

Universidade Brasil
Campus Descalvado

GIANCARLO RIEGER

**ESTUDO DE META-ANÁLISE SOBRE A DESINFECÇÃO DE OVOS
FÉRTEIS DE MATRIZES**

**META-ANALYSIS STUDY ON THE DISINFECTION OF FERTILE EGGS OF
BREEDERS**

Descalvado, SP
2020

Giancarlo Rieger

ESTUDO DE META-ANÁLISE SOBRE A DESINFECÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DE
MATRIZES

Orientadora: Profa. Dra. Sarah Sgavioli

Coorientadora: Profa. Dra. Ines Andretta

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Produção Animal da Universidade Brasil, como complementação dos Créditos
necessários para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Descalvado, SP

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

R417e Rieger, Giancarlo
Estudo de meta-análise sobre a desinfecção de ovos férteis de matrizes / Giancarlo Rieger. – Descalvado: Universidade Brasil, 2020.
72f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Sarah Sgavioli
Coorientadora: Profa. Dra. Inês Andretta

1. Alternativos. 2. Biológicos. 3. Formaldeído. I. Título.

CDD 636.5142

TERMO DE AUTORIZAÇÃO



Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **“ESTUDO DE META-ANÁLISE SOBRE A DESINFECÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DE MATRIZES”**

Houve alteração do Título: sim () não (X)

Autor(es):

Discente: **Giancarlo Rieger**

Assinatura: _____

Orientador(a): **Profa. Dra. Sarah Sgavioli**

Assinatura: _____

Coorientador(a):

Assinatura: _____

Data: 30/11/2020

TERMO DE APROVAÇÃO



TERMO DE APROVAÇÃO

GIANCARLO RIEGER

**“ESTUDO DE META-ANÁLISE SOBRE A DESINFECÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DE
MATRIZES”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal** da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Prof.(a). Dr.(a) Sarah Sgavioli (presidente-orientadora)

Prof.(a). Dr.(a) Liandra Maria Abaker Bertipaglia (UNIVERSIDADE BRASIL)

Prof.(a). Dr.(a) Raycon Roberto Freitas Garcia (FACULDADE MARECHAL RONDON)

São Paulo, 30 de novembro de 2020
Presidente da Banca Prof(a). Dr(a) Sarah Sgavioli

Houve alteração do Título: sim () não (X):

A Deus, suprema inteligência, causa primária de todas as coisas.

A minha mãe Liziane, meu padrasto Cesar, minha esposa Érica e minha preciosa família.

Ao eterno mestre e amigo, Noé Marques, que ora me acompanha no mundo espiritual.

A minha vó Eda, meu anjinho a interceder por mim na morada do Criador.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Grande Arquiteto do Universo, que em sua onipresença em minha vida tem me conduzido, ao longo da história, por oportunidades singulares, trazendo pessoas de qualidades imensuráveis para somarem-se a mim e, principalmente, por sempre permitir que meus sonhos se realizem e trazer luz quando há trevas.

À minha Mãe e a meu Padrasto por todo o auxílio financeiro, espiritual, emocional e psicológico, guardo minha eterna gratidão por suas vidas e por terem me escolhido para ser seu filho. Não existem palavras que possam qualificar vocês e exteriorizar o amor e admiração que vos zelo.

À minha querida Esposa “culpada” pela minha escolha de ingressar no magistério superior com tanta paixão e ter me incentivado buscar a pós-graduação *stricto sensu* como forma de aperfeiçoar o conhecimento e elevar minha qualidade curricular, além de sempre estar junto a mim, a par e passo, superando às dificuldades, apoiando no embate, celebrando as vitórias e conquistas.

À Faculdade Marechal Rondon e sua direção geral, direção acadêmica e equipe de colaboradores, meus colegas estimados, agradeço por este ambiente de trabalho ser tão aconchegante e acolhedor, de modo que me sinto em casa e, por vezes, brinco, com um fundinho de verdade, que é “meu coração fora do peito”. Meus sinceros agradecimentos por toda a confiança e autonomia que me são conferidos.

À tão paciente, competente, dedicada professora Sarah Sgavioli, por ter sido tão perseverante, ter compreendido minhas limitações, principalmente por não ter desistido de mim. Obrigado por tanto conhecimento, empenho, pelos conselhos e apoio em assuntos pessoais.

À equipe de professores e alunos envolvidos nesta produção científica: Professora Inês Andretta, Carolina Franceschi, Leandro Fregonezi, Catarina Fossatto, Otto Oliveira. Pessoas essas de elevada estatura intelectual cujas quais pude conhecer somente em decorrência desta dissertação.

À Juliana, pela sua presteza, agilidade e compromisso em orientar e solucionar as questões financeiras, acadêmicas e documentais, além de sempre estar disponível em qualquer horário para atender aos pós-graduandos.

Às Doutoradas Liandra Bertipaglia e Cássia Orlandi, pela disponibilidade e empenho na participação do exame geral de qualificação desta dissertação e por todo

o conhecimento passado nas disciplinas que lhes eram competentes no decurso do programa.

Aos meus dedicados e competentes alunos: Chico, Borher, Mayrão, Guisi, Yuri e Dany, permitam-me a informalidade, para evidenciar ainda mais meu carinho, e por participarem direta e indiretamente deste trabalho, assumindo na íntegra e com brilhantismos à rotina anestésica do CMV. Minha gratidão e votos de muita prosperidade e sucesso, em breve serão vocês...

Aos membros da banca de defesa, em particular ao eminente colega de profissão, de instituição e grande amigo, Dr. Raycon Garcia, por sua imensurável estatura intelectual e científica, bem como os incontáveis esforços pelo desenvolvimento da ciência, da pesquisa e da pecuária no cônesul de Rondônia.

MUITO OBRIGADO!

Bendito aquele que estuda, porque estudar é importante, embora o ignorante tem sempre um santo que ajuda.

Às vezes a sorte muda, quando existe um santo forte, cada qual procura um norte, por isso não encabulo – que a tava que bota culo é a mesma que bota sorte.

Jayme Caetano Braun

Se um dia eu me for, não me esperem pra me ouvirem em verso, pra se lembrarem de mim. Se um dia eu me for, é porque Deus quis assim.

Não quero ser só lembranças, mas vou ficar por aí... Um pouco de mim em tudo, tão pouco de mim em ti. Não quero ser só saudade pra quem deseja guarda-la, serei os olhos do campo numa moldura da sala.

Gujo Teixeira e Jari Terres

ESTUDO DE META-ANÁLISE SOBRE A DESINFECÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DE MATRIZES

RESUMO

Produtos alternativos ao formaldeído, têm sido pesquisados devido aos efeitos deletérios causados aos indivíduos envolvidos no processo e ao embrião. No entanto, observa-se a grande quantidade de trabalhos publicados, o que dificulta a tomada de decisão, sobre a eficácia destes métodos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi o de realizar uma meta-análise que: analisa, sistematiza e combina as informações e os resultados de diversos trabalhos para que seja possível a produção de uma síntese reprodutível e quantificável dos dados, com o intuito de verificar possíveis produtos substitutos ao formaldeído. O banco de dados contém 32 estudos que avaliaram métodos de desinfecção de ovos férteis de matrizes entre os anos de 1990 e 2020. As principais informações incluídas nas bases de dados foram: aspectos bibliográficos, características experimentais e resultados para parâmetros de incubação. Foram elaboradas duas classificações de acordo com os tratamentos: 1 - água, químicos, biológicos, físico e nenhum tratamento; e 2 - nebulização, fumigação, imersão, imersão + vácuo e spray. As variáveis que avaliam os parâmetros de incubação (eclobilidade de ovos férteis; eclosão e mortalidade embrionária) foram relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle presente em cada estudo e expressa como porcentagem de variação entre os resultados. A variação entre os tratamentos foi considerada efeito fixo no modelo. As possíveis diferenças entre médias foram comparadas através do teste de Tukey à 5% de probabilidade. Melhorias na resposta de eclobilidade foram observadas em 90,9% dos tratamentos com desinfetantes biológicos comparados ao seu respectivo controle. Em relação ao grupo dos desinfetantes químicos, 53,5% mostraram melhoria nas respostas de eclobilidade quando comparados ao grupo controle (sem nenhum tipo de tratamento), enquanto que para o tratamento físico a melhora foi de 83,33%. No entanto, não houve efeito na eclobilidade ($P = 0,658$) entre os grupos avaliados (controle, água, químico, biológico e físico). A revisão sistemática, em conjunto com a meta-análise demonstraram que os métodos biológicos de desinfecção de ovos são uma forte tendência para as pesquisas desta área, pois resultam em resultados

positivos com relação aos parâmetros de incubação, quando comparados com os métodos químicos. Além disso, conclui-se que é possível o uso de métodos biológicos com ganhos na eclodibilidade dos ovos.

Palavras-chave: alternativos, biológicos, formaldeído

META-ANALYSIS STUDY ON THE DISINFECTION OF FERTILE EGGS OF BREEDERS

ABSTRACT

Alternative products to formaldehyde have been researched due to the deleterious effects affected by the process and the embryo. However, there is a large amount of published work, which makes it difficult to make decisions about the effectiveness of these methods. Therefore, the objective of this work was to carry out a meta-analysis that: analysis, systematization and combination of information and the results of several works so that it is possible to produce a reproducible and quantifiable synthesis of the data, in order to verify possible products substitutes for formaldehyde. The database contains 32 studies that evaluate methods of disinfecting fertile eggs from sows between the years 1990 and 2020. The main information included in the databases were: bibliographic aspects, experimental characteristics and results for incubation parameters. Two classifications were elaborated according to the treatments: 1 - water, chemical, biological, physical and no treatment; and 2 - nebulization, fumigation, immersion, immersion + vacuum and spray. The variables that evaluate the incubation parameters (hatchability of fertile eggs; hatching and embryo mortality) were relativized according to the respective control treatment present in each study and expressed as a percentage of variation between the results. A variation between treatments was considered to be a fixed effect on the model. The possible differences between means were compared using the Tukey test at 5% probability. Improvements in the hatchability response were observed in 90.9% of the treatments with biological disinfectants compared to their respective control. Regarding the group of chemical disinfectants, 53.5% improved in the hatchability responses when compared to the control group (without any type of treatment), while for physical treatment the improvement was 83.33%. However, there was no effect on hatchability ($P = 0.658$) between the acquired groups (control, water, chemical, biological and physical). A systematic review, together with a meta-analysis showed that biological methods of egg disinfection are a strong trend for research in this area, as they result in positive results in relation to incubation parameters, when compared with chemical

methods. In addition, it is concluded that it is possible to use biological methods with gains in hatchability of eggs.

Keywords: alternative, biological, formaldehyde

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Prisma da seleção dos artigos utilizados na meta-análise.	40
Figura 2: Variação na eclodibilidade de ovos férteis tratados com diferentes grupos de desinfetantes (água, químico, biológico, físico) relativizados ao respectivo tratamento controle.	57
Figura 3: Variação na eclosão dos ovos tratados com diferentes grupos de desinfetantes (água, químico, biológico, físico) relativizados ao respectivo tratamento controle.	59
Figura 4: Variação na mortalidade embrionária de acordo com os diferentes grupos de desinfetantes (água, químico, biológico, físico) relativizado ao respectivo tratamento controle.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Desenvolvimento embrionário de ovos férteis	23
Tabela 2: Classificação dos tratamentos em químico, biológico e físico utilizados nos artigos da revisão sistemática.....	37
Tabela 3: Artigos utilizados na meta-análise apresentado os autores, ano de publicação, título, periódico e código.....	42
Tabela 4: Tratamentos utilizados, número de ovos/tratamento, modo de aplicação da desinfecção e parâmetros de incubação avaliados em cada artigo utilizado na meta-análise	46
Tabela 5: Pontuação dos estudos quanto aos critérios estabelecidos e soma dos pontos	56
Tabela 6: Efeito de diferentes métodos de desinfecção na eclodibilidade de ovos férteis	58
Tabela 7: Efeito de métodos de desinfecção na eclosão dos ovos	59
Tabela 8: Efeito dos métodos de desinfecção na mortalidade embrionária.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
C₂H₄O₃	Ácido Peracético
C₆H₆O	Fenol
CH₃COOH	Ácido Acético
CH₃O	Formaldeído
Cl	Cloro
CO₂	Dióxido de Carbono
e^{•-}	Íon Superóxido
EDTA	Ácido Etilenodiamido Tetra-Acético
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
H₂O	Água
H₂O₂	Peróxido de Hidrogênio
KMNO₄	Permanganato de Potássio
NaCl	Cloreto de Sódio
NH₄	Amônia Quaternária
O₂	Oxigênio
O₃	Ozônio
OH	Hidroxila
OH(CH₂O)_nH_(n=8-100)	Paraformaldeido
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
pH	Potencial Hidrogeniônico
RDC	Resolução de Categoria Colegiada
UV	Radiação Ultravioleta
UV-C	Radiação Ultravioleta Germicida

