-189>

OLIVEIRA, G. D. S.; McMANUS, C.; DOS SANTOS, V. M. Essential oils and propolis as additives in egg coatings. **World's Poultry Science Journal**, v. 78, n. 4, p. 1053–1066, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00439339.2022.2119914>

PETROVIČ, J.; MELLEN, M.; ČMIKOVÁ, N.; SCHWARZOVÁ, M.; KAČÁNIOVÁ, M. Effects of laying hens housing system on eggs microbial contamination. **Slovak Journal of Food Sciences**, Bratislava, v. 18, n. 1, p. 50-65, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5219/1938>

RAHMANI, D.; KALLAS, Z.; PAPPAS, M.; GIL, J. M. Are consumers' egg preferences influenced by animal-welfare conditions and environmental impacts?. **Sustainability**, v. 11, n. 22, p. 6218, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11226218>

RAMATA-STUNDA, A.; PETRIŃA, Z.; VALKOVSKA, V.; BORODUŠKIS, M.; GIBNERE, L.; GURKOVSKA, E.; NIKOLAJEVA, V. Synergistic effect of polyphenol-rich complex of plant and green propolis extracts with antibiotics against respiratory infections causing bacteria. **Antibiotics**, Basel, v. 11, n. 2, p. 160, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020160>

REDDYVARI, R.; AMALARADJOU, M. A. Postbiotic wash treatments: A novel post-harvest approach to reduce *Salmonella* and enhance egg safety. **Food Control**, v. 111, p. 111398, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111398>

ROSSI, G. A. M.; LINK, D. T.; BERTOLINI, A. B.; TOBIAS, F. L.; MIONI, M. D. S. R. A descriptive review of the use of organic acids and peracetic acid as a decontaminating strategy for meat. **Efood**, v. 4, n. 4, e104, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/efd2.104>

SILVA, S.; BERNARDI, A. O.; GARCIA, M. V.; BISELLO, T. N.; BORSTMANN, L.; COPETTI, M. V. Sanitizers used for fungal spoilage control in dry-fermented cured meat production. **Fermentation**, v. 10, n. 3, p. 169, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fermentation10030169>

SHITHI, K. N.; SAHA, A.; HAQUE, M. N.; HOSSAIN, I.; NOORUZZAMAN, M.; BEGUM, J. A.; CHOWDHURY, E. H. Use of ash filtrate as an alternative to chemical disinfectant and its antimicrobial efficacy. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 11, n. 4, p. 1007, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5455/javar.2024.k851>

SOARES, A. C. B. *et al.* Maintenance of quality of eggs submitted to treatment with propolis extract and sanitizers. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 44, p. e53584, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.53584>

SORNPLANG, P.; AIEAMSAARD, J.; SAKSANGAWONG, C.; SUAYROOP, N. Risk factors associated with Salmonella prevalence, its antibiotic resistance, and egg antibiotic residues in the layer farming environment. **Veterinary World**, v. 15, n. 3, p. 543-550, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.543-550>

VIEIRA, R. B. *et al.* Perfil do consumidor e análise sensorial de ovos, industriais e caipiras comercializados no município de Parintins. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 95038–95050, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-015>

YU, H. C.; CHEN, I. C.; TAN, F. J. Evaluation of washing with sodium hypochlorite, ultraviolet irradiation, and storage temperature on shell egg quality during storage. **Foods**, v. 14, n. 13, p. 2156, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods14132156>

## 6 APÊNDICES

## ARTIGO DE REVISÃO

### AVANÇOS CIENTÍFICOS NA HIGIENIZAÇÃO DE OVOS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA COM FOCO NO CONTROLE DE *SALMONELLA* SPP.

Giovana Scussiatto de Souza<sup>1,2</sup>, Elisana Julek<sup>1,2</sup>, Bárbara Kornin Gabardo<sup>2</sup>, Vitor Luis Fagundes<sup>1,2</sup>, Luana Siqueira de Souza<sup>1,2</sup>, Bruno Ariel Furtado de Miranda<sup>1,2</sup>, Maria Rosa Aparecida Nunes de Oliveira<sup>1,2</sup>, Andreia Bueno da Silva<sup>2</sup>, Marilia Cristina Pinto<sup>1</sup>, Julia Unicki Philipp<sup>2</sup>, Julia Arantes Galvão<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária, Rua dos Funcionários, nº 1540, 80035-050, Curitiba, PR, Brasil. Tel.: +55 (41) 3350-5621.

<sup>2</sup>Laboratório de Controle de Qualidade e Segurança de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária, Rua dos Funcionários, nº 1540, 80035-050, Curitiba, PR, Brasil. Tel.: +55 (41) 3350-5621.

\*Autor correspondente: julia.galvao@ufpr.br

---

#### RESUMO

Os ovos são amplamente consumidos em todo o mundo devido ao seu elevado valor nutricional e baixo custo, mas podem representar risco à saúde quando contaminados por potenciais patógenos, como *Salmonella* spp. Neste sentido, a higienização da casca é importante para prevenir a transmissão de microrganismos e garantir a segurança dos alimentos. Com isso, este estudo apresenta uma revisão bibliométrica da produção científica sobre métodos de higienização de ovos, com ênfase no controle de *Salmonella* spp. A busca foi realizada na base *Web of Science Core Collection*, considerando publicações entre os anos 2015 e 2025, resultando em 277 documentos, dos quais 33 artigos foram selecionados após triagem. Os dados foram analisados no *RStudio*<sup>®</sup> com o pacote *Bibliometrix* e a interface *Biblioshiny*. A análise evidenciou aumento gradual da produção científica, predomínio de coautoria e relevância dos Estados Unidos e China na pesquisa do tema. Verificou-se que, entre os métodos de higienização que têm sido foco nas pesquisas, encontram-se os químicos, como soluções cloradas, compostos de amônio quaternário e peróxido de hidrogênio; os físicos, incluindo plasma frio atmosférico e radiação UV-C; as alternativas naturais, como óleos essenciais; e produtos biológicos como probióticos e pós-bióticos. Os resultados indicam que a desinfecção de ovos é um campo em evidência, com crescente interesse em tecnologias inovadoras e sustentáveis que promovam a qualidade dos ovos.

**Palavras-chave:** *Salmonella* Enteritidis, ovos caipira, qualidade dos ovos, desinfecção, sanitização, casca de ovos.

---

#### INTRODUÇÃO

Os ovos são amplamente consumidos em todo o mundo, principalmente por combinarem baixo custo com elevado valor nutricional (Lin *et al.*, 2023; El-Soufi *et al.*, 2025). Constituem uma fonte completa de proteínas, fornecendo minerais, ácidos graxos e vitaminas de alta digestibilidade (Lin *et al.*, 2019; Hu *et al.*, 2021; Pellissery *et al.*, 2022). Além de seu papel nutricional, apresentam grande relevância econômica, com a produção mundial estimada em 91 milhões de toneladas em 2023 (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2025).

Apesar desses benefícios, os ovos também podem representar risco à saúde pública quando contaminados, atuando como veículos de microrganismos contaminantes (Al-Ajeeli *et al.*, 2016; Tayel *et al.*, 2018; Mattioli *et al.*, 2020; Tu *et al.*, 2024). Microrganismos potencialmente patogênicos, em especial *Salmonella* Enteritidis, podem estar presentes tanto na superfície da casca quanto no interior do ovo. A contaminação por esse microrganismo ocorre por duas principais vias. Na transmissão vertical, a bactéria atinge o interior do ovo durante sua formação no trato reprodutivo da ave, de modo que a contaminação ocorre antes mesmo do desenvolvimento das membranas e da casca (Woo *et al.*, 2025). Já a segunda via, caracterizada como contaminação horizontal, está relacionada ao contato da casca com fontes externas de microrganismos, especialmente material fecal (Tayel *et al.*, 2018; Woo *et al.*, 2025).

Diante desse cenário, a higienização dos ovos tem como objetivo reduzir a carga microbiana presente na superfície, prevenindo a penetração de microrganismos patogênicos no interior do ovo e garantindo a segurança do alimento (Tenzin *et al.*, 2021; Woo *et al.*, 2025). Dessa forma, diversas abordagens de tratamento antimicrobiano vêm sendo estudadas, incluindo procedimentos tradicionais com agentes químicos, como soluções cloradas (Al-Ajeeli *et al.*, 2016; Choi *et al.*, 2020; Jones *et al.*, 2022), compostos de amônio quaternário (Al-Ajeeli *et al.*, 2016), hidróxido de potássio (Choi *et al.*, 2020) e ozônio (Mattioli *et al.*, 2020; Lin *et al.*, 2023) bem como métodos físicos, abrangendo tecnologias inovadoras como irradiação ultravioleta (Mattioli *et al.*, 2020) e água ativada por plasma (Lin *et al.*, 2019, 2020; Pivovarov *et al.*, 2022). Ao mesmo tempo, alternativas naturais, como óleos essenciais (El-Soufi *et al.*, 2025) e fitoquímicos (Upadhyaya *et al.* 2016), têm demonstrado eficácia na redução da carga microbiana, além de oferecerem uma abordagem mais sustentável.

Considerando essa diversidade de abordagens e a relevância do tema para a segurança dos alimentos, este estudo apresenta uma revisão bibliométrica sobre métodos de higienização de ovos, com foco na prevenção de *Salmonella* spp., buscando mapear a produção científica, identificar tendências e fornecer uma visão abrangente sobre a evolução das pesquisas nessa área. Considerando a relevância do tema, este trabalho apresenta uma revisão bibliométrica inédita sobre métodos de higienização de ovos.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Essa revisão bibliométrica foi realizada usando a ferramenta *Bibliometrix* (Aria e Cuccurullo, 2017) no software *RStudio* versão 4.2.1.

##### Estratégia de busca

Foi realizada uma análise bibliométrica da produção científica relacionada aos métodos de higienização de ovos. A busca foi conduzida na base *Web of Science Core Collection* (WoSCC) e a estratégia de busca com as palavras-chave estão descritas no material suplementar.

##### Critérios de elegibilidade

O período considerado compreendeu publicações entre 1º de janeiro de 2015 e 1º de julho de 2025, totalizando 277 documentos, sem restrições quanto ao idioma. Além disso, também foram considerados apenas pesquisas primárias, excluídos resumos de congressos e revisões de literatura.

### Avaliação e seleção dos artigos

O conjunto de dados foi exportado no formato *BibTeX* e importado para o *software Rayyan*<sup>®</sup>, utilizado para a triagem dos resultados. A seleção teve como objetivo assegurar que as publicações estivessem alinhadas ao escopo da pesquisa. Foram removidos estudos referentes a ovos férteis, produtos derivados (como ovos líquidos ou em pó) ou ovos de espécies diferentes de galinhas (*Gallus gallus domesticus*). Após os critérios de seleção, 33 artigos atenderam aos requisitos estabelecidos e seguiram para análise.

### Análise bibliométrica e extração de dados

Os artigos selecionados, exportados no formato *BibTeX*, foram analisados no ambiente *RStudio*<sup>®</sup> (versão 4.2.1), utilizando o pacote *Bibliometrix* (Aria & Cuccurullo, 2017). A interface *Biblioshiny* foi empregada para facilitar a exploração e visualização dos dados, com uso dos seguintes comandos:

- `install.packages("bibliometrix")`
- `library(bibliometrix)`
- `biblioshiny()`

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Indicadores Bibliométricos da Produção Científica

A análise bibliométrica retornou 33 artigos publicados em 19 periódicos distintos (Tabela 1). A taxa de crescimento anual de publicações foi de 7,18%, possivelmente motivada pela expansão da produção mundial de ovos, que na última década cresceu cerca de 2,5% ao ano (Associação Brasileira de Proteína Animal [ABPA], 2024) e está estimada em 99 milhões de toneladas para 2025 (Mulder, 2025). Esses dados sugerem que o interesse científico permanece alinhado à expansão do setor avícola, refletindo a contínua preocupação dos pesquisadores em desenvolver métodos de higienização eficazes e seguros para o consumidor.

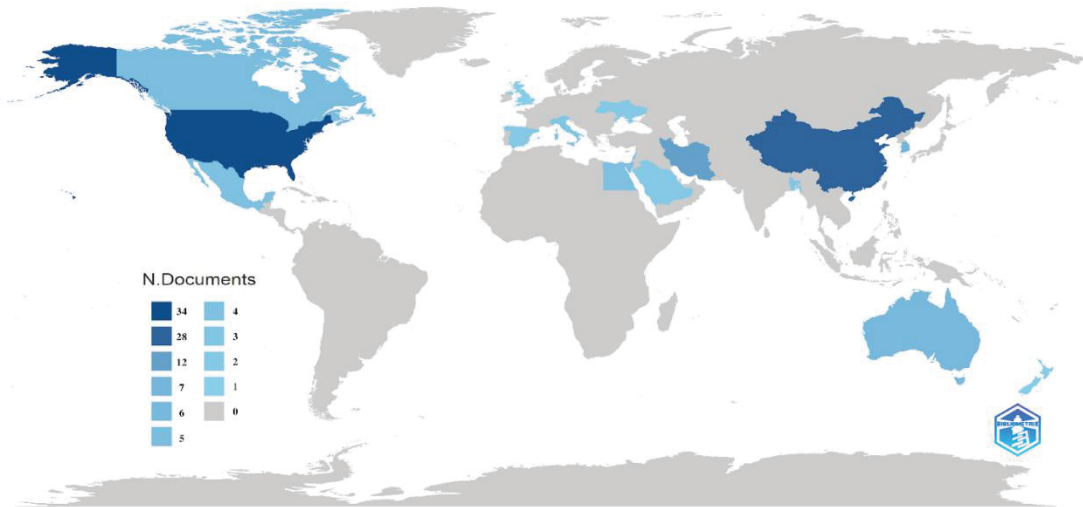
O elevado número de referências (1.098) e autores (185), aliado à ausência de publicações com autoria única, evidenciou a predominância de trabalhos colaborativos, com uma média de 6,21 coautores por documentos. Além disso, 21,21% das publicações envolveram colaborações internacionais, evidenciando o interesse mundial frente às doenças transmitidas por alimentos, responsáveis por 600 milhões de casos e 420 mil mortes a cada ano (World Health Organization [WHO], 2024).

**Tabela 1** Principais dados bibliométricos obtidos da pesquisa sobre higienização de ovos.

Descrição	Resultados
Período analisado	2015:2025
Fontes (periódicos, livros, etc)	19
Documentos	33
Taxa de crescimento anual %	7,18
Idade média dos documentos	4,39
Média de citações por documentos	13,55
Referências	1098
Autores	185
Autores de documentos com autoria única	0
Documentos com autoria única	0
Coautores por documento	6,21
Coautorias internacionais %	21,21
Artigos	33

### Produção científica por países

A distribuição geográfica das publicações sobre higienização de ovos (Figura 1) indica que os Estados Unidos lideram as pesquisas sobre higienização de ovos, com 34 artigos, seguidos pela China (28) e pelo Irã (12). No caso dos Estados Unidos e da China, essa predominância reflete não apenas a posição desses países como grandes produtores mundiais de ovos (FAO, 2025), mas também a preocupação com riscos à saúde pública. Nos Estados Unidos, por exemplo, a *Salmonella* é responsável por mais de 1,35 milhão de casos anuais, incluindo cerca de 26.500 hospitalizações e 429 óbitos, o que evidencia a gravidade desse risco (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2024b). Outros países, como Egito (4), México (4) e Bangladesh (3), contribuíram de forma mais restrita para a literatura. Apesar de o México ocupar a sexta posição na produção mundial e apresentar elevado consumo per capita (OECD/FAO, 2025), sua participação reduzida em publicações pode indicar menor investimento em pesquisa ou priorização de outros temas. O Egito e Bangladesh, por sua vez, não estão entre os principais produtores globais (FAO, 2025), o que naturalmente se reflete em menor representação científica do tema. Curiosamente, não foram identificadas publicações provenientes da América do Sul, incluindo o Brasil, quinto maior produtor mundial de ovos, embora cerca de 99% da produção seja destinada ao mercado interno (ABPA, 2025), resultando em um elevado consumo de ovos pela população.



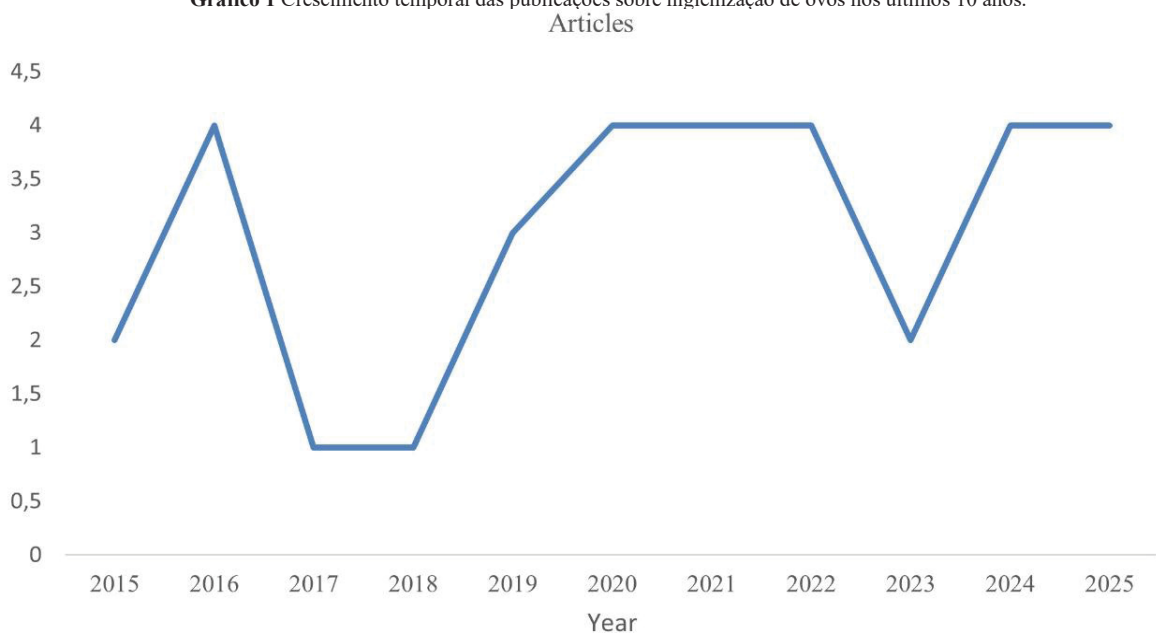
**Figura 1** Concentração das pesquisas científicas sobre higienização em ovos ao redor do mundo, sendo que as cores mais escuras indicam maior número de publicações e as cores mais claras indicam menor número de publicações.

**Produção Científica Anual**

O Gráfico 1 apresenta a produção anual de artigos, evidenciando variações ao longo do período considerado por esta revisão bibliométrica. Em 2020, verificou-se um aumento no número de publicações, que parece estar associado à disseminação mundial da gripe aviária. Inicialmente, o vírus espalhou-se pela Ásia, África e Europa, alcançando, no ano seguinte, o continente americano (**Pan American Health Organization [PAHO], 2025**). Nesse cenário, as pesquisas concentraram-se na segurança microbiológica dos produtos avícolas, o que justifica o maior número de publicações.

Além da gripe aviária, outros eventos epidemiológicos motivaram a produção de artigos científicos nesse período. O Relatório de Zoonoses da União Europeia indicou que, em 2021, a salmonelose foi a segunda zoonose mais notificada, com 60.050 casos confirmados em humanos. Isso correspondeu a uma taxa de notificação de 15,7 casos por 100.000 habitantes, representando um aumento de 14,3% em relação a 2020. Entre os alimentos associados aos surtos, os ovos e seus derivados se destacaram como os principais veículos de transmissão (**European Food Safety Authority [EFSA] & European Centre for Disease Prevention and Control [ECDC], 2022**). Além disso, em 2022 ocorreu um surto de *Salmonella* Typhimurium relacionado ao consumo de chocolates produzidos na Bélgica, que resultou em mais de 150 ocorrências em 11 países, afetando principalmente crianças menores de 10 anos (**WHO, 2022**). O caso ganhou repercussão internacional, o que contribuiu para a manutenção do número elevado de publicações nesse período. A produção científica relativa ao tema voltou a intensificar-se em 2024 e 2025, período marcado por surtos causados por consumo de ovos contaminados por *Salmonella* Enteritidis nos Estados Unidos. O primeiro, no ano de 2024, atingiu 12 estados, resultando em 93 casos e 34 hospitalizações (**CDC, 2024a**). A investigação revelou que a cepa presente nos ovos correspondia àquela isolada em pessoas infectadas, e os produtos contaminados foram recolhidos do mercado. No ano seguinte, outro episódio envolvendo ovos “cage-free” e orgânicos somou 134 casos, 38 hospitalizações e um óbito (**U.S. Food and Drug Administration, 2025**). Esses fatores indicam que eventos sanitários globais atraem a atenção da comunidade científica, motivando a realização de pesquisas voltadas ao desenvolvimento de estratégias para garantir a segurança do alimento.

**Gráfico 1** Crescimento temporal das publicações sobre higienização de ovos nos últimos 10 anos.



### Fontes mais relevantes

No que se refere aos 10 periódicos mais relevantes identificados na análise bibliométrica (tabela 2), *Poultry Science* foi o mais recorrente, com seis publicações na área, indicando sua importância nas pesquisas voltadas à higienização de ovos. Em seguida, *Food Control* contribuiu com cinco documentos. A diversidade de periódicos encontrados mostra como a pesquisa sobre higienização de ovos envolve diferentes áreas do conhecimento, como segurança e microbiologia de alimentos, doença das aves e agricultura. Esse cenário revela um interesse cada vez maior da comunidade científica em encontrar formas seguras e eficazes de higienizar os ovos e prevenir a contaminação por patógenos.

**Tabela 2** Fontes mais relevantes das publicações sobre higienização de ovos.

Fontes	Artigos
Poultry Science	6
Food Control	5
International Journal of Food Microbiology	3
Foods	2
Journal of Food Protection	2
Journal of Food Science	2
Agriculture-Basel	1
Applied Sciences-Basel	1
Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	1
Emirates Journal of Food and Agriculture	1

### Fontes mais citadas

A análise identificou os 10 periódicos mais referenciados nesta bibliometria (tabela 3). A revista *Poultry Science* liderou o ranking sendo o periódico mais citado, com 140 citações, seguido por *Journal of Food Protection* (140) e *International Journal of Food Microbiology* (64). Esses dados demonstram a influência desses periódicos na higienização de ovos e prevenção de *Salmonella* spp. Também se destacaram os periódicos *Food Control*, *Food Microbiology* e *Journal of Food Engineering*, que abordam a segurança, controle sanitário e microbiológico de alimentos. A variedade de periódicos com alto número de citações indica que a pesquisa sobre higienização de ovos possui ampla visibilidade e relevância, sendo reconhecida em diferentes áreas do conhecimento.