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Relevância do tema e estado atual da arte	19
1.2. Fundamentação	21
1.2.1. Incubação artificial de ovos férteis.....	21
1.2.2. Desinfecção de ovos férteis.....	24
1.3. Tipos de desinfecção de ovos férteis	26
1.3.1. Métodos químicos.....	26
1.4. Método físico	28
1.4.1. Métodos biológicos	28
1.5. Modos de Desinfecção	31
1.5.1. Fumigação	31
1.5.2. Pulverização, aspersão e nebulização	32
1.5.3. Imersão.....	33
1.6. Objetivos.....	33
1.6.1. Objetivo geral.....	33
1.6.2. Objetivo específico	34
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1. Estratégia de busca, seleção dos artigos e construção do banco de dados	35
2.2. Análise estatística	38
3. RESULTADOS	39
3.1. Resultados da pesquisa bibliográfica	39
3.2. Descrição do banco de dados	40
3.3. Análise Exploratória.....	57
3.3.1. Eclodibilidade de ovos férteis: água, químicos, biológicos e físicos.....	57
3.3.2. Eclosão dos ovos (grupos: água, químico, biológico, físico).....	58
3.3.3. Mortalidade embrionária (grupos: água, químico, biológico, físico)	59
4. DISCUSSÃO	61
4.1. Visão geral sobre a revisão sistemática	61

5. CONCLUSÃO..... 64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 65

1. Introdução

1.1. Relevância do tema e estado atual da arte

A desinfecção de ovos é uma medida básica do incubatório para minimizar a prevalência e a existência de patógenos prejudiciais como *Salmonella*, *Escherichia* ou enterobactérias, fungos e leveduras, que estão localizados principalmente na casca do ovo (DE REU et al., 2006). Portanto, a higienização da casca dos ovos é um procedimento recomendado para a incubação de ovos férteis devido à incidência de contaminação patogênica (TURBLIN, 2011).

A fumigação com formaldeído, por exemplo, é um procedimento eficaz para reduzir a contaminação microbiana na superfície da casca do ovo (CADIRCI, 1997). No entanto, causa irritação aos olhos e nariz, e possui odor desagradável (WHISTLER; SHELDON, 1989). Devido aos possíveis efeitos carcinogênicos da fumigação com formaldeído, as agências de proteção da saúde realizaram recentemente estudos e seu uso está sendo reconsiderado.

Além disso, foi demonstrado que a desinfecção usando fumigação com formaldeído por até vinte minutos afeta negativamente as células epiteliais da traqueia de embriões de 18 dias e pintos de um dia de idade (HAYRETDAG; KOLANKAYA, 2008). Tendo em conta estas desvantagens, associadas ao uso de formaldeído, pesquisas de produtos que possam ser usados como alternativa foram realizadas com o intuito de se encontrar potenciais substitutos (OLIVEIRA; SANTOS, 2018; SHAHEIN; SEDEEK, 2014; STEINLAGE; SANDER; WILSON, 2002).

Dentre os potenciais substitutos avaliados destacam-se o peróxido de hidrogênio (COX et al., 2000), ácido propiônico (IBRAHIM; DALIA MANSOUR; ABDELRAHMAN, 2014), exposição à luz ultravioleta (AL-SHAMMARI; BATKOWSKA; GRZYLI, 2015; COUFAL et al., 2003) e água eletrolisada oxidante (BIALKA et al., 2004; KEİTA et al., 2016; RUSSELL, 2003). Além de produtos naturais (COPUR et al., 2010; YILDIRIM; ÖZSAN; YETISIR, 2003), como o propolis (AYGUN; SERT, 2013) e a alicina (COPUR et al., 2011).

A necessidade de combinação de quantidades significativas de dados ou estudos está cada vez mais presente em diversas áreas do conhecimento, seja para pesquisa, ou para finalidades não necessariamente direcionadas à academia.

Contudo, quando emergem alternativas distintas que não podem ser comparadas por métodos estatísticos convencionais, mas que têm o objetivo final comum, deve-se recorrer à metanálise. Os estudos de meta-análise são coletados por intermédio da revisão sistemática de bibliografias, que visam alcançar resultados que respondem questões sobre determinado tema, isso feito, são selecionados os títulos que compõem o estudo (FLETCHER; FLETCHER, 2006).

O desenvolvimento de novos métodos para desinfecção de ovos férteis fez com que surgisse um elevado número de publicações científicas, tornando-se um dificuldade para a seleção e análise qualificada da literatura. Diante disso, a meta-análise pode ser utilizada para analisar e sistematizar as informações, pois se trata de um procedimento que combina resultados de vários estudos. Além disso, a meta-análise permite, em caso de resultados aparentemente discordantes, obter uma visão geral da situação (BOISSEL, 1994; BOISSEL; BLANCHARD; PANAK, 1989; D'AGOSTINO; WEINTRAUB, 1995).

1.2. Fundamentação

1.2.1. Incubação artificial de ovos férteis

Por muitos anos a incubação de ovos férteis não recebeu a devida atenção da comunidade científica, no entanto, nos últimos anos, as pesquisas relacionadas com incubação tiveram um crescimento exponencial, por esta fase compreender a um terço da vida de um frango de corte (SANTANA et al., 2014).

A incubação de ovos férteis surgiu como forma de maximizar a produção de aves para criação de frangos de corte ou de poedeiras comerciais, com o objetivo de atender à demanda do mercado consumidor (SILVA, 2005). Os avanços desta atividade se devem principalmente a introdução do controle de máquinas e monitoramento por meio de computadores, automação dos processos diários e a conscientização da importância do incubatório no controle de doenças das aves (COOB, 2008).

O incubatório deve levar em consideração a produção das matrizes (GONZALES; CAFÉ, 2003) com a finalidade de transformar, de maneira biológica, o ovo fértil em um pinto nas condições de: volume, prazo, quantidade e qualidade compatíveis com o mercado avícola (TONA et al., 2003).

A incubação de ovos férteis é considerada como uma atividade complexa onde, para se obter uma boa taxa de eclodibilidade e de pintos que atendam os parâmetros de qualidade necessários para um ótimo desempenho zootécnico no campo, deve-se levar em consideração fatores como temperatura, umidade, ventilação, viragem dos ovos, idade da matriz e qualidade do ovo (AMARAL, 2019; LAUVERS; FERREIRA, 2011).

A taxa de eclodibilidade é definida como a relação numérica de pintos nascidos e o total de ovos férteis incubados, enquanto a taxa de eclosão leva em consideração o total de ovos incubados, independente se é este é fértil ou infértil. Para identificação dos ovos férteis deve ser realizado o exame de ovoscopia, aos dez dias de incubação ou na fase de transferência dos ovos para o nascedouro, os ovos que apresentarem coloração mais clara durante o exame são considerados como inférteis (ROSA; ÁVILA, 2000).

Sabe-se que o crescimento embrionário pode ser paralisado quando a temperatura ambiente submete o ovo ao zero fisiológico. Assim sendo, a temperatura

ideal de manutenção e qualidade dos ovos durante o período de armazenamento estaria no ínterim de 20 a 21°C ou de 12 a 13°C, quando este período for maior que cinco dias. Além disso, o ovo deve ter sua temperatura reduzida para 27°C, durante seis horas após a postura, portanto, os ovos devem ser coletados nas unidades de produção várias vezes ao dia, principalmente em dias quentes, para evitar que os mesmos sejam mantidos nos ninhos, sob a presença das aves, o que acarretaria uma alta temperatura pós postura (MENEZES et al., 2018)

Os cuidados para manter os ambientes onde os ovos férteis são alocados se fazem necessários, para se evitar um desenvolvimento embrionário precoce e assim, uma queda na taxa de eclodibilidade e na qualidade do pinto pós eclosão (DEUS, 2019; MACARI et al., 2013).

Após a fertilização e postura, dar-se-á início ao período de desenvolvimento embrionário (dia 1), que finaliza com a eclosão do pinto aos 21 dias ou 504 horas de incubação (GROFF et al., 2017; MENEZES et al., 2018).

O desenvolvimento embrionário e fetal dos pintos durante a incubação pode ser dividido em eventos relacionados à fisiologia das aves, a partir do embriodiagnóstico dos ovos não eclodidos é possível definir o dia em que a ave paralisou o desenvolvimento (Tabela 1).

Tabela 1: Desenvolvimento embrionário de ovos férteis

Dia	Desenvolvimento
Infértil	Nenhum desenvolvimento.
1	Aparecimento do tecido em desenvolvimento.
2	Desenvolvimento do tecido bem visível; aparecimento de vasos sanguíneos.
3	Batimentos cardíacos; vasos sanguíneos bem visíveis.
4	Pigmentação do olho.
5	Aparecimento de cotovelos e joelhos.
6	Aparecimento do bico; começam movimentos voluntários.
7	Começa o crescimento da crista; começa a aparecer o dente do bico do pintinho.
8	Canhões da pena visíveis; parte superior e inferior do bico do mesmo comprimento.
9	Embrião começa a ter aparência de ave; aparece abertura do bico.
10	Dente de ovo proeminente; unhas dos dedos.
11	Crista serrilhada; pena da cauda evidente.
12	Dedos totalmente formados; primeiras penas visíveis.
13	Aparecimento de escamas; corpo levemente coberto por penas.
14	O embrião vira a cabeça em direção à parte mais larga do ovo.
15	O intestino é absorvido para dentro da cavidade abdominal.
16	Corpo completamente coberto por penas; albúmen praticamente inexistente.
17	Líquido amniótico diminui; cabeça posicionada entre os pés. Crescimento do embrião praticamente completo; saco vitelino ainda do lado de fora do embrião; cabeça posicionada abaixo da asa direita.
18	Crescimento do embrião praticamente completo; saco vitelino ainda do lado de fora do embrião; cabeça posicionada embaixo da asa direita.
19	Saco vitelino absorvido para dentro da cavidade abdominal; não há mais líquido amniótico; Embrião ocupa a maior parte do ovo (com exceção da câmara de ar).
20	Saco vitelino completamente dentro do corpo; início da respiração pulmonar (respiração na câmara de ar); bicagem interna e externa.
21	Eclosão.

Fonte: Adaptado de COBB (2008; CROFF et al., 2017).

Quando ocorre a postura, o ovo possui níveis elevados de gás carbônico (CO₂) que passa a ser eliminado durante a estocagem, por se tratar de um dos elementos mais acidificantes presentes na natureza, após sua eliminação, começam ocorrer alterações no potencial hidrogeniônico (pH) do albúmen, fator que possui ampla relevância para o desenvolvimento embrionário, que possui sua atividade controlada por componentes enzimáticos dependentes do pH. Quando a perda de CO₂ ocorre de maneira acentuada, ocorre a alcalinização rápida do albúmen, o que acarreta em prejuízos no desenvolvimento embrionário (TAZAWA; WHITTOW, 2000).

A casca do ovo é a primeira barreira física contra a penetração de microrganismos, além disso, permite a troca de gases e evita a perda excessiva de umidade do ovo, fatores importantes para o desenvolvimento embrionário. A cutícula previne a entrada de microrganismos, pois a mesma promove a vedação parcial dos poros da casca (MELO et al., 2019).

Inúmeros aspectos podem influenciar o desenvolvimento embrionário de ovos férteis e comprometer os resultados da incubação, para otimizar os resultados da incubação e permitir o desenvolvimento pleno dos embriões e posterior crescimento da ave, os incubatórios devem implementar medidas de desinfecção dos ovos férteis, por meio de diferentes tecnologias e insumos (DE REU et al., 2006; TURBLIN, 2011).

1.2.2. Desinfecção de ovos férteis

No momento da postura, aproximadamente 90% dos ovos são livres de microrganismos, e sua contaminação pode ocorrer por três vias: transovariana, transovidutal e transcasca. Na primeira, a vitela é infectada enquanto ainda se encontra no ovário, ao passo que na segunda, a membrana vitelina e o albúmen são contaminados no trânsito pelo oviduto, já na terceira, ocorre quando bactérias presentes na superfície externa da casca do ovo passam através dos poros e membranas da casca, contaminando o conteúdo interno, sendo que esta via representa a de maior risco para a contaminação dos ovos, após a postura na presença de líquidos e em ambientes que promovam diferença de temperatura (MELO et al., 2019).

A alta temperatura corpórea da matriz ($\pm 42^{\circ}\text{C}$) associada a menor temperatura do ambiente promove a contração dos componentes internos do ovo, o que favorece sua contaminação por microrganismos, devido a diferença de pressão. Assim, após a postura, qualquer superfície que entre em contato com o ovo pode ser uma fonte de contaminação, uma vez que, após permear a casca do ovo fértil e suas membranas, não há óbice para a passagem do microrganismo (COOB, 2008).