**Tabela 3** Fontes mais citadas localmente sobre higienização de ovos.

Fontes	Artigos
Poultry Sci	140
J Food Protect	85
Int J Food Microbiol	64
Food Control	44
Food Microbiol	26
J Food Eng	24
J Sci Food Agr	23
Lwt-Food Sci Technol	22
Appl Environ Microb	21
J Food Sci	19

### Palavras mais citadas

Nos últimos dez anos, as palavras-chave mais recorrentes nos títulos dos artigos analisados evidenciam o direcionamento das pesquisas para a segurança microbiológica dos ovos, destacando-se *Salmonella*, *contamination*, *quality*, *shell eggs*, *inactivation*, *disinfection* e *efficacy* (Figura 2). A ênfase em *Salmonella* Enteritidis se explica pelo fato de as aves domésticas serem importantes reservatórios naturais desse patógeno e os ovos constituírem um dos principais veículos de transmissão ao homem, frequentemente associados a surtos de doenças transmitidas por alimentos (Ame et al., 2022). De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a salmonela é responsável por cerca de 93,8 milhões de casos anuais de gastroenterite em todo o mundo, resultando em aproximadamente 155 mil mortes (WHO, 2016). Além disso, ela está entre as quatro principais causas de diarreia por patógenos, com 94% dos casos atribuídos ao consumo de alimentos contaminados (Kumar et al., 2025). Em resposta a esse risco, os estudos têm priorizado o desenvolvimento de métodos de higienização capazes de inativar esse microrganismo, garantindo a segurança microbiológica dos ovos para o consumidor.



**Figura 2** As 50 palavras mais citadas em títulos de artigos sobre métodos de higienização de ovos, de janeiro de 2015 a julho de 2025, na base de dados Web of Science.

**Mapa temático**

O gráfico 3 revelou a distribuição dos temas em quatro quadrantes distintos, divididos em dois critérios principais: densidade (grau de desenvolvimento) e centralidade (relevância no campo de estudo). Essa divisão permite avaliar de forma estruturada os diferentes tópicos dentro do campo de pesquisa, permitindo uma compreensão mais clara sobre sua relevância e grau de desenvolvimento.

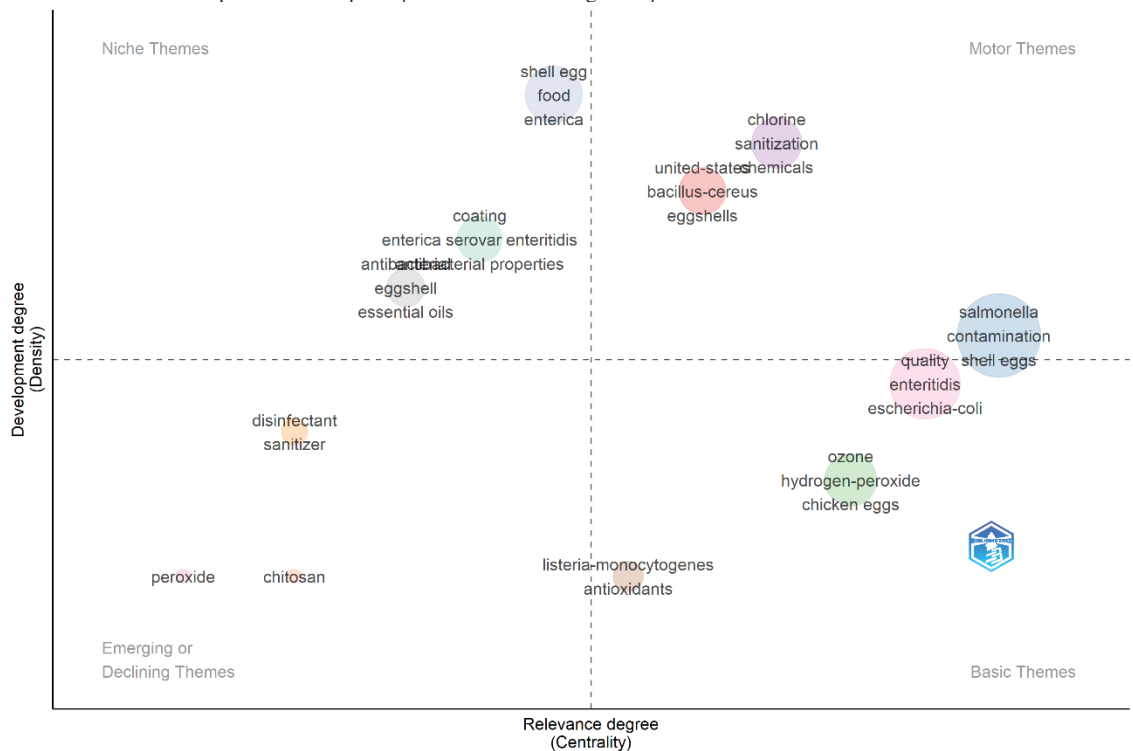
No quadrante superior direito, denominado Temas Motores, estão termos como “chlorine”, “sanitization”, “chemicals”, “united-states”, “bacillus-cereus”, “eggshells”, “salmonella”, “contamination”, “shell eggs”, que representam tópicos altamente desenvolvidos e importantes para a estruturação da área de pesquisa.

No quadrante superior esquerdo representa os Temas de Nicho, que são bem desenvolvidos, mas pouco conectados a outros tópicos. Neste grupo, encontram-se palavras-chave como “shell egg”, “food”, “enterica”, “coating”, “enterica serovar enteritidis”, “bacterial properties”, “antibacterial”, “eggshell” e “essential oils”. Esses temas são aprofundados por grupos específicos, mas ainda ocupam posição periférica nas discussões da área, com menor centralidade.

Já no quadrante inferior esquerdo, identificado como Temas Emergentes ou em Declínio, encontram-se termos como “disinfectant”, “sanitizer”, “peroxide”, “chitosan”. Esses tópicos apresentam baixa centralidade e densidade, representando temas emergentes ou em extinção.

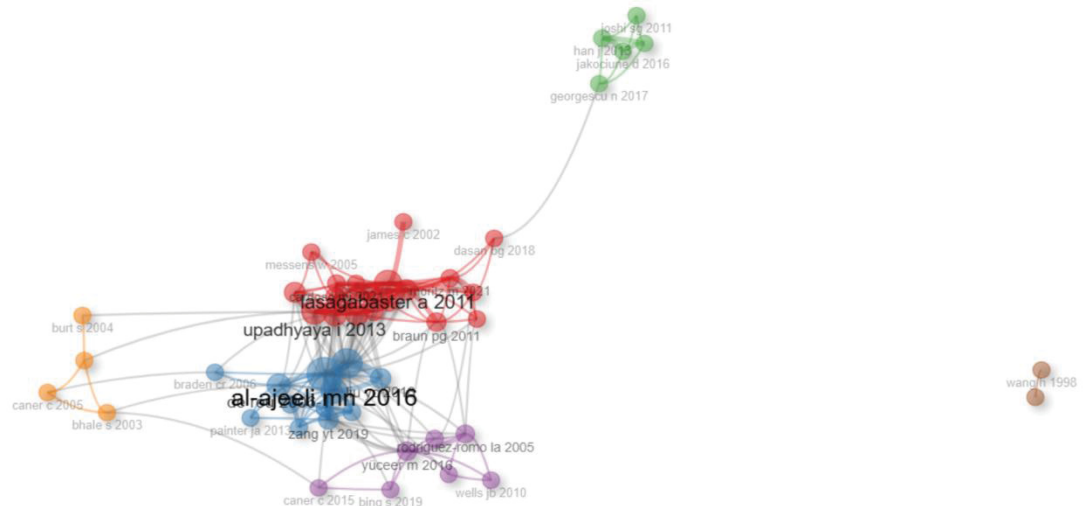
Por fim, no quadrante inferior direito, os Temas Básicos, como “listeria-monocytogenes”, “antioxidants”, “ozone”, “hydrogen-peroxide”, “chicken eggs”, “quality”, “enteritidis” e “escherichia coli”, demonstram temas importantes para o campo de pesquisa, mas que ainda não estão bem desenvolvidos. São temas mais gerais e transversais, com potencial para aprofundamento futuro.

**Gráfico 3** Mapa temático da produção científica sobre higienização em ovos.



### Rede de Co-citações

Na figura 3, apresenta-se a rede de co-citações, que evidencia artigos citados de forma conjunta e colaborativa entre os autores. A análise da figura revela a formação de seis clusters distintos, identificado por cores, nos quais os artigos mais citados aparecem com maior tamanho de fonte, refletindo sua relevância dentro de cada grupo. Com exceção do cluster marrom, observa-se uma densa rede de colaboração, o que indica que os autores mantêm interações próximas e que determinados estudos compartilham linhas de investigação semelhantes, evidenciando conexões temáticas entre os trabalhos.



**Figura 3** Rede de co-citações da análise bibliométrica da higienização de ovos.

### Artigos mais citados

A Tabela 4 apresenta os dez estudos mais citados globalmente sobre higienização de ovos, segundo a base *Web of Science Core Collection*. A seleção considerou dois indicadores principais: o número total de citações, que representa o volume acumulado de menções recebidas por cada estudo, e a média anual de citações, que permite avaliar o impacto relativo ao tempo de publicação.

**Tabela 4** Artigos mais citados globalmente sobre higienização de ovos, identificados na plataforma da *Web of Science Core Collection*.

Palavras-chave	Autor (ano)	Total de Citações	TC por ano
Atmospheric cold plasma; High voltage cold plasma; <i>Salmonella</i> Enteritidis; Chicken eggs	Wan <i>et al.</i> (2017)	6	8,44
Plasma-activated water; <i>Salmonella</i> ; shell egg	Lin <i>et al.</i> (2019)	9	9,86
Plasma-activated water (PAW); <i>Salmonella</i> ; egg	Lin <i>et al.</i> (2020)	6	7,67
Shell eggs; sanitization; hydrogen peroxide; UV light; <i>Salmonella</i>	Al-Ajeeli <i>et al.</i> (2016)	2	4,20
Antibacterial; Disinfection; Mode of action; Natural; <i>Quercus infectoria</i>	Tayel <i>et al.</i> (2018)	3	4,13
<i>Salmonella</i> Enteritidis; Lactic acid; Shell egg; Penetration; Egg quality	Upadhyaya <i>et al.</i> (2016)	9	2,90
Inactivation, <i>Salmonella enterica</i> , Chicken Breast Fillets, Eggs, X-ray irradiation	Mahmoud <i>et al.</i> (2015)	9	1,73
Slightly acidic electrolyzed water; shell eggs; UV-C light; <i>Salmonella enteritidis</i>	Bing <i>et al.</i> (2019)	9	2,71
Eggs; ozone; UV; antioxidants; cholesterol; oxidation; <i>Salmonella</i>	Mattioli <i>et al.</i> (2020)	7	2,83
<i>Salmonella enterica</i> , eggshells, chlorine dioxide, drying, synergistic effect	Choi <i>et al.</i> (2020)	5	1,36

**Legenda:** TC – total de citações.

Os três trabalhos mais citados sobre higienização de ovos destacam-se pelo uso de tecnologias inovadoras no controle de *Salmonella* Enteritidis. O estudo de Wan *et al.* (2017), que ocupa o primeiro lugar, avaliou a aplicação de plasma frio atmosférico de alta voltagem (HVACP), obtendo uma redução de 5,53 log<sub>10</sub> UFC/mL sem comprometer a qualidade dos ovos. Posteriormente, Lin *et al.* (2019) analisou outra abordagem baseada em água ativada por plasma (PAW), que promoveu uma redução de 4,41 log<sub>10</sub> na contagem bacteriana, superando em cerca de 3 log<sub>10</sub> a lavagem convencional e, ao mesmo tempo, preservando a cutícula. Na sequência, outro trabalho conduzido por Lin *et al.* (2020) aprofundou a investigação sobre a PAW, elucidando os mecanismos antimicrobianos envolvidos e evidenciando o papel do ozônio, peróxido de hidrogênio, nitrato e nitrito no processo de desinfecção de ovos. Nesse estudo, a aplicação de dois jatos de plasma em 1000 mL de água resultou em redução de aproximadamente 5 log<sub>10</sub> de *S. Enteritidis* após 60 segundos de tratamento.

Em quarto lugar no ranking, **Al-Ajeeli e colaboradores (2016)** compararam a eficácia antimicrobiana e a aceitação sensorial de métodos convencionais de higienização da casca de ovos (como cloro e compostos de amônio quaternário) e alternativos, incluindo ácido peracético, luz ultravioleta e peróxido de hidrogênio associado à radiação UV ( $H_2O_2 + UV$ ). Todos os tratamentos foram eficazes na redução de *Salmonella* Enteritidis a níveis abaixo do limite de detecção, e os testes sensoriais não identificaram diferenças significativas em relação ao sabor entre os tratamentos avaliados. O tratamento com  $H_2O_2 + UV$ , no entanto, obteve destaque ao promover a maior redução de bactérias aeróbias mesófilas, demonstrando desempenho superior em termos de eficácia microbiológica na higienização da casca dos ovos.

Na busca por métodos de higienização mais naturais, **Tayel et al. (2018)** ocuparam o quinto lugar no ranking e investigaram a aplicação de extrato de galhas de carvalho (*Quercus infectoria*) como agente antimicrobiano em ovos. Produtos naturais, como o QIE (*Quercus infectoria extract*), têm sido recomendados como alternativas aos compostos sintéticos e químicos tradicionais. As galhas de carvalho, conhecidas por seu uso medicinal e farmacêutico, demonstraram forte atividade antimicrobiana contra diversos microrganismos. No experimento, a imersão dos ovos em solução de QIE a 1% resultou em uma redução significativa das contagens de colônias totais, leveduras, bolores e *Enterobacteriaceae*. Nessa pesquisa, *E. coli* e *S. aureus* foram completamente inibidos após 60 minutos de exposição. A eficácia do extrato foi atribuída, em grande parte, ao seu alto teor de compostos fenólicos e flavonoides, amplamente presentes em diversos componentes vegetais, demonstrando o potencial dos fitoterápicos como agentes seguros e naturais na higienização de alimentos. Esses estudos evidenciam a diversidade de estratégias, desde tecnologias avançadas até agentes naturais, capazes de garantir a eficácia antimicrobiana na higienização de ovos sem comprometer a qualidade do produto.

### Estratégias de higienização de ovos e seus efeitos antimicrobianos

A revisão bibliométrica realizada, contemplando os 33 artigos selecionados, permitiu identificar diferentes estratégias aplicadas à higienização de ovos e seus efeitos microbiológicos. Esses resultados foram organizados no Quadro 1, que reúne métodos físicos, químicos, físico-químicos, naturais e biológicos, evidenciando a diversidade de estratégias investigadas pela comunidade científica. De modo geral, observa-se que os métodos de higienização apresentam eficácia variável, relacionados às particularidades de cada tratamento. Entre os métodos químicos, o cloro foi o sanitizante mais empregado, alcançando reduções de 1,2 a 5  $\log_{10}$  de *Salmonella* (**Hudson et al., 2016; Jones et al., 2022**). No entanto, outros agentes, como o ácido peracético e o peróxido de hidrogênio, demonstraram maior desempenho, especialmente quando associados à radiação UV (**Al-Ajeeli et al., 2016**). O dióxido de cloro gasoso também foi altamente efetivo, inibindo completamente a carga microbiana do ovo em três dias de armazenamento (**Khanna et al., 2016**). Já o ácido láctico, embora tenha apresentado efeito antimicrobiano relevante, comprometeu a integridade da casca, o que limita sua aplicação (**Li et al., 2019**).

Os métodos físicos destacaram-se pelos melhores resultados: o plasma frio atmosférico inativou mais de 5  $\log_{10}$  UFC/mL de *S. Enteritidis* (**Illera et al., 2022; Wan et al., 2017; Abdoli et al., 2024**), enquanto a radiação UV-C e os radicais hidroxila alcançaram reduções de até 6  $\log_{10}$  (**Mattioli et al., 2020; Zai et al., 2023**). Tecnologias emergentes, como o uso de raio-X, reduziram *Salmonella* a níveis abaixo do limite de detecção (**Mahmoud et al., 2015**), resultado também observado com o método de Thermal Trap (**Zion et al., 2021; 2024**). Entre as alternativas naturais, os óleos essenciais apresentaram resultados significativos, com destaque para o de cravo, que inibiu completamente as bactérias aeróbias totais da superfície do ovo (**El-Soufi et al., 2025**), e extratos vegetais como galhas de carvalho apresentaram atividade antimicrobiana de amplo espectro, atuando contra leveduras, bolores, *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (**Tayel et al., 2018**). Além disso, entre os métodos biológicos, os probióticos e pós-bióticos foram capazes de reduzir a *Salmonella* a níveis indetectáveis, além de serem inócuos à saúde do consumidor (**Reddyvari et al., 2025a; 2025b**).

De forma geral, a revisão bibliométrica mostrou que os métodos químicos e físicos foram os mais investigados, com nove artigos publicados sobre cada um. Os métodos físicos apresentaram os melhores resultados microbiológicos, embora possuam limitações relacionadas ao custo e à infraestrutura, o que pode restringir sua aplicação em produções de pequena escala (**Abdoli et al., 2024; Zion et al., 2024; Mahmoud et al., 2015**). Já os químicos continuam relevantes pela praticidade, baixo custo e regulamentação, ainda que possam representar riscos à saúde do consumidor e ao meio ambiente (**Tayel et al., 2018**). Em contrapartida, métodos naturais e biológicos aparecem como alternativas sustentáveis e seguras, por não apresentarem propriedades acumulativas (**Tayel et al., 2018; El-Soufi et al., 2025**), mas ainda têm menor representatividade, com sete estudos sobre métodos naturais e três sobre métodos biológicos. Por fim, destaca-se que a associação entre diferentes abordagens tem demonstrado maior eficácia antimicrobiana, evidenciando o potencial das estratégias combinadas.

**Quadro 1** Métodos de higienização de ovos e efeitos antimicrobianos: síntese de 33 artigos da revisão bibliométrica (2015–2025)

	Autor	Métodos	Resultados
Métodos Químicos	<b>Tu et al. (2024)</b>	Água eletrolisada reduzida (10 s) + água eletrolisada levemente ácida (18 s)	Inativação da <i>Salmonella</i> . Remoção da matéria orgânica.
	<b>Lin et al. (2023)</b>	Microbolhas de ozônio em 100 L de água	Inativação de <i>S. Enteritidis</i> . Redução ~4 $\log_{10}$ UFC/mL.
	<b>Jones et al. (2022)</b>	Cloro (100 ppm)	Redução de 1,2 $\log_{10}$ UFC/mL, considerando os isolados <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Braenderup</i> , <i>S. Typhimurium</i> e <i>Enterobacter cloacae</i> .
		Cloro (200 ppm)	Redução de 1,5 $\log_{10}$ UFC/mL, considerando os isolados <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Braenderup</i> , <i>S. Typhimurium</i> e <i>E. cloacae</i> .
		Ácido peracético (50 ppm)	Redução de 1,9 $\log_{10}$ UFC/mL, considerando os isolados <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Braenderup</i> , <i>S. Typhimurium</i> e <i>E. cloacae</i> .
		Ácido peracético (100 ppm)	Redução de 2,8 $\log_{10}$ UFC/mL, considerando os isolados <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Braenderup</i> , <i>S. Typhimurium</i> e <i>E. cloacae</i> .
	<b>Tenzin et al. (2021)</b>	Solução eletroquimicamente ativada (ECAS) - (150 mg/L de cloro livre) – Pulverização (45 s)	Redução de 2,2 $\log_{10}$ UFC/mL na carga bacteriana total e de 5,4 $\log_{10}$ UFC/mL de <i>S. Enteritidis</i> .
		ECAS - (150 mg/L de cloro livre) - aerossolização (60 s)	Redução não significativa na carga bacteriana total. Redução de 2,8 $\log_{10}$ UFC/mL de <i>S. Enteritidis</i> .
		(ECAS) - (150 mg/L de cloro livre) – aerossolização (120 s)	Redução de 1,4 $\log_{10}$ UFC/mL na carga bacteriana total e de 4,2 $\log_{10}$ UFC/mL de <i>S. Enteritidis</i> .