A maioria das bactérias penetra a casca do ovo através dos poros, principalmente na região basal (sito da câmara basal) ou região equatorial, onde é encontrada a maior quantidade dos poros. Portanto, é importante a colheita dos ovos logo após a postura, para adequação quanto ao ambiente de armazenamento e para evitar contaminação pela cama e pelas excretas das matrizes (COOB, 2008).

Durante o processo de eclosão, o pinto ao realizar o *pipping* externo adquire os patógenos e posteriormente os elimina por meio das excretas, contribuindo para a contaminação cruzada das aves durante o processamento no incubatório ou no momento do alojamento (COX et al., 1994; WILLIAMS; GORDON, 1970).

Nos últimos anos, várias práticas relacionadas ao manejo dos ovos e dos próprios ovos férteis vem sendo implantadas, aprovadas e recomendadas pelos órgãos regulamentadores como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e por médicos veterinários a fim de melhorar o processo produtivo das granjas, dentre elas a desinfecção de ovos férteis (BRASIL, 2004).

A desinfecção da casca do ovo é altamente eficaz à remoção das populações microbiológicas para ovos destinados à incubação, sem haver alterações nos parâmetros de eclodibilidade, quando realizada adequadamente (COX et al., 1999). Esse processo consiste na eliminação ou remoção de microrganismos, patogênicos ou não, eventualmente ocorre a remoção de esporulados, mas não é possível quantificar (NAGAROTO; PENNA, 2006).

O objetivo da desinfecção é a erradicação de microrganismos, patogênicos ou não, presentes na superfície da casca dos ovos. Durante toda a história de aplicação desta fundamental medida sanitária, vários métodos vieram sendo aplicados, utilizados e pesquisados, a fim de evoluir tecnologicamente e minimizar ou anular os efeitos deletérios que esta interferência pode trazer aos ovos, bem como aos indivíduos envolvidos no processo. Alguns métodos já se encontram em desuso, não sendo mais recomendados devido ao baixo resultado sob a sanitização (MELO et al., 2019).

No caso de ovos férteis incubáveis, a desinfecção é de relevada importância para a obtenção de altos níveis de eclodibilidade, devendo ser feita após a coleta dos ovos, no matrizeiro ou incubatório, antes do armazenamento (CONY et al., 2008). A presença de ovos contaminados durante o processo de incubação pode contaminar a incubadora e os demais ovos. Para se realizar a desinfecção é necessário o uso de desinfetantes eficazes para que possa haver potencial redução da contaminação externa e interna (ARAÚJO; ALBINO, 2011).

1.3. Tipos de desinfecção de ovos férteis

1.3.1. Métodos químicos

O método químico de desinfecção de ovos férteis requer atenção especial dos responsáveis pelo seu emprego e aplicação, em virtude dos perigos e efeitos tóxicos dos produtos químicos utilizados, quanto à qualidade do ovo e aos riscos à saúde do colaborador, os métodos químicos englobam o uso de substâncias como: formaldeído (CH_2O), ozônio (O_3), ácido peracético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e amônia quaternária (NH_4), entre outros (PIRES, 2017).

O formaldeído possui algumas vantagens, como baixo custo de aquisição e facilidade de aplicação, quando comparado com outros agentes desinfetantes. Mesmo sendo largamente utilizado é nocivo à saúde humana, em decorrência de sua forte afinidade de ligação com proteínas, ácidos nucleicos e ácidos graxos insaturados, que possuem potencial de desnaturação proteica, culminando com efeito citotóxico, inflamação, necrose, reações de hipersensibilidade e efeitos mutagênicos (USALDI e CIFTCI, 2010). Seu uso foi restrito pela *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) nos Estados Unidos da América (ELGUERA, 1999). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) tem recomendado que se restrinja o uso de formaldeído e de produtos que contenham paraformaldeído ($\text{OH}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}_{(n=8-100)}$) pelos mesmos motivos da OSHA, excetuando-se os casos onde são utilizados os equipamentos de proteção individual corretos (BRASIL, 2008).

O ozônio teve sua utilização aprovada pela *Food and Drug Administration* (FDA) no ano de 2001, podendo ser utilizado tanto na forma de gás quanto na forma líquida, como agente desinfetante a ser aplicado no processamento de alimentos e no estoque de produtos. Em sua forma gasosa o ozônio possui propriedades semelhantes na desinfecção de ovos, frutas frescas e vegetais, além de possuir como propriedade favorável a decomposição em oxigênio após o uso, sendo enquadrado como agente não liberador de resíduos tóxicos (FDA, 2001).

Todavia há necessidade de se realizarem maiores estudos para delimitar a dose de administração e a avaliação dos efeitos desse desinfetante, sobre o rendimento de incubatório e qualidade dos pintainhos de um dia, pois quando empregado em concentrações de 3,03% por duas horas afeta negativamente a eclodibilidade, elevando a taxas de mortalidade embrionária 26,5% a 37,5%, em

comparação com o peróxido de hidrogênio. Não obstante a efetividade do ozônio sofre interferência de fatores ambientais como: temperatura, umidade, quantidade de matéria orgânica, reação com superfícies e a sensibilidade microbiana (CLÍMACO, 2017).

O ácido peracético teve seu uso aprovado por meio da Resolução de Categoria Colegiada (RDC) nº 002/2004 da ANVISA, podendo ser empregado para a lavagem de ovos, carcaças, peixes e culturas hortifrutícolas em quantidades suficientes para alcançar o efeito desejado, com funções bactericidas, fungicidas e esporicidas, desde que não sejam detectados resíduos remanescentes no produto final (BRASIL, 2004).

O ácido peracético é uma substância não liberadora de resíduos tóxicos, pois sua dissociação resulta em água (H_2O), oxigênio (O_2) e ácido acético (CH_3COOH). Sua atividade está relacionada com a liberação de O_2 ativo, mesmo sendo o seu mecanismo de ação antimicrobiano pouco conhecido. Um elemento que torna limitada a sua aplicabilidade para a desinfecção de ovos férteis é o elevado custo, isso também contribui para a escassez de estudos sobre seu emprego (CLÍMACO, 2017).

Outro composto utilizado para a desinfecção de ovos férteis é o peróxido de hidrogênio, que pode ser encontrado no estado físico de líquido, incolor, completamente miscível em água, empregado de maneira assaz como desinfetante, possui características oxidativas, sendo corrosivo quando aplicado sobre alguns metais, e sobre tecidos vivos pode causar irritação, principalmente em se falando de olhos e mucosas, quando em altas concentrações (HIGGINS et al., 2005).

Embora (SCOTT; SWETNAM, 1993) apresentem preocupações sobre o potencial efeito oncogênico, a solução final de peróxido de hidrogênio disposta à 3% detém baixa toxicidade. A degradação do peróxido de hidrogênio resulta em H_2O e O_2 , não deixando resíduos tóxicos na superfície. Propõe-se que a destruição microbiana decorra da reação de um íon superóxido (e^-) com peróxido de hidrogênio para produzir uma hidroxila (OH), sendo esta altamente reativa e com potencial de agredir lipídios da membrana celular, DNA e outros componentes celulares essenciais.

A avicultura tem utilizado com grande sucesso o peróxido de hidrogênio à uma concentração de 3% em incubadoras e nascedouros, haja visto a estabilidade e rápida ação bactericida, sem produção de produtos de decomposição prejudiciais (BRAKE;

SHELDON, 1990; FREDOVICH, 1978; SCOTT; SWETNAM, 1993; SHELDON; BRAKE, 1991; SULLIVAN, 1992).

A amônia quaternária pertence ao grupo dos desinfetantes que possui emprego bastante contraditório, com alto potencial bactericida (GREZZI, 2006; SPINOSA; GORNIK; BERNARDI, 2006). No entanto, sua dinâmica pode ser minorada consideravelmente na presença de matéria orgânica (JAENISCH; KUCHIISHI; COLDEBELLA, 2010). Além disso, o uso regular do desinfetante é associado à contaminação de alimentos, em decorrência da presença de resíduos deste desinfetante em produtos de origem animal.

1.4. Método físico

Os agentes físicos utilizados no processo de desinfecção de ovos férteis envolvem a radiação ultravioleta (UV) e tem o objetivo de aniquilar os micróbios da superfície dos ovos. A aplicação dos métodos físicos cambados às instalações avícolas, tendo como principal exemplo a secagem de bebedouros e comedouros ao sol, com supedâneo à luz UV existente nos raios solares, com propriedades bacteriostáticas, bactericidas e viricidas (BELL, 2002; OLIVEIRA et al., 2020).

A luz UV é um método isento da geração de resíduos ao meio ambiente e dotado de corolários significativos na redução de micróbios patogênicos, presentes na casca dos ovos. A utilização da luz UV pode ser combinada ao ozônio e peróxido de hidrogênio, corroborando com a redução da população de microrganismos na casca, mediante aos efeitos sinérgicos obtidos. A aplicação da luz UV pode ser por meio de lâmpadas germicidas (UV-C), que pode minorar a contagem microbiana total na superfície dos ovos e no ambiente de incubação, mas devem ser tomadas medidas de atenção para a correta exposição da superfície do ovo, pois a luz não possui potencial de permear obstáculos (CLÍMACO, 2017).

1.4.1. Métodos biológicos

Os métodos biológicos alternativos têm sido escopo de pesquisas com a finalidade de verificar possíveis alternativas aos produtos químicos utilizados na desinfecção de ovos férteis, eficazes e pouco onerosos, sem feitos adversos no desenvolvimento embrionário e sem riscos relacionados aos efeitos oncogênicos presentes nos

métodos usuais. Estudos têm mostrado, além das sobrecritas vantagens, que o método biológico coadjuva no aumento da eclosão dos ovos. No entanto, a avaliação da eficiência das substâncias naturais como forma de desinfecção de ovos férteis é controversa na literatura (VILELA et al., 2012).

Os produtos devem possuir características relacionadas ao amplo espectro no aniquilamento de microrganismos, possuir atividade em baixas concentrações, ser seguro aos usuários e aplicadores, bem como para os ovos e ser desprovido de ação corrosiva aos metais (SCRIPNIC; EREMIA, 2015), mas além da saúde humana, na contemporaneidade, há extensa preocupação dos riscos ambientais, que são consideravelmente minorados com o emprego dos métodos alternativos biológicos de desinfecção, uma vez que os princípios ativos encontram-se naturalmente disponíveis na planta, não havendo necessidade de processamento industrial (DELAQUIAS; MAZZA, 1995; HAMMER; CARSON; RILEY, 1999).

Este método contorna o uso de óleos essenciais e substratos naturais como: própolis, cravo da Índia, orégano, lisozima, capim limão, alicina (BESSAROV, 1983; SHAKIREVA, 1997).

O uso de óleos essenciais extraídos de plantas da família *Lamiaceae* – antiga família *Labiatae* – têm sido empregados em decorrência de serem agentes ambientalmente aceitáveis, pois apresentam as características antimicrobianas desejadas para a desinfecção dos ovos férteis, além de possuírem potencial volatilidade, o que permite sua aplicação por meio do processo de fumigação (KALEMBA; KUNICKA, 2003; MISHRA; DUBEY, 1994; MONTES-BELMONT; CARVAJAL, 1998; VAZQUEZ et al., 2001). Como principal exemplo desta família, destaca-se o orégano que, desde há muito, é empregado como remédio popular por apresentar características antibacterianas (AURELI; COSTANTINI; ZOLEA, 1992; BAYDAR et al., 2004; BIONDI et al., 1993; VAGI et al., 2005), antioxidante (GOULADIS et al., [s.d.]; TEPE et al., 2004), antimicótico (SIVROPOULOU et al., 1996; WILSON et al., 1997) propriedades essas garantidas pela presença de componentes básicos como: timolol, carvacrol, γ -terpineno e p-cimeno.

A lisozima (1,4- β -N-acetilmuramidase) trata-se de uma enzima bacteriolítica natural que pode ser isolada da clara do ovo e está em tecidos e secreções animais (SALTON, 1957), o mecanismo antibacteriano ocorre em função da quebra das ligações glicosídicas presentes entre o ácido N-acetilmurâmico e a N-acetilglucosamina presente nos peptidoglicanos que compõe a parede celular

bacteriana das bactérias Gram-negativas, uma vez que os componentes deste grupo microbiológico possui uma camada externa composta por lipopolissacarídeos e proteína, ora demonstrando sua maior eficácia sob as bactérias Gram-negativas (PHILLIPS, 1966). Existem relatos da potencialização de sua atividade antibacteriana após a adição de EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético), acarretando o controle do crescimento das bactérias gram-negativas (BOLAND; DAVIDSON; WEISS, 2003). Tem-se como fator de agravo a escassez da pesquisa sobre o uso da lisozima, por isso seu emprego deve ser intimamente acompanhado da mensuração de sua eficácia, principalmente contra *E. coli*, bactéria que causa importantes prejuízos à indústria da incubação (BERRANG et al., 1991; GENTRY; QUARLES, 1972; MELLOR; BANWART, 1965).