	<b>Choi et al. (2020)</b>	Hipoclorito de sódio (200 µg/mL) - 5 min	Redução de 2,7 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>S. entérica</i> .
		Dióxido de Cloro (200 µg/mL) - 5 min	Redução de 3,7 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>S. entérica</i> , significativamente superior ao hipoclorito de sódio.
	<b>Parvin et al. (2020)</b>	Ozônio 2, 4, 6 e 10 ppm	As concentrações de 6 e 10 ppm foram as mais eficazes na desinfecção, reduzindo <i>Salmonella</i> Enteritidis a níveis não detectáveis.
	<b>Li et al. (2019)</b>	Pulverização de ácido láctico 2%	Apesar de eficaz na redução da contaminação por <i>Salmonella</i> , comprometeu a resistência da casca e a integridade da cutícula, causando a penetração bacteriana no conteúdo do ovo.
	<b>Hudson et al. (2016)</b>	Hidróxido de potássio + Água em temperatura de 48,9 °C	Redução de ~5 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>Salmonella</i> .
		Cloro estabilizado (200 ppm) + Água 48,9 °C e 20 °C	Redução de ~5 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>Salmonella</i> .
<b>Khanna et al. (2016)</b>	Gás de dióxido de cloro (50ppmv e 100ppmv)	Eliminação das bactérias na contagem total de microrganismos dentro de 3 dias de armazenamento.	
Métodos Físicos	<b>Abdoli et al. (2024)</b>	Jato de plasma de ar frio sob pressão atmosférica (120 s)	Inativação de <i>S. Enteritidis</i> >7 log <sub>10</sub> UFC/mL.
	<b>Zion et al. (2024)</b>	Armadilha térmica – vapor (190 °C) - 2 s	Inativação da <i>Salmonella</i> (controle ~7 log <sub>10</sub> UFC/mL)
	<b>Zion et al. (2021)</b>	Armadilha térmica – vapor (130 °C) - 2,9 s	Inativação de <i>Salmonella</i> (redução de >7,8 log <sub>10</sub> de UFC/mL) em ovos inoculados com o agente.
	<b>Hu et al. (2021)</b>	Luz azul (54,6 J/cm <sup>2</sup> ) - 30 min	Redução de 3,73 log <sub>10</sub> de UFC/mL de <i>S. Enteritidis</i> .
	<b>Mahmoud et al. (2015)</b>	Raio-x de 0,5 kGy	Redução de 3,0 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>Salmonella</i> .
		Raio-X de 1,0 kGy	Redução > 6 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>Salmonella</i> , ficando abaixo do limite de detecção (<1,0 log <sub>10</sub> UFC/mL).
	<b>Zai et al. (2023)</b>	Radicais de hidroxila a partir da degradação de UV-C, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> e O <sub>3</sub> .	Redução >5 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>Salmonella</i> .
	<b>Illera et al. (2022)</b>	Plasma frio atmosférico de alta tensão utilizando ar a 100 kV e 60% de umidade relativa na modalidade indireta - 1 min	Redução >5 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>S. Enteritidis</i> .
	<b>Pivovarov et al. (2022)</b>	Água ativada por plasma + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (100-300 mg/L) - 10 min	Inativação de <i>E. coli</i> e <i>S. Enteritidis</i> nas duas concentrações; inativação adicional de <i>Aspergillus fumigatus</i> em 300 mg/L. Bactérias e fungos significativamente reduzidos.
	<b>Bing et al. (2020)</b>	Água eletrolisada levemente ácida (SAEW) + UV-C (λ = 254 nm) + cloro 20mg/L - 4 min - sem esterco	Ovos sem matéria orgânica: inativação completa de <i>S. Enteritidis</i> (6,54 log <sub>10</sub> UFC/mL); com matéria orgânica: redução de 3 log <sub>10</sub> UFC/mL.
<b>Lin et al. (2020)</b>	Água ativada por plasma (PAW) - 2 jatos de plasma com 1L de água - 60 s	Redução ~ 5 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>S. Enteritidis</i> .	
Métodos Físico-Químicos	<b>Mattioli et al. (2020)</b>	Ozônio (O <sub>3</sub> , 600 mg/h durante 2 h)	Redução de 0,78 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>Salmonella</i> após 1h de tratamento; Inativação completa após 24 h (controle: 5,57 log <sub>10</sub> UFC/mL).
		Irradiação UV-C (254 nm por 15 s)	Redução de 3,25 log <sub>10</sub> UFC/mL após 1h de tratamento, desempenho superior ao ozônio; Inativação completa após 24 h (controle: 5,57 log <sub>10</sub> UFC/mL).
	<b>Lin et al. (2019)</b>	Água ativada por plasma (água osmótica reversa pré-ativada 60 W) - 60 e 120 s	Redução de ~ 4 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>S. Enteritidis</i> .
	<b>Wan et al. (2017)</b>	Plasma frio atmosférico de alta tensão com gás MA65- modalidade direta	Inativação completa de <i>S. Enteritidis</i> de 5,53 log <sub>10</sub> UFC/mL em TSA e 6,37 log <sub>10</sub> UFC/mL em XLD.
	<b>Al-Ajeeli et al. (2016)</b>	Spray de cloro (100 ppm)	Redução <i>S. Enteritidis</i> a níveis indetectáveis. Contagem de placas aeróbias: menor eficiência, próximo ao controle.
		Spray de compostos de amônio quaternário (200 ppm)	Redução <i>S. Enteritidis</i> a níveis indetectáveis. Contagem de placas aeróbias: segunda maior redução bacteriana (~ 2,0 log <sub>10</sub> UFC/mL).
		Spray de ácido peracético (135 ppm)	Redução <i>S. Enteritidis</i> a níveis indetectáveis. Contagem de placas aeróbias: redução significativa, sendo mais eficiente que o cloro.
Spray de ácido peracético (135 ppm) + UV		Redução <i>S. Enteritidis</i> a níveis indetectáveis; Contagem de placas aeróbias: redução significativa, sendo mais eficiente que o cloro. Sem diferença significativa entre o uso ou não de radiação UV.	

		H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (3,5%) + UV	Maior redução de microrganismos aeróbios durante o armazenamento. <i>S. Enteritidis</i> abaixo do nível de detecção.
Naturais	Shithi <i>et al.</i> (2024)	Filtrado de cinzas de fontes vegetais	Inibição gradual de <i>Salmonella</i> de forma dependente do pH. Em pH 10,5 redução ~2,50 log <sub>10</sub> UFC/mL.
	Entezari <i>et al.</i> (2022)	Zeína e extrato de zeína – <i>Peganum harmala</i>	Ambos os revestimentos causaram redução de 2 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>Salmonella</i> .
	Pellissery <i>et al.</i> (2022)	Revestimento à base de pectina de ácido caprílico, ácido caprílico, linalol e cuminaldeído, isolados e combinados	Reduziram significativamente as contagens de <i>S. Heidelberg</i> (de 7,6 log <sub>10</sub> para ~ 3,5–4,0 log <sub>10</sub> UFC/mL).
	Prado <i>et al.</i> (2020)	Biofilme de Quitosana 1, 5 e 10%	As menores contagens de <i>S. Enteritidis</i> foram observadas com 5% de quitosana (0,83 log <sub>10</sub> UFC/mL, 96 h) e 10% (1,01 log <sub>10</sub> UFC/mL, 168 h), representando reduções significativas em relação ao controle (2,58–2,98 log <sub>10</sub> UFC/mL).
	Tayel <i>et al.</i> (2018)	Extrato de <i>Quercus infectoria</i> a 1% (galhas de carvalho) - 60 min de imersão na solução	Redução considerável da contagem total de colônias; Inibição de leveduras e bolores, <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>E. coli</i> e <i>S. aureus</i> .
	Upadhyaya <i>et al.</i> (2016)	Revestimento com fitoquímicos: carvacrol, eugenol e ácido β-resorcylic acid (0,75%), aplicados individualmente e em duas bases: pectina (3%) ou goma arábica (10%).	Todos reduziram <i>S. Enteritidis</i> a níveis indetectáveis (controle ~4 log <sub>10</sub> UFC/mL), com destaque para carvacrol e eugenol nas duas bases.
Natural + Físico	El-Soufi <i>et al.</i> (2025)	Pulverização com óleo essencial de cravo (clove) (0,39 mg/mL)	Inibição total das bactérias aeróbias totais (Controle de 4,14 log <sub>10</sub> UFC/mL), sendo o mais eficaz.
		Pulverização com óleo essencial de canela (cinnamon) (1,56 mg/mL)	Ineficaz, quantidade de bactérias semelhantes a dos ovos não tratados.
		Pulverização com óleo essencial de alecrim (rosemary) (1,56 mg/mL)	Redução de 1,5 log <sub>10</sub> UFC/mL de microrganismos na casca (4,14 log <sub>10</sub> UFC/mL). Segundo método mais eficaz.
		Pulverização com óleo essencial de hortelã-pimenta (peppermint) (0,39 mg/mL)	Ineficaz, apresentando maior carga bacteriana comparado aos ovos não tratados.
		Radiação UV-C (253,7 nm) na intensidade de 15 mW/cm <sup>2</sup> /s por 10 min	Inibição bacteriana completa (4,14 log <sub>10</sub> UFC/mL).
Biológicos	Reddyvari <i>et al.</i> (2025b)	Probióticos: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> NRRL-B-442 (LR), <i>L. paracasei</i> DUP 13076 (LP), e <i>Hafnia alvei</i> , utilizados individualmente.	Reduziu significativamente <i>S. Enteritidis</i> , atingindo ~4 log <sub>10</sub> UFC/mL (LR, dia 7) e ~2 log <sub>10</sub> UFC/mL (LP, dia 14), contra 5,6 log <sub>10</sub> UFC/mL no controle.
	Reddyvari <i>et al.</i> (2025a)	Pós-biótico de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> NRRL-B-442 e <i>Lactobacillus paracasei</i> DUP 13076, utilizados individualmente.	Pulverização eletrostática: reduziu <i>S. Enteritidis</i> a níveis indetectáveis no dia 7 (controle 5,5 log <sub>10</sub> UFC/mL); Lavagem por imersão: reduziu <i>S. Enteritidis</i> em > 5 log <sub>10</sub> UFC/mL no dia 0.
Biológico + Físico	Woo <i>et al.</i> (2025)	Extrato de casca de cebola (etanol 99%, concentração de 0,5 mg/mL) + luz azul de 405 nm	Demonstrou-se eficaz, promovendo uma redução de 5,57 log <sub>10</sub> UFC/mL de <i>S. Typhimurium</i> , superior à obtida com o uso isolado de luz azul.

## CONCLUSÃO

A análise bibliométrica evidenciou que a higienização de ovos segue como tema relevante para a segurança alimentar, impulsionada por surtos recorrentes de salmonelose. O assunto é especialmente estudado nos Estados Unidos e na China, que se destacam tanto pela produção quanto pela relevância de suas contribuições científicas. Entre os métodos de higienização, os procedimentos químicos tradicionais, como soluções cloradas, compostos de amônio quaternário e peróxido de hidrogênio, continuam em evidência nos estudos, enquanto métodos físicos como plasma frio atmosférico e irradiação ultravioleta, ganham visibilidade pela inovação tecnológica. Já os métodos naturais e biológicos, surgem como alternativas sustentáveis e seguras para o consumidor. Por fim, constatou-se que a combinação de distintas estratégias de higienização demonstrou efeito sinérgico, ampliando a ação antimicrobiana e garantindo a qualidade microbiológica dos ovos.