Um dos compostos mais biologicamente ativos do alho é o dialil-tiosulfinato, também conhecido por alicina, evidenciando atividades bacteriostáticas e bactericidas contra bactérias gram-negativas e gram-positivas; vários pesquisadores têm relatado a ampla gama de microrganismos que são sensíveis à esta substância (BEUCHAT; R., 1984; CELLINI et al., 1994; KUMAR; BERWAL, 1998; RAHMAN; AL-SHEIBANI; M., 2006; RODE; WET; CYWES, 1989). Cabe salientar que a alicina não é encontrada nas plantas “íntactas”, mas somente após a ação de uma enzima, chamada alina-alquil-sulfenato-liase (alinase), sobre a alina, um aminoácido não proteico (S-alilcisteína S-óxido). Esta enzima torna-se biologicamente ativa em apenas alguns segundos após processos de maceração de alho. A presença da alicina pode facilmente ser percebida no ambiente, já que é uma molécula volátil pouco miscível em água e que possui odor *sui generis* de alho recém esmagado (BLOCK, 1985).

As espécies *Thymus*, comumente empregadas como chás, especiarias e condimentos aromatizantes e como plantas medicinais, possuem forte atividade antibacteriana, antiviral, antiespasmolítica e antioxidante, um dos exemplares da espécie é o tomilho, e, embora atuem sob bactérias gram-positivas e gram-negativas, àquelas pareceram mais sensíveis do que estas últimas, principalmente *Clostridium botulinum* e *C. perfringens* (NEVAS et al., 2004).

Em estudo comparando a atividade do álcool etílico a 70% ao tomilho, na incubação de ovos, observou-se que houve menor atividade antimicrobiana do álcool, após um dia de armazenamento (AYGUN; SERT; COUPER, 2012). O óleo de tomilho evidenciou importante inibição de *Aeromonas hydrophila*, *Listeria monocytogenes* e *Yersinia enterocolitica* (FABIO et al., 2003).

A própolis é uma substância resinosa abstraída dos exsudatos de brotos e botões das plantas por abelhas em mixórdia à cera, pólen e secreções salivares (OLIVEIRA; SANTOS, 2018), possuindo como principais constituintes os compostos fenólicos e os flavonóides, no entanto a composição química pode variar com a biodiversidade da região visitada pelas abelhas (PARK et al., 2005), por possuírem complexa composição química e diferentes ações antimicrobianas como: ação antibacteriana (SFORCIN et al., 2000 ; CABRAL et al., 2009, CARDOSO et al., 2009), antifúngica (KOC et al., 2005, QUINTERO et al., 2008; CARDOSO et al., 2009), antiviral (HULEIHEL; ISANU, 2002; SCHNITZLER et al., 2010; NOLKEMPER et al., 2010) e anticarcinogênica .

Em estudo realizado por Scripnic e Eremia (2015) ao pulverizarem extrato de própolis sobre os ovos férteis, os autores observaram redução na contagem bacteriana total, além disso, foi possível controlar a contaminação da casca dos ovos por fungos, devido aos flavonoides como galangina e aos ácidos hidroxinâmicos, como o ácido cafeico, presentes na própolis.

1.5. Modos de Desinfecção

1.5.1. Fumigação

A fumigação consiste em um tratamento realizado com compostos químicos ou formulações pesticidas, que possuam volatilidade suficiente para produção de gás ou fumaça em um sistema hermético, que visa a desinfecção de materiais e objetos. É o modo mais conhecido e possuidor de grande eficiência quando empregado na desinfecção de ovos férteis, incorporado no desígnio de aniquilação microbiana (DEBES; BASYONY, 2011).

Quando utilizada fumigação de formaldeído, requer-se que os níveis no ambiente de desinfecção sejam elevados, para se obter um potencial antimicrobiano satisfatório, para isso, pode-se empregar o calor ou a vaporização direta. A primeira pode ser obtida por meio da amálgama de formaldeído (CH_2O) e permanganato de potássio (KMNO_4), onde o calor emerge da reação entre ambas as substâncias (MACARI et al., 2013; MARQUES, 1994).

Existe ainda uma segunda forma de obtenção de gás, por meio da elevação da temperatura do pó de paraformaldeido à 220°C , esse processo desencadeia na

despolimerização e resulta na mudança de estado físico, por meio de sublimação, o que resulta no vapor de H_2O e no gás de CH_2O , com potencial elevado na ação bactericida, em especial para *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*.

A fumigação pode também ser utilizada de forma ininterrupta, onde dispõe-se um recipiente, preenchido por formol na concentração de 37%, em local fechado (MITCHELL; WALTMAN, 2003; WALKER; SANDER, 2004).

1.5.2. Pulverização, aspersão e nebulização

A aspersão, também chamada de pulverização é o método em que se busca a desinfecção dos ovos férteis por meio da aplicação de pequenas gotículas na superfície da casca dos ovos, com o uso de pulverizadores simples. É necessário a utilização de substâncias com potencial desinfetante, por exemplo: amônia quaternária (CAQs), formaldeído CH_2O , peróxido de hidrogênio (H_2O_2), fenol (C_6H_6O), dentre outros produtos químicos (ELGUERA, 1999; CONY et al., 2007).

Existem copiosas formas de aplicação por pulverização, aspersão e nebulização, que vão desde equipamentos manuais, passando pelos mecânicos, até ferramentas de alta tecnologia e de funcionamento automático, os quais podem ser instalados na área de coleta e armazenamento dos ovos. Os equipamentos devem, obrigatoriamente, serem compostos por tanques para líquido e naqueles onde observa-se a presença de dois tanques, um destina-se para a solução de lavado, podendo ser de H_2O , cloro (Cl) ou H_2O_2 e o segundo tanque para disposição da solução desinfetante composta de H_2O , acrescida de C_6H_6O , CAQs, H_2O_2 ou outras substâncias compatíveis com o modo de aplicação (CONY et al., 2008; OIE, 2009).

O processo de pulverização, ocorre, quando em máquinas com controles de aquecimento, o primeiro tanque tem a temperatura mantida em $44^\circ C$ e possui capacidade de filtração, reciclagem e dosimetria da solução; o segundo tanque apresenta temperatura mantida em $48^\circ C$. O aquecimento das soluções é importante para prevenir a ocorrência de choques térmicos (TURBLIN, 2011). Ao se passarem as bandejas com os ovos, através de uma correia transportadora, estes são lavados à pressão com a solução do primeiro tanque e, subsequentemente, ocorre a pulverização com o desinfetante do segundo.

A pulverização requer atenção para que o processo ocorra de maneira adequada, disposta por toda a superfície do ovo, sem prejudicar as taxas de

eclodibilidade e com o uso de substâncias que não afetem negativamente a troca gasosa através da casca (TURBLIN, 2011).

1.5.3. Imersão

A imersão consiste em um modo de desinfecção de ovos férteis com objetivo de submergê-los em recipientes dotados de água, associada à soluções com potencial desinfetante, podendo ser CAQs, hipoclorito de sódio, Cl e sódio (NaCl) (COX et al., 2007; SCOTT; SWETNAM, 1993; WELLS et al., 2011).

Não é recomendada a realização da imersão logo após a oviposição, em soluções com temperaturas aquém da temperatura dos ovos, pois a diferença entre as temperaturas pode causar um efeito de sucção e a água presente pode facilitar a passagem de microrganismos trans-casca através dos poros (HAINES; MORAN, 1940).

O método de imersão em soluções desinfetantes pode apresentar-se efetivo, todavia, há contraindicações da administração em grandes quantidades, além de problemas relacionados à contaminação cruzada, quando o processo não é realizado da forma correta. Também é manifesto a ineficiência e possibilidade de inativação de determinadas classes de desinfetantes, quando estes são expostos à matéria orgânica, assim a soma da falta de modificação da água, associada à presença de altas quantidades de matéria orgânica na solução contribuem e tornam-se um empecilho considerável para se atingir os objetivos do processo (MAULDIN, 2008).

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo geral

Desenvolver uma revisão sistemática e meta-análise acerca dos métodos de desinfecção em ovos férteis e avaliar a efetividade dos sanitizantes/desinfetantes em relação aos parâmetros de incubação.

1.6.2. Objetivo específico

Desenvolver uma revisão sistemática sobre os métodos de desinfecção de ovos férteis.

Fazer uma meta-análise com relação aos tipos de desinfecções dos ovos férteis sobre os efeitos parâmetros de incubação.

Definir se os métodos biológicos podem ser utilizados para desinfecção dos ovos férteis, sem prejuízos para a incubação

2. Material e métodos

2.1. Estratégia de busca, seleção dos artigos e construção do banco de dados

Foi realizada a busca dos artigos científicos no dia 18 de fevereiro de 2020 para selecionar os estudos revisados por pares para a construção do banco de dados. Os registros foram identificados a partir dos bancos de dados eletrônicos da PubMed, Scopus e Web of Science e se optou por pesquisar títulos, resumos e palavras-chave nos artigos.

Para a elaboração da questão de pesquisa da revisão sistemática, utilizou-se a estratégia PICO (acrônimo para problema, intervenção, controle e desfecho) (Fineout-Overholt e Stillwell, 2011). As palavras-chave e termos booleanos utilizados foram (egg OR eggs broiler* OR chicken* OR breeder* OR bird* OR “hatching egg”*) AND (disinfection* OR disinfectant OR sanitation* OR sanitizing* OR sanitized* OR disinfectants* OR fumigation* OR formaldehyde*) AND (hatchability* OR embryonal OR mortality* OR fertility* OR weight* OR cfu OR microbiome* OR bacterial* OR bactericidal* OR contamination* OR contaminated*). Estas palavras compreenderam a apenas três elementos da estratégia PICO, sendo eles PCO.

Os estudos obtidos na pesquisa foram então verificados quanto ao cumprimento de diferentes critérios para determinar sua inclusão no banco de dados. Os critérios utilizados foram: a) ensaios *in vivo*; b) artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais; c) ovos férteis de matrizes de frangos de corte ou poedeiras comerciais e; d) avaliação dos parâmetros de incubação (eclodibilidade e/ou eclosão e/ou mortalidade embrionária).

Todas as referências obtidas em cada banco de dados foram exportadas para o software EndNote, o título e o resumo de cada registro foram revisados independentemente por dois pesquisadores, com o objetivo de selecionar os trabalhos que foram utilizados na próxima etapa. A versão completa dos trabalhos selecionados foi avaliada criticamente quanto à sua qualidade e relevância, considerando os objetivos da revisão sistemática. Para completar a base de dados, todas as referências bibliográficas dos trabalhos selecionados foram revisadas, para se buscar estudos adicionais que atendessem aos critérios e pudessem ser incluídos à base de

dados. Se encontradas, estas publicações científicas foram avaliadas seguindo os mesmos critérios utilizados na etapa anterior.

Após a seleção das comunicações científicas, os dados foram transferidos para uma planilha eletrônica. Cada linha da planilha representava um tratamento e cada coluna representava uma variável de estudo. Informações relacionadas ao objetivo do estudo (parâmetros de incubação) e outras variáveis (tipo de tratamentos utilizados para a desinfecção dos ovos, modo como o tratamento foi aplicado, existência de desafio com bactérias, linhagem genética e número de ovos por tratamento) foram utilizadas para fornecer uma análise descritiva dos estudos incluídos no banco de dados.

Os tratamentos foram classificados em água, químicos, biológicos, físico e nenhum tratamento de acordo com o princípio ativo utilizado (Tabela 2). Além disso, foi realizada uma classificação quanto ao modo de aplicação dos tratamentos, sendo divididos em: nebulização, fumigação, imersão, imersão + vácuo e spray.

Tabela 2: Classificação dos tratamentos em químico, biológico e físico utilizados nos artigos da revisão sistemática.