**Agradecimentos:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- Abdoli, B., Khoshtaghaza, M. H., Ghomi, H., Torshizi, M. A. K., Mehdizadeh, S. A., Pishkar, G., & Dunn, I. C. (2024). Cold atmospheric pressure air plasma jet disinfection of table eggs: Inactivation of *Salmonella enterica*, cuticle integrity and egg quality. *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY*, 410. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110474>
- Al-Ajeeli, M. N., Taylor, T. M., & Alvarado Christine Z. and Coufal, C. D. (2016). Comparison of eggshell surface sanitization technologies and impacts on consumer acceptability. *POULTRY SCIENCE*, 95(5), 1191–1197. <https://doi.org/10.3382/ps/pew014>
- Ame, N. Y., Mohammed, L. A., & Ame, M. M. (2022). Review on public health importance of salmonellosis of poultry in Ethiopia. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research*, 9(6), 78–95. <https://doi.org/10.22192/ijamr.2022.09.06.009>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Associação Brasileira de Proteína Animal. (2024). *Relatório SIAVS 2024*. [https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/09/Siavs\\_2024\\_relatorio\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/09/Siavs_2024_relatorio_web.pdf)
- Associação Brasileira de Proteína Animal. (2025). *Relatório anual 2025*. São Paulo: ABPA. <https://abpa-br.org/relatorio-anual/>
- Bing, S., Zang, Y. T., Li, Y. J., & Shu, D. Q. (2019). The synergistic effects of slightly acidic electrolyzed water and UV-C light on the inactivation of *Salmonella enteritidis* on contaminated eggshells. *POULTRY SCIENCE*, 98(12), 6914–6920. <https://doi.org/10.3382/ps/pez454>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024a, October 17). *Outbreak of Salmonella infections linked to shell eggs*. U.S. Department of Health & Human Services. <https://www.cdc.gov/salmonella/outbreaks/eggs-09-24/investigation.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024b). *Salmonella infection*. <https://www.cdc.gov/salmonella/about/index.html>
- Choi, S., Park, S., Kim, Y., Kim Byeong-Sam and Beuchat, L. R., Hoikyung, K., & Ryu, J.-H. (2015). Reduction of *Salmonella enterica* on the surface of eggshells by sequential treatment with aqueous chlorine dioxide and drying. *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY*, 210, 84–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.06.009>
- El-Soufi, A., Al Khatib, A., Khazaal, S., El Darra, N., & Raafat, K. (2025). Evaluation of Essential Oils as Natural Antibacterial Agents for Eggshell Sanitization and Quality Preservation. *PROCESSES*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/pr13010224>
- Entezari, A., Roshanak, S., Shakeri, G., & Sedaghat, N. (2022). Effect of zein and zein-Peganum harmala extract coatings of eggshell on the internal quality of eggs and control of *Salmonella enteritidis*. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*, 87(10), 4665–4673. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16306>
- European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control. (2022). *The European Union One Health 2021 zoonoses report*. *EFSA Journal*, 20(12), e07666. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7666>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *Egg production reached 91 million tonnes in 2023*. <https://www.fao.org/north-america/news/details/fao-food-outlook--global-output-of-key-food-commodity-crops-on-course-for-new-records/en>
- Hu, X., Sun, X., Luo, S., Wu, S., Chu, Z., Zhang, X., Liu, Z., Wu, J., Wang, X., Liu, C., & Wang, X. (2021a). Inactivation of *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis on Chicken Eggshells Using Blue Light. *AGRICULTURE-BASEL*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/agriculture11080762>
- Hudson, L. K., Harrison, M. A., Berrang, M. E., & Jones, D. R. (2016). Alternative Antimicrobial Commercial Egg Washing Procedures. *JOURNAL OF FOOD PROTECTION*, 79(7), 1216–1220. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-423>
- Illera, A. E., Souza, V. R., Nikmaram, N., Tang, L., & Keener, K. M. (2022). High voltage atmospheric cold plasma decontamination of *Salmonella enteritidis* on chicken eggs. *INNOVATIVE FOOD SCIENCE & EMERGING TECHNOLOGIES*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103210>
- Jones, D. R., Garcia, J. S., Gast, R. K., & Ward, G. E. (2021). Equivalency of peroxyacetic acid to chlorine as a shell egg sanitizing rinse. *POULTRY SCIENCE*, 100(6). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101069>
- Khanna, G., Chauhan, A. K., & Kang, S. C. (2016). Development of chlorine dioxide gas generation chamber to prevent spoilage of eggs. *EMIRATES JOURNAL OF FOOD AND AGRICULTURE*, 28(5), 348–352. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-07-478>
- Kumar, G., Kumar, S., Jangid, H., Dutta, J., & Shidiki, A. (2025). *The rise of non-typhoidal Salmonella: an emerging global public health concern*. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1524287. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1524287>
- Li, Z., Guo, R., Wang, F., Geng, S., Kang, X., Meng, C., Gu, D., Jiao, X., & Pan, Z. (2019). Inactivation of *Salmonella Enteritidis* on eggshells by lactic acid spray. *FOOD CONTROL*, 104, 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.04.046>
- Lin, C.-M., Chen, S.-Y., Lin, Y.-T., Hsiao Chun-Ping and Liu, C.-T., Hazeena, S. H., Wu, J.-S., & Hou, C.-Y. (2023). Inactivating *Salmonella Enteritidis* on shell eggs by using ozone microbubble water. *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY*, 398. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110213>
- Lin, C.-M., Chu, Y.-C., Hsiao, C.-P., Wu Jong-Shinn and Hsieh, C.-W., & Hou, C.-Y. (2019). The Optimization of Plasma-Activated Water Treatments to Inactivate *Salmonella Enteritidis* (ATCC 13076) on Shell Eggs. *FOODS*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/foods8100520>
- Lin, C.-M., Hsiao, C.-P., Lin, H.-S., Liou Jian Sin and Hsieh, C.-W., Wu, J.-S., & Hou, C.-Y. (2020). The Antibacterial Efficacy and Mechanism of Plasma-Activated Water Against *Salmonella Enteritidis* (ATCC 13076) on Shell Eggs. *FOODS*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/foods9101491>
- Mahmoud, B. S. M., Chang, S., Wu, Y., Nannapaneni, R., Sharma, C. S., & Coker, R. (2015). Effect of X-ray treatments on *Salmonella enterica* and spoilage bacteria on skin-on chicken breast fillets and shell eggs. *FOOD CONTROL*, 57, 110–114. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.03.040>
- Mattioli, S., Ortenzi, R., Scuota, S., Mancinelli A. Cartoni and Dal Bosco, A., Cotozzolo, E., & Castellini, C. (2020). Impact of ozone and UV irradiation sanitation treatments on the survival of *Salmonella* and the physical-chemical characteristics of hen eggs. *JOURNAL OF APPLIED POULTRY RESEARCH*, 29(2), 409–419. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.01.004>
- Mulder, N.-D. (2025, September). *Global egg industry outlook 2035: Long-term egg market and investment perspectives*. RaboResearch / World Egg Organisation. <https://vnm-vmt.imgix.net/uploads/2025/09/raboresearch-global-egg-industry-outlook-mulder-sep2025.pdf>
- OECD & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *OECD-FAO agricultural outlook 2022–2031*. OECD Publishing. [https://dataexplorer.oecd.org/vis?df\[ds\]=DisseminateFinalDMZ&df\[id\]=DSD\\_AGR%40DF\\_OUTLOOK\\_2022\\_2031&df\[ag\]=OECD.TAD.ATM&dq=OECD.A.CPC\\_223%2BCPC\\_0111...&pd=2010%2C2031&to\[TIME\\_PERIOD\]=false&ly\[cl\]=TIME\\_PERIOD&ly\[rs\]=COMMO DITY&ly\[rw\]=MEASURE%2CCOMBINED\\_UNIT\\_MEASURE&vw=tb](https://dataexplorer.oecd.org/vis?df[ds]=DisseminateFinalDMZ&df[id]=DSD_AGR%40DF_OUTLOOK_2022_2031&df[ag]=OECD.TAD.ATM&dq=OECD.A.CPC_223%2BCPC_0111...&pd=2010%2C2031&to[TIME_PERIOD]=false&ly[cl]=TIME_PERIOD&ly[rs]=COMMO DITY&ly[rw]=MEASURE%2CCOMBINED_UNIT_MEASURE&vw=tb)
- Pan American Health Organization. (2025, May 15). *Epidemiological update: Avian influenza A(H5N1) in the Americas region*. PAHO/WHO. <https://www.paho.org/en/documents/epidemiological-update-avian-influenza-ah5n1-americas-region-15-may-2025>
- Parvin, P. A., Zakeri, A., Hidarnejad, K., & Moghaddaszadeh-Ahrabi, S. (2020). Ozone treatment as a disinfectant of commercial eggs to preserve function quality. *INDIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES*, 90(6), 937–941.
- Pellissery, A. J., Vinayamohan, P. G., Xue, J., Wang, X., Viju, L. S., Joseph, D., Luo, Y., Donoghue, A. M., & Venkitanarayanan, K. (2022a). Efficacy of pectin-based caproic acid, caprylic acid, linalool, and cuminaldehyde coatings in reducing *Salmonella Heidelberg* on chicken eggs. *FRONTIERS IN SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.874219>

- Pivovarov, O., Kovalova, O., & Koshulko, V. (2022). DISINFECTION OF MARKETABLE EGGS BY PLASMA-CHEMICALLY ACTIVATED AQUEOUS SOLUTIONS. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-UKRAINE*, 16(1), 101–111. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289>
- Prado, R. O. F., Tellez, I. G., Garcia, M. L. J., Aldaco, L. L. E., & Garcia, C. A. C. (2020). Antibacterial activity of chitosan biofilm for the conservation of fertile and table eggs. *ARQUIVO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINARIA E ZOOTECNIA*, 72(1), 208–214. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11373>
- Reddyvari, R., & Amalaradjou, M. A. (2025a). Postbiotic wash treatments: A novel post-harvest approach to reduce Salmonella and enhance egg safety. *FOOD CONTROL*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111398>
- Reddyvari, R., Lu, S., Kosuri, P., & Amalaradjou, M. A. (2025b). Incorporation of probiotics in post-harvest wash treatments reduces Salmonella contamination and improves egg safety. *POULTRY SCIENCE*, 104(6). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105146>
- Shithi, K. N., Saha, A., Haque, Md. N., Hossain, I., Nooruzzaman, M., Begum, J. A., Parvin, R., & Chowdhury, E. H. (2024). Use of ash filtrate as an alternative to chemical disinfectant and its antimicrobial efficacy. *JOURNAL OF ADVANCED VETERINARY AND ANIMAL RESEARCH*, 11(4), 1007–1016. <https://doi.org/10.5455/javar.k851>
- Tayel, A. A., El-Sedfy, M. A., Ibrahim, A. I., & Moussa, S. H. (2018). Application of Quercus infectoria extract as a natural antimicrobial agent for chicken egg decontamination. *REVISTA ARGENTINA DE MICROBIOLOGIA*, 50(4), 391–397. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.12.003>
- Tenzin, S., Ferro, S., Khan, S., Deo, P., & Trott, D. J. (2021). Spray and Aerosolised pH-Neutral Electrochemically Activated Solution Reduces Salmonella Enteritidis and Total Bacterial Load on Egg Surface. *APPLIED SCIENCES-BASEL*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/app11020732>
- Tu, M., Zang, Y., Mo, Q., Yuan, X., Shu, D., Zhang, G., Hu, J., Li, Y., Liu Renxin and Bing, S., & Zang, Y. (2024). Effect of combined electrolyzed reduced water and slightly acidic electrolyzed water spraying on the control of Salmonella, eggshell quality, and shelf life of eggs during storage. *POULTRY SCIENCE*, 103(9). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104012>
- Upadhyaya, I., Yin, H.-B., Nair, M. S., Chen C. -H. and Lang, R., Darre, M. J., & Venkitanarayanan, K. (2016). Inactivation of Salmonella enteritidis on shell eggs by coating with phytochemicals. *POULTRY SCIENCE*, 95(9), 2106–2111. <https://doi.org/10.3382/ps/pew152>
- U.S. Food and Drug Administration. (2025, June 6). *Outbreak investigation of Salmonella in shell eggs (June 2025)*. <https://www.fda.gov/food/outbreaks-foodborne-illness/outbreak-investigation-salmonella-eggs-june-2025>
- Wan, Z., Chen, Y., Pankaj, S. K., & Keener, K. M. (2017). High voltage atmospheric cold plasma treatment of refrigerated chicken eggs for control of Salmonella Enteritidis contamination on egg shell. *LWT-FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 76(A), 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.051>
- World Health Organization. (2016). Interventions for the control of non-typhoidal Salmonella spp. in beef and pork: meeting report and systematic review.
- World Health Organization. (2022, April 27). *Multi-country outbreak of Salmonella Typhimurium linked to chocolate products – Europe and the United States of America* [Disease Outbreak News]. <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON369>
- World Health Organization. (2024). *Food safety*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Woo, C.-Y., Lee, G.-H., Lim, K.-J., & Kang, J.-W. (2025). Utilizing onion peel extract as photosensitizer combined with 405 nm blue light to control Salmonella Typhimurium on eggshells. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*, 90(3). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70167>
- Zai, B., Comacho-Martinez, V., Hasani, M., Warriner, L. J., Koutchma, T., Keener, K., Marcone, M., & Warriner, K. (2023). Inactivation of Salmonella Enteritidis on Hatchery and Table Eggs Using a Gas-phase Hydroxyl-Radical Process. *JOURNAL OF FOOD PROTECTION*, 86(12). <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100189>
- Zion, B., Gollop, R., Barak, M., Reshef, L., & Arbel, A. (2024). Commercial-scale application of thermal trap technology for external disinfection of shell eggs from Salmonella. *FOOD CONTROL*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110090>
- Zion, B., Gollop, R., Barak, M., Sela (Saldinger), S., & Arbel, A. (2021). External disinfection of shell eggs using steam in a Thermal Trap. *FOOD CONTROL*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108135>