Químico	Cloro; amônia quaternária; clorito de sódio; cloridrato de polihexametileno biguanida; hipoclorito de sódio; para-terciário-amifenol; peróxido de hidrogênio; ácido acético; formaldeído; peroximonossulfato de potássio; permaganato de potássio; ácido peracético; ortofenilfenol; dióxido de cloro; ozônio; ácido etilenodiamino tetra-acético; sódio-n-cloro-ptolueno sulfonamida; formalina; cloreto de benzalcônio; paraformaldeído; óxido de tributilestanho; α -fenilfenol; p-amilfenol terciário; diclorocianurato de sódio; α -benzil-p-clorofenol; uréia; glutaraldeído; clorexidina; fenol sintético; álcool etílico; gás ionizado; álcool de cereais
Biológico	Óleo de <i>Cymbopogon flexuosus</i> ; óleo de <i>Lippia rotundifolia</i> ; lisozima; água oxidante eletrolisada; alicina; água eletrolisada; extrato de alho; óleo de orégano; extrato de Própolis; óleo de tomilho; óleo de cravo
Físico	Luz ultravioleta

Foram elaboradas tabelas com os detalhes de cada artigo científico, destacando os autores, títulos, periódicos, código, princípios ativos utilizados como tratamentos, número de ovos para cada tratamento, uso ou não de grupo controle, uso ou não de desafio microbiano, modo de aplicação dos tratamentos e parâmetros avaliados. Além disso, desenvolveu-se uma tabela com pontuações referentes à qualidade dos artigos da meta-análise (Tabela 5), onde para todas as características avaliadas o número dois (2) representou melhor qualidade e o um (1) pior qualidade, ao final fez-se a soma destes valores. Foram julgados com o objetivo de qualificar os artigos critérios como uso de grupo controle, desafio microbiano, carga microbiana antes dos tratamentos, presença dos parâmetros de incubação, apresentação da concentração dos produtos utilizados, tratamento com mais de um produto, níveis dos produtos utilizados e uso de método biológico para desinfecção.

Os estudos inseridos na base de dados foram codificados através de um número sequencial de acordo com o seu ano de publicação e ordem alfabética dos autores para estudos publicados no mesmo ano. As variáveis que avaliam os parâmetros de incubação (eclodibilidade de ovos férteis; eclosão e mortalidade embrionária) foram relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle presente em cada estudo e expressas como porcentagem de variação entre os resultados. Este procedimento é adotado para reduzir consideravelmente o efeito da variação entre experimentos presentes neste banco de dados.

A variável eclodibilidade foi considerada como o número de pintos nascidos/número de ovos férteis incubados, mediante ao embriodiagnóstico e

ovoscopia, para a detecção de ovos inférteis. A eclosão foi considerada como o número de pintos nascidos/número de ovos incubados e a mortalidade embrionária foi avaliada ao final do período de incubação por meio de embriodiagnóstico, onde foram quantificados embriões/fetos que não eclodiram.

As principais informações incluídas nas bases de dados foram: aspectos bibliográficos (autores, ano, periódico, país e instituição de origem, etc.), características experimentais (tipos de tratamentos para a desinfecção dos ovos férteis; concentração dos produtos utilizados para tal tratamento; número de repetições e de ovos por repetição) e resultados (eclodibilidade, mortalidade embrionária, perda de massa dos ovos e peso corporal das aves a eclosão). Outros resultados complementares foram tabulados conforme a disponibilidade destas informações nos artigos selecionados.

2.2. Análise estatística

A meta-análise foi realizada seguindo três análises sequenciais: gráfica (para controlar a qualidade do banco de dados e para observar a coerência biológica dos dados), correlação (para identificar os fatores relacionados entre todas as variáveis), e variância-covariância (para comparar os tratamentos).

Foram realizadas análises exploratórias para compreender melhor o banco de dados. Primeiro, análises gráficas foram utilizadas para observar a coerência biológica dos dados e para obter uma visão geral da consistência e heterogeneidade dos mesmos. Após, uma análise de variância-covariância foi realizada para comparar os tratamentos de acordo com os grupos estabelecidos previamente: água, químico, biológicos, físico e nenhum tratamento. O código do estudo foi inserido no modelo como covariável e com efeito aleatório. A variação entre os tratamentos foi considerada efeito fixo no modelo. As possíveis diferenças entre médias foram comparadas através do teste de Tukey à 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Minitab 18.

3. Resultados

3.1. Resultados da pesquisa bibliográfica

Após a pesquisa bibliográfica, 3.450 referências foram identificadas e importadas dos bancos de dados eletrônicos. Com a assistência de um software para gerenciamento de referências, um total de 1.427 duplicatas foram removidas. Depois, 1.935 estudos não foram qualificados por meio da avaliação do título e resumo, por se tratarem de artigos em outras áreas de pesquisa não relacionadas com o tema da meta-análise, além disso, nesta fase foram retirados artigos que trabalharam com outras espécies de aves, como codornas, perus e patos, restando portanto, 82 artigos. Após a avaliação dos trabalhos completos, 56 referências foram excluídas por não atenderem ao critério de seleção com relação às variáveis analisadas (eclodibilidade e/ou eclosão e/ou mortalidade embrionária). Após todas as etapas de avaliação (bancos de dados *on-line* e referências de estudos selecionados), 32 publicações científicas (artigos de pesquisa completos) foram retidas para a meta-análise (Figura 1).

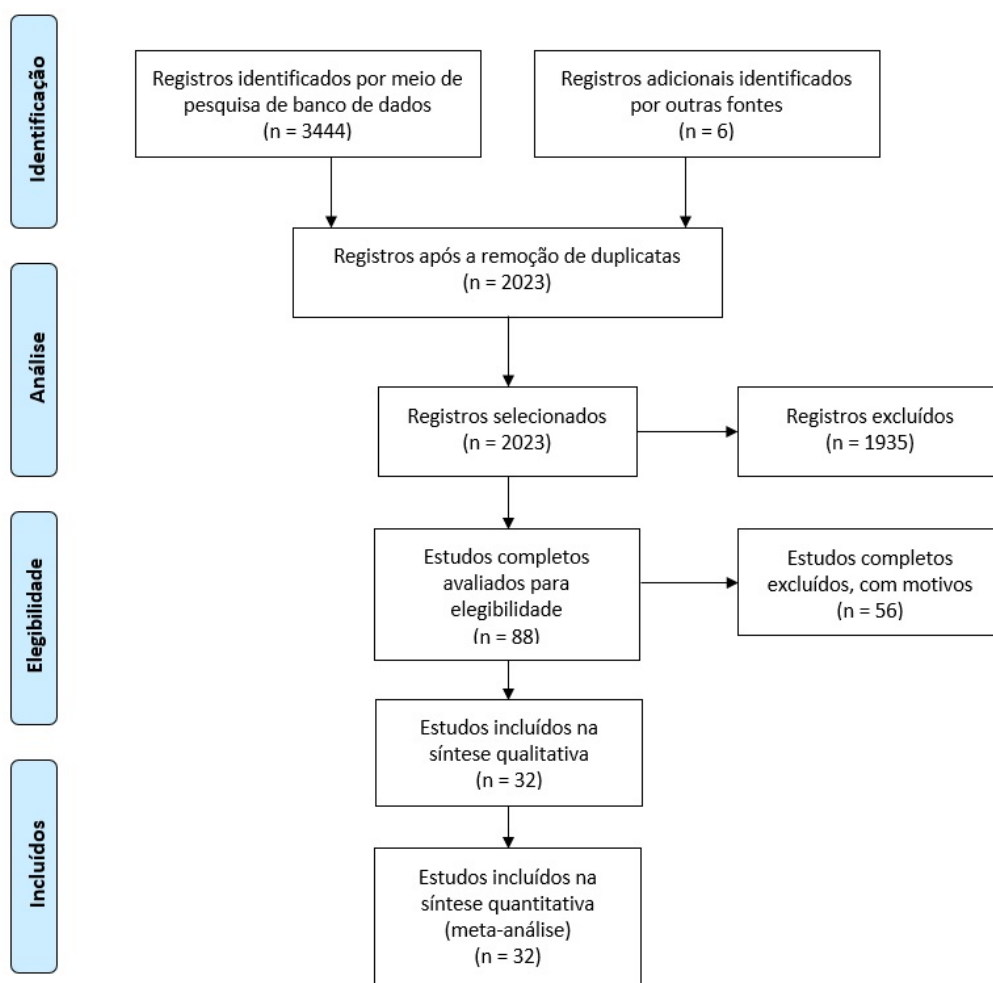


Figura 1: Prisma da seleção dos artigos utilizados na meta-análise.

3.2. Descrição do banco de dados

Os estudos que compõem o banco de dados foram publicados entre 1990 e 2020, em periódicos internacionais (90,63%) e nacionais (9,37%). Os principais periódicos foram o Poultry Science (43,75%) e Avian Disease (12,5%) (Tabela 3). Considerando o endereço do autor principal, 21,87% dos estudos eram dos Estados Unidos da América, 15,6% do Brasil, 9,3% do Canadá, 3,12% do México e 48,86% foram distribuídos na Europa e na Ásia. O banco de dados final consistiu de 179 linhas (tratamentos) e 39 colunas (variáveis) e os 32 artigos descreveram 49 ensaios, com 62.451 ovos.

Dos estudos conduzidos apenas três realizaram uma contaminação artificial dos ovos, para padronizar a carga microbiana e fornecer um desafio, os microrganismos utilizados foram: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis*. Por ser um dos critérios de seleção dos artigos, todos avaliaram

parâmetros de incubação, como eclodibilidade, eclosão e mortalidade embrionária, no entanto, somente 40,63% avaliaram todos estes parâmetros. Outro diferencial foi que 25% dos artigos avaliaram parâmetros de desempenho das aves pós eclosão e 43,75% avaliaram a contagem total de microrganismos (unidades formadoras de colônias- UFC) em amostras dos ovos (Tabela 4).

Tabela 3: Artigos utilizados na meta-análise apresentado os autores, ano de publicação, título, periódico e código

Autor	Ano	Título	Periódico	Código
J. Brake, B. W. Sheldon	1990	Effect of a quaternary ammonium sanitizer for hatching eggs on their contamination, permeability, water loss, and hatchability	Poultry Science	1
P. H. Patterson, S. C. Ricke, M. L. Sunde, D. M. Schaefer	1990	Hatching eggs sanitized with chlorine dioxide foam: egg hatchability and bactericidal properties	Avian Diseases	2
B. W. Sheldon, J. Brake	1991	Hydrogen peroxide as an alternative hatching egg disinfectant	Poultry Science	3
T. A. Scott	1993	The effect of UV-light and air filtering system on embryo viability and microorganism load on the egg shell	Poultry Science	4
R. J. Buhr, J. M. Maudin	1994	Automated spray sanitizing of broiler hatching eggs. 2. Hatchability of nest clean and dirty eggs	Poultry Science	5
M. Padron	1995	Egg dipping in hydrogen peroxide solution to eliminate salmonella typhimurium from eggshell membranes	Avian Diseases	6
N. A. Cox, M. E. Berrang, R. J. Buhr, J. S. Bailey	1999	Bactericidal treatment of hatching eggs. 2. Use of chemical disinfectants with vacuum to reduce salmonella	Poultry Science	7
J. E. Sander, J. L. Wilson	1999	Effect of hydrogen peroxide disinfection during incubation of chicken eggs on microbial levels and productivity	Avian Diseases	8
N. A. Cox, M. E. Berrang, R. J. Buhr, J. S. Bailey	2000	Bactericidal treatment of hatching eggs 4. Hydrogen peroxide applied with vacuum and a surfactant to eliminate <i>salmonella</i> from hatching eggs	Poultry Science	9

D. V. Bourassa, R. J. Buhr, J. L. Wilson	2002	Hatchability of eggs sanitized with increasing concentrations of Biosentry 904 or Bio-phene	Poultry Science	10
C. D. Coufal, C. Chavez, K. D. Knape, J. B. Carey	2003	Evaluation of a method of ultraviolet light sanitation of broiler hatching eggs	Poultry Science	11
S. E. Walker, J. E. Sander	2004	Effect of biosentry 904 and ethylenediaminetetraacetic acid-tris disinfecting during incubation of chicken eggs on microbial levels and productivity of poultry	Avian Diseases	12
S. E. Higgins, A. D. Wolfenden, L. R. Bielke, C. M. Pixley, A. Torres-Rodriguez, J. L. Vicente, D. Bosseau, N. Neighbor, B. M. Hargis, G. Tellez	2005	Application of ionized reactive oxygen species for disinfection of carcasses, table eggs, and fertile eggs	Poultry Science	13
N. H. C. Sparks, A. D. Burgess	2007	Effect of spray sanitising on hatching egg cuticle efficacy and hatchability	British Poultry Science	14
H. C. Cony, S. L. Vieira, J. Berres, H. A. Gomes, J. L. B. Coneglian, D. M. de Freitas	2008	Técnicas de pulverização e imersão com distintos desinfetantes sobre ovos incubáveis	Ciência Rural	15
G. M. Fassenko, E. E. O'Dea Christopher, L. M. McMullen	2009	Spraying hatching eggs with electrolyzed oxidizing water reduces eggshell microbial load without compromising broiler production parameters	Poultry Science	16
G. Copur, M. Arslan, M. Duru, M. Baylan, S. Canogullari, E. Aksan	2010	Use of oregano (<i>Origanum onites</i> L.) essential oil as hatching egg disinfectant	African Journal of Biotechnology	17