**Material suplementar**

Estratégia de busca utilizada na plataforma *Web of Science Core Collection*:

((TI=(egg)) OR TI=(eggs)) OR (AB=(eggs)) OR AB=(egg)

AND

(((((TI=(treatment)) OR TI=(method)) OR TI=(Study, Methodological)) OR TI=(Methodological Studies)) OR TI=(Methodological Study)) OR TI=(Studies, Methodological)) OR TI=(procedures)) OR TI=(procedure)) OR TI=(techniques)) OR TI=(technique) OR  
 ((((((AB=(treatment)) OR AB=(method)) OR AB=(Study, Methodological)) OR AB=(Methodological Studies)) OR AB=(Methodological Study)) OR AB=(Studies, Methodological)) OR AB=(procedures)) OR AB=(procedure)) OR AB=(techniques)) OR AB=(technique))

AND

(TI=(salmonella)) OR AB=(salmonella)

AND

((TI=(disinfection)) OR TI=(sanitizing)) OR TI=(control) OR ((AB=(disinfection)) OR AB=(sanitizing)) OR AB=(control))



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 070/2024, referente ao projeto de pesquisa “**Métodos de higienização na qualidade bacteriana de ovos do tipo caipira**”, sob a responsabilidade de **Julia Arantes Galvão**, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau 2 de invasividade, em 27/01/2025.

Finalidade	Pesquisa
Vigência da autorização	Março/2025 a Abril/2025
Espécie/Linhagem	Ovos de galinhas poedeiras
Número de animais	100
Peso/Idade	2 kg/2 a 5 anos
Sexo	Fêmea
Origem	Granja em Piraquara, Paraná, Brasil

\*A autorização para início da aula se torna válida a partir da data de emissão deste certificado.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 070/2024, regarding the research program “**Sanitization methods in the bacterial quality of free-range eggs**” under **Julia Arantes Galvão** – which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of Paraná, Brazil), with degree 2 of invasiveness, on 2024, January 27<sup>th</sup>.

Purpose	Research
Validity	March/2025 to April/2025
Specie/Line	Eggs from laying hens
Number of animals	100
Weight/Age	4,409 lb/2 to 5 years old
Sex	Female
Origin	Farm in Piraquara, Paraná, Brazil

\*The authorization to start the research becomes valid from the date of issue of this certificate.

Curitiba, 27 de janeiro de 2025





Documento assinado digitalmente

 **MAITY ZOPOLLATTO**  
 Data: 30/01/2025 07:27:49-0300  
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Maity Zopollatto**  
**Coordenação**  
**Comissão de Ética no Uso de Animais**  
**AG - UFPR**

Proceeding Paper

# Evaluation of the Use of Propolis and Sodium Hypochlorite as Methods to Control the Contamination of Free-Range Eggs <sup>†</sup>

Giovana Scussiatto de Souza <sup>1,2</sup> , Julia Unicki Philipp <sup>2</sup>, Elisana Julek <sup>1,2</sup> , Gabriela Campi Voltolin <sup>2</sup> ,  
Guilherme Souza Cavalcanti de Albuquerque <sup>3</sup> and Julia Arantes Galvão <sup>1,2,\*</sup> 

<sup>1</sup> Post-Graduation Program in Veterinary Sciences, Veterinary Department, Campus Cabral, Federal University of Parana, Curitiba 80035-050, PR, Brazil; giovanasccto@ufpr.br (G.S.d.S.); elisana@ufpr.br (E.J.)

<sup>2</sup> Quality Control and Food Safety Laboratory, Veterinary Department, Campus Cabral, Federal University of Parana, Curitiba 80035-050, PR, Brazil; juliaunicki@ufpr.br (J.U.P.); gabrielacampi@ufpr.br (G.C.V.)

<sup>3</sup> Independent Researcher, Piraquara 83307-300, PR, Brazil; guilherme.albuquerque.ufpr@gmail.com

\* Correspondence: julia.galvao@ufpr.br

<sup>†</sup> Presented at the 5th International Electronic Conference on Foods, Food Microbiology, 28–30 October 2024.

**Abstract:** There is a high demand for free-range eggs, although these systems may offer a greater microbiological challenge. Therefore, the aim with this study was to evaluate the effectiveness of 30% propolis extract and 1% sodium hypochlorite in reducing the microbiological contamination of free-range eggs. Eighteen eggs were divided into three groups—treated with propolis, hypochlorite and a control—and tested for mesophilic bacterial count. For the eggshells treated by propolis, the average count was 0.6 log CFU·mL<sup>-1</sup>, for hypochlorite it was 1.3 log CFU·mL<sup>-1</sup> and for the control it was 3.26 log CFU·mL<sup>-1</sup>. It can be concluded that both methods were effective, with propolis being more efficient.

**Keywords:** shell; mesophiles; layers; microbiology



**Citation:** de Souza, G.S.; Philipp, J.U.; Julek, E.; Voltolin, G.C.; de Albuquerque, G.S.C.; Galvão, J.A. Evaluation of the Use of Propolis and Sodium Hypochlorite as Methods to Control the Contamination of Free-Range Eggs. *Biol. Life Sci. Forum* **2024**, *40*, 49. <https://doi.org/10.3390/blsf2024040049>

Academic Editor: Antonio Bevilacqua

Published: 11 March 2025



**Copyright:** © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

In recent years, free-range egg production has increased due to growing consumer interest in animal welfare [1]. However, this production method introduces new health challenges due to free-range housing, which can increase microbiological risk [2]. Eggshell contamination occurs both in the hen's reproductive organs and after laying. In the reproductive organs, microorganisms such as *Salmonella* spp., *Escherichia coli* and mycoplasmas can infect the ovary [3,4]. In this context, factors such as rearing conditions, the length of time the eggs are stored and the age of the hen have a significant influence on the microbiological quality of the eggs [3].

Farms that do not adopt adequate hygiene measures contribute to the rapid contamination of eggs by various microorganisms. The incomplete formation of the cuticle layer can leave open pores in the shell, allowing microorganisms to penetrate into the egg [3]. Therefore, it is essential to implement appropriate egg sanitization practices to avoid contamination by harmful microorganisms [5,6]. In this sense, propolis extract is a natural beekeeping bioproduct that has aroused the interest of researchers due to its antimicrobial, antifungal and antioxidant properties [3,7,8], and it can be used in the food industry for various purposes, such as controlling pathogenic microorganisms and extending the shelf life of products [3,8]. On the other hand, sodium hypochlorite also has antimicrobial properties [9] and is a more traditional option for controlling contamination in food production systems.

The traditional method (the utilization of chlorine) presents numerous drawbacks, including the generation of carcinogenic substances and a decrease in efficacy due to the presence of organic matter [10]. Consequently, there has been a significant emphasis on identifying natural antimicrobial agents for food product disinfection. Various natural

antimicrobials, such as probiotics, prebiotics and essential oils, have been investigated for their potential to reduce microbial contamination on eggshells [11].

Aligned with that, the aim of this study was to evaluate the effectiveness of 30% propolis extract and 1% sodium hypochlorite as methods for controlling egg contamination on a free-range farm located in southern Brazil.

## 2. Materials and Methods

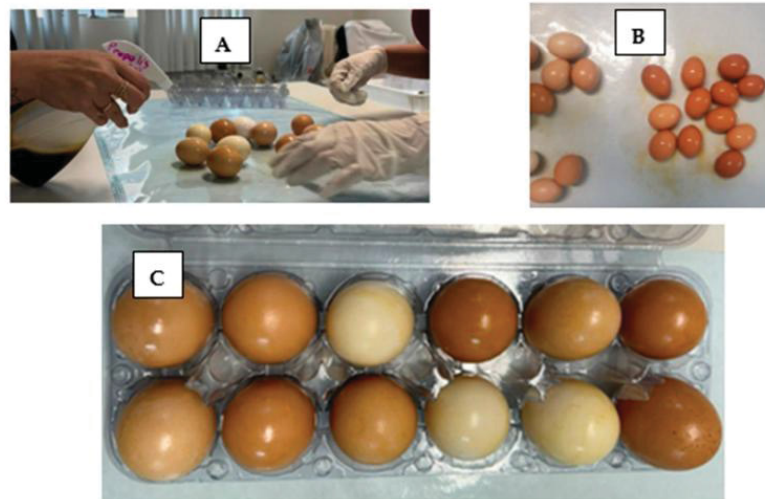
The eggs were collected from a cage-free farm in southern Brazil and analyzed at the Quality Control and Food Safety Laboratory (LACQSA) of the Federal University of Paraná (UFPR). The farm has 120 laying hens of the NOVOgen Brown and NOVOgen Tinted breeds, which, due to the avian flu health emergency in Brazil, are kept in confinement, without access to free grazing. Even so, each confined bird has 1 m<sup>2</sup> of space (Figure 1).



**Figure 1.** Cage-free flock of the NOVOgen Brown and NOVOgen Tinted in southern Brazil, where the eggs were collected for the analysis.

The eggs produced on the farm are deposited in nests with slanted mesh, allowing them to be collected in an area outside the barn. After collection, the eggs undergo an ovoscopy procedure for quality control and are washed with treated water supplied by the public water supply system, in accordance with the rules of the Brazilian regulatory body.

For the study, 18 eggs were randomly collected after candling and washing. These samples were divided into three groups: six eggs were sprayed with 30% propolis extract (Figure 2); six were sprayed with 1% sodium hypochlorite; and six eggs were used as controls, without spraying. The microbiological analysis was carried out on the eggshells. To assess the microbial load on the shell, six eggs from each group were rinsed with a 0.1% buffered peptone water solution (Kasvi, Pinhais, Brazil). Mesophilic aerobes were counted using the standard plate count agar method (Kasvi, Pinhais, Brazil) and colonies were counted after 48 h of incubation (36 °C) [6].



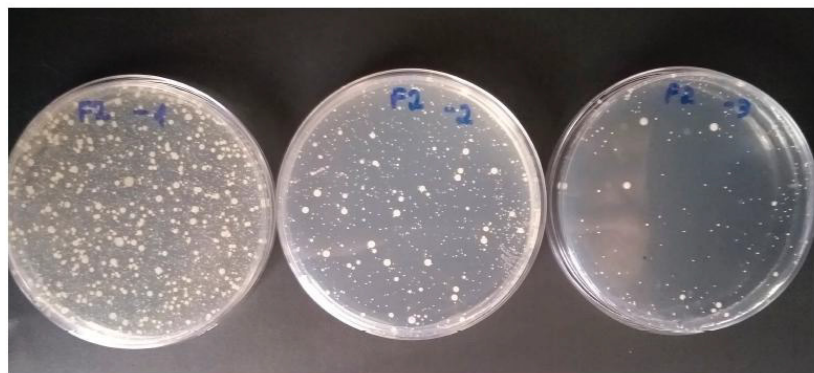
**Figure 2.** (A) Propolis sprayed on the eggs; (B) time allowed for the eggs to dry; (C) the appearance of the eggs after spraying propolis.