J. B. Wells, C. D. Coufal, H. M. Parker, A. S. Kiess, K. M. Young, C. D. McDaniel	2011	Hatchability of broiler eggs sanitized with a combination of ultraviolet light and hydrogen peroxide	International Journal of Poultry Science	18
G. Copur, M. Arslan, M. Baylan, S. Canogullaric	2011	Use of allicin as an alternative hatching egg disinfectant versus formaldehyde fumigation in broiler hatching eggs	Biotechnology & Biotechnological Equipment	19
I. Durmus	2012	Determining effects of use of various disinfecting materials on hatching results and total bacterial count	Asian Journal of Animal and Veterinary Advances	20
C. O. Vilela, G. D. Vargas, G. Fischer, S. Ladeira, R. O. de Faria, C. F. Nunes, M. de Lima, S. O. Hübner, P. Luz, L. G. Osório, M. A. Anciuti	2012	Propolis: a natural product as an alternative for disinfection of embryonated eggs for incubation	Arquivos do Instituto Biológico	21
Z. S. Lowman, C. R. Parkhurst	2013	Effects of bac-d on total aerobic bacteria naturally found on broiler breeder eggs	International Journal of Poultry Science	22
E. H. A. Shahein, E. K. Sedeek	2014	Role of spraying hatching eggs with natural disinfectants on hatching characteristics and eggshell bacterial counts	Egyptian Poultry Science Journal	23
I. A. Karrar, Al-Shammari, J. Batkowska, M. M. Gryzinska	2015	Assessment of ultraviolet light effect in hatching eggs disinfection on hatchability traits of two breeds of quails and chickens	<i>Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica</i>	24
E. Scripnic, N. Eremia	2015	Propolis extract use din incubation technology for hen's eggs treatment	Scientific Series D. Animal Science	25

A. Keita, A. Huneau-Salaun, A. Guillot, P. Galliot, M. Tavares, J. Puterflam	2016	A multi-pronged approach to the search for an alternative to formaldehyde as an egg disinfectant without affecting worker health, hatching, or broiler production parameters	Poultry Science	26
M. Gholami-Ahangaran, S. Shahzamani, M. Yazdkhasti	2016	Comparison of Virkon s [®] and formaldehyde on hatchability and survival rate of chicks in disinfection of fertile eggs	Revue Médecine Vétérinaire	27
H. Chung, H. Kim, D. Myeong, S. Kim, N. Choe	2018	Effect of chlorine dioxide gas application to egg surface: microbial reduction effect, quality of eggs, and hatchability	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	28
X. Li, D. Anderson, B. Rathgeber, N. McLean, J. MacIsaac	2018	Fumigation broiler hatching eggs with lysozyme product (Inovapure) to reduce eggshell microbial load	Poultry Science	29
G. da S. Oliveira, V. M. dos Santos, S. T. Nascimento, J. C. Rodrigues	2019	Alternative sanitizers to paraformaldehyde for incubation of fertile eggs	Poultry Science	30
E. F. Melo, W. L. S. Clímaco, M. V. Triginelli, D. P. Vaz, M. R. de Souza, N. C. Baião, M. A. Pompeu, L. J. C. Lara	2019	An evaluation of alternative methods for sanitizing hatching eggs	Poultry Science	31
W. C. L. Nogueira, A. C. S. Pena, C. N. de Souza, I. L. Azevedo, D. E. Fariafilho, A. C. de Almeida	2019	Disinfection of Fertile Eggs of Free-Range Poultry with Essential Oils	Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal	32

Tabela 4: Tratamentos utilizados, número de ovos/tratamento, modo de aplicação da desinfecção e parâmetros de incubação avaliados em cada artigo utilizado na meta-análise

Código	A	B	C	D	E	F
1	Formaldeído + permanganato de potássio; peróxido de hidrogênio estabilizado + ácido peracético + ácido acético; ortofenilfenol; hipoclorito de sódio + dióxido de cloro + clorito de sódio + ozônio + água	-	750 (formaldeído + permanganato de potássio); 750 (peróxido de hidrogênio estabilizado + ácido peracético + ácido acético); 750 (ortofenilfenol); 750 (hipoclorito de sódio + dióxido de cloro + clorito de sódio + ozônio + água)	-	Spray; fumigação	Eclosão, eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL),
2.1	Controle; quaternária Spray)	amônia (HES	* Amônia quaternária	-	Spray	Fertilidade, eclodibilidade, mortalidade
2.2	Controle; quaternária	amônia	* Amônia quaternária	-	Spray	Fertilidade, eclodibilidade, mortalidade
2.3	Controle; quaternária	amônia	* Amônia quaternária	-	Spray	Fertilidade, eclodibilidade, mortalidade
2.4	Controle; quaternária	amônia	* Amônia quaternária	-	Spray	Fertilidade, eclodibilidade, mortalidade
2.5	Controle; quaternária	amônia	*8 (Amônia quaternária)	-	Spray	Fertilidade, eclodibilidade, mortalidade

3	Formaldeído; dióxido de cloro	-	150 (formaldeído); 150 dióxido de cloro (ClO ₂ 80 ppm); 150 dióxido de cloro (ClO ₂ 160 ppm)	-	Fumigação	Fertilidade, eclosão, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL),
4	Controle; formaldeído; própolis	28	28 (controle); 28 (formaldeído); 28 (própolis 2400 µg); 28 (própolis 240 µg); 28 (própolis 24 µg)	-	Fumigação; imersão	Fertilidade, eclosão, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), fungos
5.1	Controle; dióxido de cloro	Control 1 (54); Control 2 (42)	54 (dióxido de cloro 10 ppm); 54 (dióxido de cloro 100 ppm); 54 (dióxido de cloro 1000 ppm); 42 (dióxido de cloro 40 ppm - 5 minutos); 42 (dióxido de cloro 40 ppm – 25 minutos); 42 (dióxido de cloro 40 ppm – 50 minutos)	-	Imersão	Eclodibilidade
5.2	Espuma de dióxido de cloro; formaldeído	70	70 (formaldeído); 70 (espuma de dióxido de cloro)	-	Imersão; fumigação	Eclodibilidade
5.3	Espuma de dióxido de cloro; formaldeído	60	60 (formaldeído); 60 (espuma de dióxido de cloro)	-	Imersão; fumigação	Eclodibilidade
6	Álcool de cereais; óleo essencial de cravo; extrato etanólico de própolis; paraformaldeído	-	450 (álcool de cereais); 450 (óleo essencial de cravo); 450 (extrato etanólico de própolis); 450 (paraformaldeído)	-	Spray; fumigação	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade, mortalidade
7.1	Controle; água; cloro; cloro + amônia quaternária	*	*Água; água; cloro; cloro + amônia quaternária;	-	Spray	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade

7.2	Controle; água; cloro + amônia quaternária; cloro + clorito de sódio; cloro + polihexametileno biguanida; ortofenilfenol + para-terciário-amifenol	*	* Controle; água; cloro + amônia quaternária; Cloro + clorito de sódio; cloro + clorito de sódio; cloro + polihexametileno biguanida; Ortofenilfenol + para-terciário-amifenol; ortofenilfenol + para-terciário-amifenol	-	Spray	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade
8.1	Formalina; luz	720	720 (luz ultravioleta 1 minuto); 720 (luz ultravioleta 3 minutos); 720 (luz ultravioleta 5 minutos); formalina	-	Imersão; Luz	Eclosão, mortalidade
8.2	Controle; luz ultravioleta + ar filtrado	1080	* Luz ultravioleta + ar filtrado	-	Luz	Eclosão, mortalidade
9.1	Controle; amônia; amônia + uréia; amônia + glutaraldeído; clorexidina; fenol sintético; formaldeído	495	495 (controle); 495 (amônia); 495 (amônia + uréia); 495 (a amônia + glutaraldeído); 495 (clorexidina); 495 (fenol sintético); 495 (formaldeído)	-	Nebulização; fumigação	Eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), coliformes (UFC/ovo), fungos
9.2	Controle; amônia; amônia + uréia; amônia + glutaraldeído; clorexidina; fenol sintético; formaldeído	495	495 (controle); 495 (amônia); 495 (amônia + uréia); 495 (amônia + glutaraldeído); 495 (clorexidina); 495 (fenol sintético); 495 (formaldeído)	-	Imersão; fumigação	Eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), coliformes (UFC/ovo), fungos
10	Amônia quaternária; ácido etilenodiamino tetra-acético + amônia quaternária; água destilada deionizada	-	176 (amônia quaternária); 176 (ácido etilenodiamino tetra-acético + amônia quaternária); 176 (água destilada deionizada)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Fumigação	Fertilidade, eclosão eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a

							aplicação (UFC mL), idade inicial, idade final, mortalidade, peso inicial, peso final, conversão alimentar
11	Controle; peróxido de hidrogênio	180	180 (peróxido de hidrogênio)	-	Imersão	Eclodibilidade, mortalidade	
12	Controle; formaldeído; peroximonossulfato de potássio	30	30 (formaldeído); 30 peroximonossulfato de potássio (virkon SR com 1/100); 30 peroximonossulfato de potássio (virkon SR com 1/200)	-	Fumigação; spray	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade, mortalidade, idade inicial, idade final, mortalidade, peso inicial, peso final, conversão alimentar	
13	Água oxidante eletrolisada; peróxido de hidrogênio; nebulização de diclorocianurato de sódio	-	3840 (água oxidante eletrolisada); 3840 (peróxido de hidrogênio 6); 3840 (peróxido de hidrogênio 30); 3840 (nebulização de diclorocianurato de sódio)	-	Fumigação; nebulização	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade	
14	Amônia Quaternária; óleo de <i>Cymbopogon flexuosus</i> ; óleo de <i>Lippia rotundifolia</i>	-	45 (amônia quaternária); 25 (óleo de <i>Cymbopogon flexuosus</i>); 25 (óleo de <i>Lippia rotundifolia</i>); 25 (óleo de <i>Cymbopogon flexuosus</i> + óleo de <i>Lippia rotundifolia</i>)	-	Imersão	Eclosão, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), coliformes (UFC/ovo), fungos, peso inicial	
15.1	Controle; sódio-n-cloro-ptolueno sulfonamida	150	150 (Sódio-n-cloro-ptolueno sulfonamida);	-	Spray	Eclosão	

15.2	Controle; sódio-n-cloro-ptolueno Sulfonamida	150	150 (sódio-n-cloro-ptolueno sulfonamida)	-	Spray	Eclosão
15.3	Controle; sódio-n-cloro-ptolueno Sulfonamida	150	150 (sódio-n-cloro-ptolueno sulfonamida)	-	Spray	Eclosão
15.4	Controle; sódio-n-cloro-ptolueno Sulfonamida	150	150 (sódio-n-cloro-ptolueno sulfonamida)	-	Spray	Eclosão
15.5	Controle; sódio-n-cloro-ptolueno Sulfonamida	150	150 (sódio-n-cloro-ptolueno sulfonamida)	-	Spray	Eclosão
16.1	Controle; gás ionizado	70	70 (gás ionizado)	<i>Salmonella Enteriditis</i>	Spray	Eclosão
16.2	Controle; gás ionizado	271	271 (gás ionizado)	<i>Salmonella Enteriditis</i>	Spray	Eclosão
17.1	Controle; formaldeído; luz ultravioleta;	240	240 (formaldeído); 240 (luz ultravioleta)	-	Fumigação; luz	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade, mortalidade
17.2	Controle; formaldeído; luz ultravioleta;	240	240 (formaldeído); 240 (luz ultravioleta)	-	Fumigação; luz	Fertilidade, eclosão de ovos, eclodibilidade, mortalidade
18	Água destilada; peróxido de hidrogênio	-	402 (água destilada); 402 (peróxido de hidrogênio)	-	Nebulização	Eclosão, eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), idade inicial, idade final, mortalidade, peso inicial, peso final, conversão alimentar.