### 3. Results

The appearance of the eggs was brilliant after spraying propolis, but remained the same after spraying sodium hypochlorite.

After spraying the eggs, they were stored in a domestic refrigerator for 24 h and analyzed for microbial load.

In the eggshell, the results obtained for the count of mesophilic aerobic microorganisms were: propolis group  $0.6 \log \text{CFU}\cdot\text{mL}^{-1}$ , sodium hypochlorite group  $1.3 \log \text{CFU}\cdot\text{mL}^{-1}$  and control group  $3.26 \log \text{CFU}\cdot\text{mL}^{-1}$  (Figure 3).



**Figure 3.** Plate count agar showing the dilution of the samples for counting. Each white point is considered a bacterial colony after 48 h of incubation at  $36^\circ\text{C}$ .

### 4. Discussion

In this study, the 30% propolis extract proved to be more effective than 1% sodium hypochlorite at reducing the microorganisms present in the eggshells. The propolis extract resulted in an 81.60% decrease in the total mesophile count, reducing the concentration from  $3.26 \log \text{CFU}\cdot\text{mL}^{-1}$  to  $0.6 \log \text{CFU}\cdot\text{mL}^{-1}$ . In comparison, 1% sodium hypochlorite

led to a reduction of 60.12%, reducing the concentration from 3.26 log CFU·mL<sup>-1</sup> to 1.3 log CFU·mL<sup>-1</sup>.

The antimicrobial potential of propolis extract is mainly attributed to the presence of phenolic compounds and flavonoids, which have the ability to damage the cell structure of these microorganisms, preventing them from multiplying or even leading to their elimination [3]. In addition, propolis extract can extend the storage life of eggs [3,12]. A study conducted by Alkan et al. [3] showed that treating eggshells with 30% propolis extract was effective in preserving the internal quality of eggs for up to 21 days at 25 °C, with a lower level of microbiological contamination compared to eggs that had not been washed or sanitized with chlorine or peracetic acid. This effect is due to the waxy and resinous composition of propolis, which forms a protective barrier around the egg, reducing gas exchange and moisture loss through the pores of the shell [3,4,12].

Similar results were found in the study by Gomes et al. [12] who used green propolis in their experiment. The study showed that eggs stored at room temperature, when treated with a green propolis coating, had better qualities, including lower weight loss, a higher yolk index and better physicochemical characteristics. The author concluded that refrigerated storage is the most suitable way to preserve egg quality. However, at room temperature, coating eggs with green propolis contributes significantly to maintaining egg quality for up to 28 days.

Another relevant factor to mention in relation to propolis is its concentration. In this study, a concentration of 30% proved to be effective at reducing the microorganisms present on eggshells, outperforming sodium hypochlorite. On the other hand, in a study carried out by Alves et al. [4], which used propolis spray at a concentration of 15%, it was observed that although propolis reduced the initial microbial growth on the shell, this effect was not sustained until the end of the storage period. Thus, the 15% concentration proved to be less effective in preserving the microbiological quality of the shell over 28 days of storage.

In addition, the formation of a physical barrier by propolis extract can be beneficial for embryonated eggs by helping to protect against microbiological contamination and maintaining suitable conditions for embryo development. A study conducted by Genc et al. [13] on Japanese quail eggs showed that treatment with propolis extract significantly reduced the microbial load on the shell, with no negative effects on hatchability, maintaining safety and quality during storage. Compared to formalin and distilled water, propolis showed better control of mesophilic aerobic bacteria, making it an effective, non-toxic and sustainable alternative for disinfection in hatcheries. Another experiment evaluated the spraying of fertile eggs with propolis, analyzing hatching characteristics and bacterial counts on the shell. The results showed the potential of propolis extract, especially at a concentration of 14%, as an efficient disinfectant for hatching eggs, promoting chick quality and reducing losses during incubation [7].

In this sense, propolis extract can be an interesting alternative to chemical sanitizers, mainly because it is effective in reducing microbiological contamination of eggshells. As well as making food safer, propolis extract attracts attention because it is a natural product [8], a characteristic that is increasingly valued by consumers, adding value to the product on the market. However, the higher cost of propolis can limit its use, especially among small farmers. On the other hand, sodium hypochlorite, although less efficient, has shown satisfactory results in microbiological reduction and is more affordable, making it a viable alternative for these producers [9].

**Author Contributions:** Conceptualization, G.S.d.S., J.A.G., E.J. and G.S.C.d.A.; methodology, G.S.d.S., J.A.G., J.U.P., E.J., G.S.C.d.A. and G.C.V.; formal analysis and research, G.S.d.S., J.A.G., J.U.P., E.J., G.S.C.d.A. and G.C.V.; data curation, E.J.; writing—preparation of original draft, writing—revision and editing and visualization, G.S.d.S. and J.A.G.; project supervision and administration, J.A.G. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** The authors thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for their support.

**Institutional Review Board Statement:** Not applicable.

**Informed Consent Statement:** Not applicable.

**Data Availability Statement:** The original contributions presented in the study are included in the article, further inquiries can be directed to the corresponding author.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflicts of interest.

## References

- McWhorter, A.R.; Chousalkar, K.K. From hatch to egg grading: Monitoring of Salmonella shedding in free-range egg production systems. *Vet. Res.* **2019**, *50*, 1–9. [CrossRef]
- Galvão, J.A.; Ribeiro, S.C.A.; Amaral, L.A.; Schmidt, V.; Souza, R.A.L.; Paulillo, A.C.; Rossi, D.A. Microbiological Vulnerability of Eggs and Environmental Conditions in Conventional and Free-Range Housing Systems. *Semin. Ciênc. Agrár.* **2018**, *39*, 133–142. [CrossRef]
- Alkan, S.; Ertürk, Ö.; Türker, İ. Determination of Microbial Activity and Quality Traits of Eggs Coated with Propolis. *Turk. J. Agric. Food Sci. Technol.* **2020**, *8*, 1380–1384. [CrossRef]
- Alves, G.P.; Eyng, C.; Garcia, R.G.; Orrico Junior, M.A.P.; Silva, T.S. Qualidade Microbiológica da Casca de Ovos de Poedeiras Comerciais Revestidos com Própolis e Armazenados por Diferentes Períodos. *Agroecol* **2016**. Available online: <https://www.cpao.embrapa.br/cds/agroecol2016/PDF's/Trabalhos/Qualidade%20microbiol%C3%B3gica%20da%20casca%20de%20ovos%20de%20poedeiras%20comerciais%20revestidos%20com%20pr%C3%B3polis%20e%20armazenados.pdf> (accessed on 15 December 2024).
- Soares, A.C.B.; Brito, D.A.P.; Soares, S.C.P.; Gomes, K.S.; Saldanha, M.S.; Soares, V.S. Maintenance of Quality of Eggs Submitted to Treatment with Propolis Extract and Sanitizers. *Acta Sci. Anim. Sci.* **2022**, *44*, e53584. [CrossRef]
- Downes, F.P.; Ito, K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 4th ed.; American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA, 2001; p. 676.
- Shahein, E.H.; Sedeek, E. Role of Spraying Hatching Eggs with Natural Disinfectants on Hatching Characteristics. *Egypt. Poult. Sci. J.* **2014**, *34*, 213–230. [CrossRef]
- Al-Sakhawy, M.; Salama, A.; Mohamed, S.A.A. Propolis Applications in Food Industries and Packaging. *Biomass Conv. Bioref.* **2024**, *14*, 13731–13746. [CrossRef]
- Chan, H.Y.; Meor Hussin, A.S.; Ahmad, N.H.; Rukayadi, Y.; Farouk, A.E. Effectiveness of Quaternary Ammonium in Reducing Microbial Load on Eggs. *Molecules* **2021**, *26*, 17. [CrossRef] [PubMed]
- Davies, R.H.; Breslin, M. Investigations into possible alter-native decontamination methods for Salmonella Enteritidis on the surface of table eggs. *J. Vet. Med.* **2003**, *B50*, 38–41. [CrossRef] [PubMed]
- Lin, C.M.; Herianto, S.; Syu, S.M.; Song, C.H.; Chen, H.L.; Hou, C.Y. Applying a large-scale device using non-thermal plasma for microbial decontamination on shell eggs and its effects on the sensory characteristics. *LWT* **2021**, *142*, 11106. [CrossRef]
- Gomes, J.L.F.; Santos, T.F.F.; de Macedo, B.F.; Machado, D.C.; Oliveira, M.C. Tratamentos na Casca de Ovos de Codornas e Qualidade Interna do Ovo Durante Armazenamento. *Anais do CICURV 2023*, *17*. Available online: <http://revistas.unirv.edu.br/index.php/cicurv/article/view/252> (accessed on 11 December 2024).
- Genc, M.; Ozenturk, U.; Atasever, M. Can Propolis, the Natural Disinfectant of Bees, Be Used as an Effective and Healthy Disinfectant for Hatching Eggs? *Indian J. Anim. Res.* **2020**, *54*, 775–780.

**Disclaimer/Publisher's Note:** The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

## sciforum-099093: Evaluation of the use of propolis and sodium hypochlorite as methods to control contamination of free-range eggs

Giovana Scuiatto de Souza <sup>1,2</sup>, Julia Unicki Philipp <sup>2</sup>, Elisana Julek <sup>2,3,\*</sup>, Gabriela Campi Voltolin <sup>2</sup>, Guilherme Souza Cavalcanti de Albuquerque <sup>4</sup> and Julia Arantes Galvão <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Post-Graduation Program in Veterinary Sciences - Federal University of Paraná

<sup>2</sup> Quality Control and Food Safety Laboratory - Federal University of Paraná, Curitiba/Paraná, Brazil

<sup>3</sup> Post-Graduation Program in Veterinary Sciences - Federal University of Paraná, Curitiba/Paraná, Brazil

<sup>4</sup> Federal University of Paraná

In recent years, the production of free-range eggs has increased due to growing consumer interest in animal welfare. However, this production method introduces new sanitary challenges due to free-range housing, which can increase the microbiological risk. It is therefore essential to implement proper egg sanitization practices to avoid contamination by harmful microorganisms. The use of propolis and sodium hypochlorite can be effective in improving the bacteriological quality of eggs, due to their antimicrobial properties. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of 1% sodium hypochlorite and 30% propolis extract as methods of controlling egg contamination on a free-range farm located in southern Brazil. Eighteen eggs were collected and divided into three groups: six eggs were sprayed with 30% propolis, six were sprayed with 1% sodium hypochlorite and six eggs were used as controls, without spraying. For shell analysis, 6 eggs from each group were rinsed in 0.1% buffered peptone water. For the contents, two yolks from each group were used, adding peptone water in a ratio of 1:9. Mesophilic aerobes were counted using the plate count agar (PCA) method and colonies were counted after 48 hours of incubation (36°C). On eggshells, the results were as follows: propolis: 0.6 log UFC/mL, sodium hypochlorite: 1.3 log UFC/mL, control: 3.26 log UFC/mL. In the egg contents, the propolis and sodium hypochlorite treatments had 0 log CFU/g, while the control group had 4.78 log CFU/g. It can be concluded that both methods were able to reduce the microbiological load of the eggshell and egg contents, with propolis being the most effective in this process.



© 2024 by the author(s). Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).