19	Controle; água; amônia quaternária + óxido de tributilestanho; α -fenilfenol + α -benzil-p-clorofenol + p-amilfenol terciário	304	304 (água); 304 (amônia quaternária + óxido de tributilestanho ½ oz/gal); 304 (amônia quaternária + óxido de tributilestanho 1 oz/gal); 304 (amônia quaternária + óxido de tributilestanho 3 oz/gal); 304 (amônia quaternária + óxido de tributilestanho 6 oz/gal); 304 (α -fenilfenol + α -benzil-p-clorofenol + p-amilfenol terciário ½ oz/gal); 304 (α -fenilfenol + α -benzil-p-clorofenol + p-amilfenol terciário 1 oz/gal); 304 (α -fenilfenol + α -benzil-p-clorofenol + p-amilfenol terciário 3 oz/gal); 304 (α -fenilfenol + α -benzil-p-clorofenol + p-amilfenol terciário 6 oz/gal)	-	Spray	Eclosão, eclodibilidade, mortalidade
20	Controle; água destilada; peróxido de hidrogênio; polihexametileno biguanida	360	(360) água destilada; (360) peróxido de hidrogênio; (360) polihexametileno biguanida	-	Imersão + vácuo	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade
21	Controle; peróxido de hidrogênio + vácuo	360	(360) peróxido de hidrogênio + vácuo	-	Imersão + vácuo	Eclosão, eclodibilidade, mortalidade
22	Controle; própolis	120	120 (própolis 2 mL); 120 (própolis 4 mL)	-	Fumigação	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade, mortalidade
23	Paraformaldeído; ozonio; luz ultravioleta;	1.440	1.440 (paraformaldeído); 1.440 (ozonio); 1.440 (luz ultravioleta);	-	Fumigação; luz; spray	Eclosão, eclodibilidade,

	peróxido de hidrogênio; ácido peracético ; água		1.440 (peróxido de hidrogênio); 1.440 (ácido peracético); 1.440 (água)			mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), fungos
24	Controle; peróxido de hidrogênio + luz ultravioleta	972	972 (peróxido de hidrogênio + luz ultravioleta)	-	Imersão + luz	Eclusão eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL)
25	Água; lisozima + ácido etilenodiamino tetra- acético; amônia quaternária	-	520 (água); 520 (lisozima + ácido etilenodiamino tetra-acético 1,5%); 520 (lisozima + ácido etilenodiamino tetra-acético 3%); 520 (amônia quaternária)	<i>Escherichia coli</i>	Fumigação	Eclusão, eclodibilidade, mortalidade, idade inicial, idade final, número de animais, mortalidade, peso inicial, peso final, consumo de ração, conversão alimentar
26	Controle; formaldeído; óleo de orégano	300	300 (formaldeído); 600 (óleo de orégano 0,55); 600 (óleo de orégano 0,75)	-	Fumigação	Eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), fungos, idade inicial, idade final, peso inicial, peso final, consumo total de ração,

						conversão alimentar
27.1	Controle; peróxido de hidrogênio	860	860 (Peróxido de hidrogênio)	-	Spray	Eclodibilidade, mortalidade
27.2	Controle; peróxido de hidrogênio; formaldeído	180	180 (peróxido de hidrogênio); 180 (formaldeído)	-	Spray; fumigação	Eclodibilidade, mortalidade
27.3	Peróxido de hidrogênio; formaldeído; água	-	180 (água); 180 (peróxido de hidrogênio); 180 (formaldeído)	-	Spray; fumigação	Eclodibilidade, mortalidade
28	Controle; luz ultravioleta	776	1.561 (luz ultravioleta)	-	Luz	Eclodibilidade, mortalidade
29	Controle; formaldeído; alicina	300	300 (controle negativo); 300 (formaldeído); 300 (alicina 3600 mg); 300 (alicina 7200 mg)	-	Imersão; fumigação	Eclosão, eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), fungos, idade inicial, idade final, número de animais, peso inicial, peso final, consumo total de ração, conversão alimentar
30	Controle; água oxidante eletrolisada	1026	1044 (Água oxidante eletrolisada)	-	Spray	Fertilidade, eclosão, eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC mL), idade inicial, número de animais, peso

							inicial, peso final, conversão alimentar
31	Água; cloreto de benzalcônio	-	150 (água inoculada); 150 (água não inoculada); 150 (Bac-D inoculado); 150 (Bac-D não inoculado)	-	Spray		Fertilidade, eclosão, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC/mL)
32	Controle; própolis; óleo de tomilho; álcool etílico; formaldeído	300	300 (controle); 300 (propolis 14%); 300 (propolis 7%); 300 (óleo de tomilho 0,5%); 300 (óleo de tomilho 0,7%); 300 (álcool etílico); 300 (formaldeído)	-	Spray; fumigação		Fertilidade, eclosão, eclodibilidade, mortalidade, contagem total de bactérias após a aplicação (UFC/mL), coliformes (UFC/ovo)

*artigos onde não foi possível tabular o número de ovos para cada tratamento.

A: princípio ativo utilizado.

B: número de ovos do tratamento controle.

C: tratamentos utilizados com os números de ovos.

D: tipo de desafio.

E: modo de aplicação.

F: parâmetros avaliados.

Os artigos que receberam a menor pontuação total (12 pontos), foram os de número 1, 11 e 18, destes, os artigos 1 e 18 somente receberam dois pontos, pois analisaram a eclodibilidade dos ovos e apresentaram as concentrações dos produtos utilizados, enquanto o artigo 11, somente recebeu dois pontos por ter utilizado tratamento controle e não ter usado mais do que um produto nos tratamentos. Ao passo que os artigos de número 24 e 30 receberam a maior pontuação (18 pontos), pois dentre os critérios avaliados, somente não realizaram desafio com carga microbiana nos ovos e não trabalharam com níveis dos produtos (Tabela 5).

Tabela 5: Pontuação dos estudos quanto aos critérios estabelecidos e soma dos pontos

Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Soma
1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	12
2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	15
3	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	14
4	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	15
5	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	17
6	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	14
7	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	13
8	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	16
9	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	16
10	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	15
11	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	12
12	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	13
13	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	13
14	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	14
15	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	15
16	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	17
17	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	16
18	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	12
19	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	15
20	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	16
21	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	16
22	2	1	1	1	2	1	2	2	1	2	15
23	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	16
24	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	18
25	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	17
26	2	1	1	1	2	1	2	2	1	2	15
27	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	17
28	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	17
29	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	17
30	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	18
31	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	14
32	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	17

A. grupo controle: 2 para estudos com grupo controle e 1 para estudos sem grupo controle.

B. desafio: 2 para estudos que aplicaram uma carga bacteriana como desafio e 1 para estudos que não aplicaram uma carga bacteriana como desafio.

C carga microbiana: 2 para estudos que quantificaram a carga bacteriana por meio de amostragem e 1 para estudos que não quantificaram a carga bacteriana.

D. formaldeído: 2 para estudos que usaram formaldeído como um dos tratamentos e 1 para estudos que não usaram formaldeído como um dos tratamentos.

E. eclodibilidade: 2 para estudos que analisaram a eclodibilidade em todos os tratamentos e 1 para estudos que não analisaram a eclodibilidade em todos os tratamentos.

F. ensaios: 2 para artigos com somente um ensaio e 1 para artigos com 2 ou mais ensaios.

G. tratamentos com mais de um produto: 2 para estudos que utilizaram tratamentos com somente um produto e 1 para estudos que utilizaram tratamentos com mais de um produto.

H. concentração dos produtos: 2 para estudos que apresentaram todas as concentrações dos produtos utilizados e 1 para estudos que não apresentaram todas as concentrações dos produtos utilizados.

I. níveis de produtos: 2 para estudos que usaram apenas uma dose de cada produto como tratamentos e 1 para estudos que usaram diferentes doses de um mesmo produto como tratamentos.

J. tratamentos biológicos: 2 para estudos que usaram tratamentos biológicos e 1 para estudos que não usaram tratamentos biológicos.

3.3. Análise Exploratória

3.3.1. Eclodibilidade de ovos férteis: água, químicos, biológicos e físicos

As variações na eclodibilidade de ovos férteis entre os tratamentos com desinfetantes e seus respectivos controles são apresentados na Figura 2 e foram classificados de acordo com sua composição (água, químico, biológico e físico). Ao analisarmos os dados observou-se que houve uma melhora na eclodibilidade em 90,9% dos tratamentos com desinfetantes biológicos comparados ao seu respectivo controle. Em relação ao grupo dos desinfetantes químicos 53,5% mostraram melhora e 46,5% mostraram uma piora nas respostas de eclodibilidade quando comparados ao grupo controle (sem nenhum tipo de tratamento). Para o tratamento físico a melhora foi de 83,33% e, portanto, houve uma piora em 16,67%, quando comparados ao grupo controle.

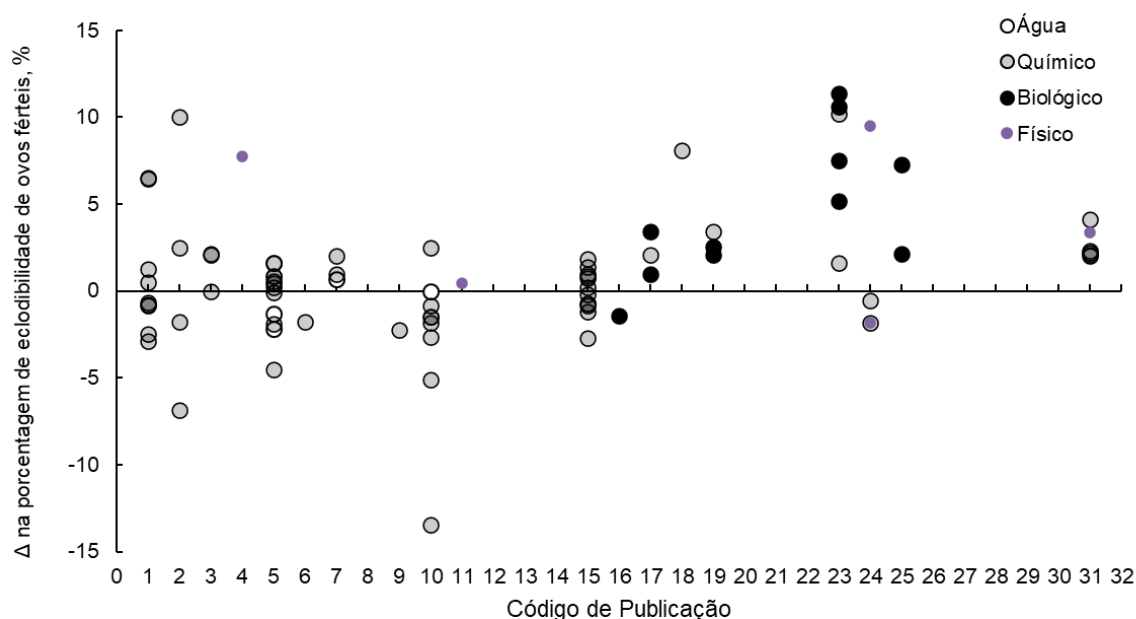


Figura 2: Variação na eclodibilidade de ovos férteis tratados com diferentes grupos de desinfetantes (água, químico, biológico, físico) relativizados ao respectivo tratamento controle.

Não houve efeito na eclodibilidade ($P = 0,658$) entre os grupos avaliados (controle, água, químico, biológico e físico) (Tabela 6).

Tabela 6: Efeito de diferentes métodos de desinfecção na eclodibilidade de ovos férteis

	Média	n	E.P.	Valor de P
Controle	87,61±5,09	29	2,33	0,658
Água	90,90±2,24	9	3,49	
Químico	86,40±15,01	84	1,79	
Biológico	88,69±10,42	16	2,96	
Físico	82,85±7,40	8	3,66	

Média ± desvio padrão da média. N: número de tratamentos/método de desinfecção dos ovos. EP – Erro Padrão Residual. P: probabilidade.

3.3.2. Eclosão dos ovos (grupos: água, químico, biológico, físico)

As variações na eclosão dos ovos entre os tratamentos com desinfetantes e seus respectivos controles são apresentados na Figura 4 e foram classificados de acordo com sua composição (água, químico, biológico e físico). Ao analisarmos os dados observou-se que houve uma melhora na eclosão em 100% dos tratamentos com desinfetantes biológicos comparados ao seu respectivo controle. Em relação ao grupo dos desinfetantes químicos 50% mostraram melhora, quando comparados ao grupo controle (sem nenhum tipo de tratamento). Para o tratamento físico a melhora foi de 75% e portanto, houve uma piora em 25%, quando comparados ao grupo controle.

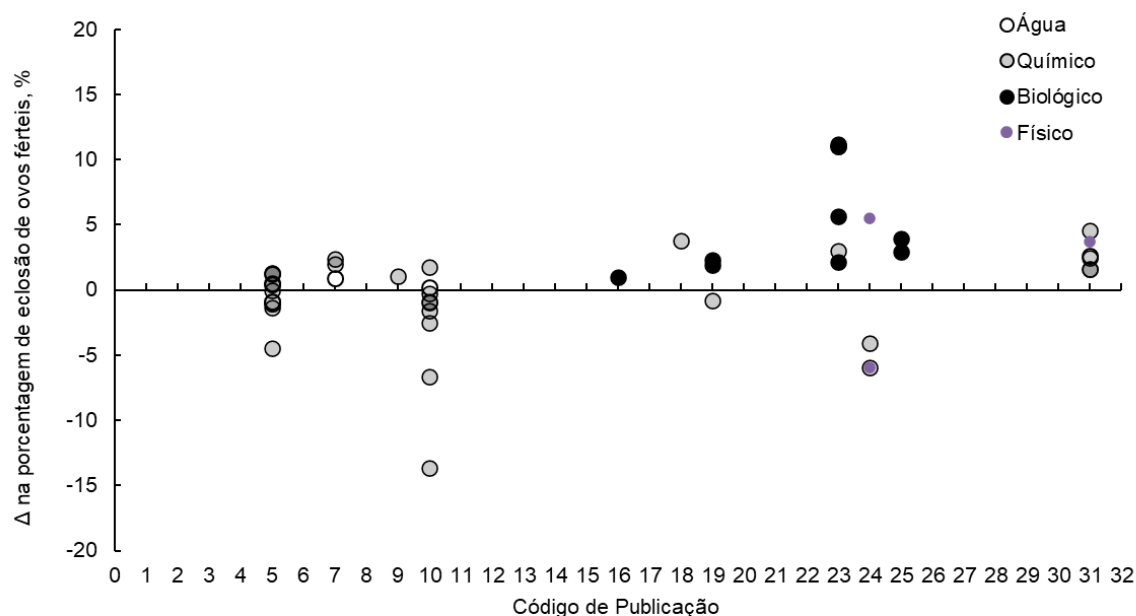


Figura 3: Variação na eclosão dos ovos tratados com diferentes grupos de desinfetantes (água, químico, biológico, físico) relativizados ao respectivo tratamento controle.

Não houve efeito na eclosão ($P = 0,468$) entre os grupos avaliados (controle, água, químico, biológico e físico) (Tabela 7).

Tabela 7: Efeito de métodos de desinfecção na eclosão dos ovos

	Média	n	E.P.	Valor de P
Controle	77,78±11,73	22	2,65	
Água	85,58±6,21	10	3,48	0,468
Químico	81,42±9,60	58	2,14	
Biológico	78,17±19,51	19	2,81	
Físico	84,02±3,39	3	5,62	

Média±desvio padrão da média. N: número de tratamentos/método de desinfecção dos ovos. EP – Erro Padrão Residual. P: probabilidade.

3.3.3. Mortalidade embrionária (grupos: água, químico, biológico, físico)

As variações na mortalidade embrionária entre os tratamentos com desinfetantes e seus respectivos controles são apresentados na Figura 6 e foram classificados de acordo com sua composição (água, químico, biológico e físico). Ao analisarmos os dados observou-se que houve uma melhora na mortalidade em 77,77% dos

tratamentos com desinfetantes biológicos comparados ao seu respectivo controle. Em relação ao grupo dos desinfetantes químicos 56,25% mostraram melhoria e 43,75% mostraram uma piora nas respostas de mortalidade quando comparados ao grupo controle (sem nenhum tipo de tratamento). Para o tratamento físico a melhora foi de 83,33% e portanto, houve uma piora em 16,67%, quando comparados ao grupo controle.

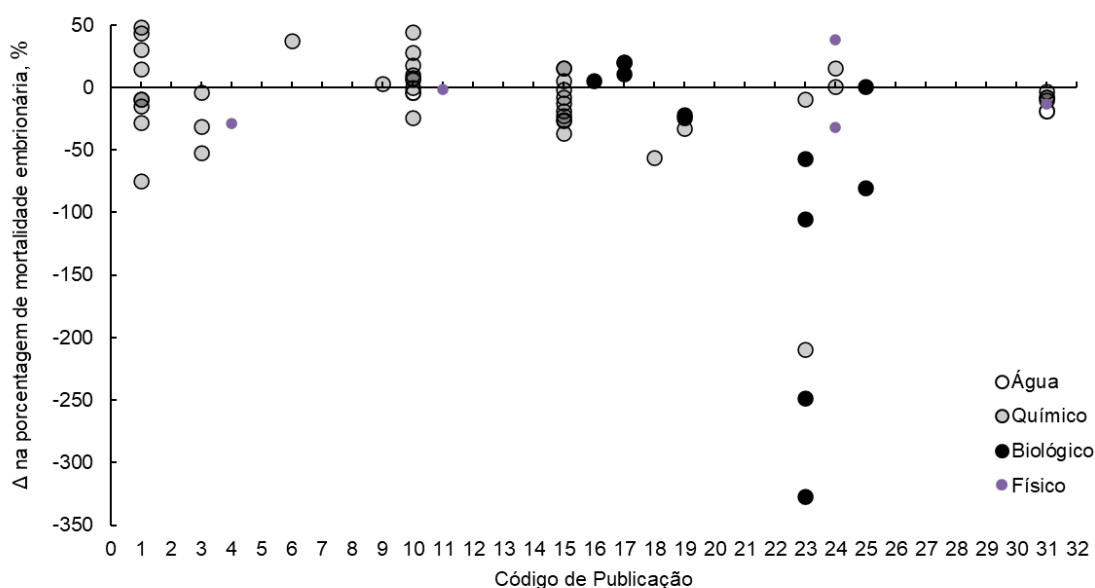


Figura 4: Variação na mortalidade embrionária de acordo com os diferentes grupos de desinfetantes (água, químico, biológico, físico) relativizado ao respectivo tratamento controle.

Não houve efeito na mortalidade embrionária ($P = 0,332$) entre os grupos avaliados (controle, água, químico, biológico e físico) (Tabela 8).

Tabela 8: Efeito dos métodos de desinfecção na mortalidade embrionária

	Média	n	E.P.	Valor de P
Controle	9,93±5,41	24	1,68	
Água	11,01±8,46	7	2,62	
Químico	9,16±6,69	61	1,31	0,332
Biológico	12,95±14,92	20	1,87	
Físico	15,58±5,75	8	2,49	

Média±desvio padrão da média. N: número de tratamentos/método de desinfecção dos ovos. EP – Erro Padrão Residual. P: probabilidade.

4. Discussão

4.1. Visão geral sobre a revisão sistemática

Com relação à linha do tempo da base de dados, o levantamento entre os anos de 1990 até 18 de fevereiro de 2020 mostrou que a princípio os trabalhos desenvolvidos contemplavam em sua maioria, tratamentos com métodos químicos e que somente a partir de 2010 iniciou-se o uso de métodos biológicos, neste caso com óleo essencial de orégano (COPUR et al., 2010), é nítida a mudança com relação a esse padrão, pois a partir de 2010 os trabalhos com o uso de métodos biológicos para a desinfecção de ovos férteis tiveram um crescimento significativo. No ano de 2019 houve a maior concentração de trabalhos com métodos biológicos para a desinfecção, o que indica que apesar deste ser um assunto recorrente e antigo nas pesquisas, os estudos com métodos alternativos vêm crescendo. Poucos são os estudos que avaliaram métodos físicos de desinfecção (luz ultra violeta), no entanto, o início foi em 1993 (SCOTT; SWETNAM, 1993).

Ovos férteis são convencionalmente higienizados por fumigação com formaldeído (KUSSTATSCHER et al., 2017). Esta técnica reduz com eficiência a contaminação dos ovos por microrganismos patogênicos (RUI et al., 2011), no entanto, esta substância pode afetar negativamente os embriões (GHOLAMI-AHANGARAN; SHAHZAMANI; YAZDKHASTI, 2016) e é prejudicial à saúde dos profissionais da granja e incubatório (KUSSTATSCHER et al., 2017; ZEWEIL et al., 2015), os sintomas incluem dores de cabeça, náuseas, deficiência respiratória, danos nos rins e câncer (OSHA, 1991; RUI et al., 2011).

O aumento da demanda por produção de frangos de corte sem o uso de antimicrobianos representa um dos maiores desafios de biossegurança para a indústria, paralelo a isso, é uma tendência que os métodos utilizados para a desinfecção dos ovos sejam menos agressivos com relação aos colaboradores e ao meio ambiente (MELO et al., 2019)

Com relação aos tratamentos biológicos, apenas o artigo 16 (FASENKO; O'DEA CHRISTOPHER; MCMULLEN, 2009) apresentou uma variação negativa em relação ao tratamento controle utilizando desinfetantes biológicos, pois os autores utilizaram como tratamento de desinfecção água eletrolisada, no qual foi classificado

nesse trabalho como método biológico de forma equivocada, pois a água eletrolisada se dá pela passagem de uma solução clorada, geralmente NaCl ou HCl, em uma célula eletrolítica, a qual apresenta um eletrodo de carga negativa e um eletrodo de carga positiva (YATAO et al., 2012).

A maioria dos estudos identificados durante a revisão sistemática utilizaram produtos alternativos aos convencionais (26) para a desinfecção dos ovos. Alguns artigos utilizaram o formaldeído como tratamento (13), para verificar a eficácia dos tratamentos alternativos com relação ao método mais utilizado. Além disso, a maioria dos artigos (24) tiveram um tratamento controle, ou seja, onde os ovos não foram desinfetados com qualquer tipo de produto ou substância. No entanto, apesar do tratamento controle (sem a desinfecção dos ovos férteis) ser de extrema importância, oito artigos não utilizaram esse tratamento no delineamento experimental, o que dificultou a comparação dos tratamentos.

Dentre os trabalhos considerados para a meta-análise, apenas um avaliou a saúde dos trabalhadores mediante aos tratamentos utilizados (WALKER; SANDER, 2004) o estudo avaliou amostras do ar e verificou se estavam dentro do limite máximo estabelecido (INRS, 2012) e quantificou o limite de exposição para os funcionários por meio de amostras do ar. Os autores observaram que o tratamento onde foi realizada a nebulização com 6% de peróxido de hidrogênio, resultou em qualidade do ar com níveis acima do limite recomendado, o que indica relação com problema de saúde dos trabalhadores.

Portanto, são necessários produtos alternativos que possam fornecer sanitização satisfatória, sem reduzir a eficiência da incubação ou prejudicar os profissionais envolvidos no processo. Vários desinfetantes alternativos e métodos de aplicação estão disponíveis no mercado, no entanto, sua eficiência é questionável devido a considerável resistência dos microrganismos, o que resulta em perdas de ovos no matrizeiro e durante o processo de incubação.

O uso de produtos químicos para a desinfecção de ovos férteis acelera o desenvolvimento de resistência microbiana. Além das preocupações devido ao surgimento de resistência em bactérias de produção avícola, também existem preocupações para a saúde humana sobre a presença de resíduos de produtos químicos na carne (REIG; TOLDRÁ, 2008) e nos ovos (GOETTING; LEE; TELL, 2014) Além disso, a resistência em patógenos aviários provavelmente levará a perdas econômicas, derivadas dos gastos com produtos ineficazes.

Apesar da importância com relação à resistência microbiana e portanto, não eficiência dos tratamentos de desinfecção em alguns casos, apenas 16 artigos realizaram as análises microbiológicas nos ovos após o processo de desinfecção. Dentre estes artigos apenas dois artigos (6 e 9) avaliaram as unidades formadoras de colônia (UFC) de fungos e os 16 artigos avaliaram as UFC de bactérias, entre elas *Escherichia coli*, *Staphylococcus* e *Salmonella typhimurium*.

Outro ponto importante foi que apenas oito artigos avaliaram a eficácia da desinfecção dos ovos sobre o desempenho das aves após a eclosão, por meio do consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso. Altos índices de contaminação microbiana em ovos férteis podem levar a redução no desempenho dos pintos pós eclosão (SCOTT et al., 1993; PADRON, 1995).

Vários artigos foram excluídos por faltarem informações muito importantes, como a avaliação dos parâmetros de incubação: eclodibilidade, eclosão, e mortalidade embrionária. Nota-se uma correlação negativa entre a contaminação de ovos para incubação e a eclodibilidade, com queda neste parâmetro devido à contaminação cruzada dos ovos dentro da incubadora (PADRON, 1995). Além disso, o manejo de incubar contaminados, pode resultar na queda da produtividade do incubatório, devido a influências indiretas, como a má qualidade dos pintos e aumento da mortalidade pós-eclosão (GENTRY; QUARLES, 1972; REID et al., 1961).

Os ovos desinfetados com substâncias químicas apresentaram variabilidade em relação ao seu efeito positivo (53,5%, ou seja, 17 artigos) ou negativo (46,5%, ou seja, 14 artigos) na eclodibilidade, em relação ao grupo controle. A diferença dos modos de ação dos produtos químicos agrupados foi um fator limitante para a meta-análise, pois gerou alta variabilidade. Além disso, outro fator que comprometeu as análises foi a limitação do número de tratamentos por métodos de desinfecção de ovos (valor de n), com destaque para o método físico, que teve n=3 para a avaliação de eclosão e n=8 para as avaliações de eclodibilidade e mortalidade embrionária.

5. CONCLUSÃO

A revisão sistemática em conjunto com a meta-análise demonstraram que os métodos biológicos de desinfecção de ovos férteis representam forte tendência para as pesquisas desta área, pois os resultados, quando avaliados os parâmetros de incubação, são superiores quando comparados aos métodos químicos, com relação à eclodibilidade dos ovos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-SHAMMARI, K. I.; BATKOWSKA, J.; GRYZI, M. M. Assessment of Ultraviolet Light Effect in Hatching Eggs Disinfection on Hatchability Traits of Two Breeds of Quails and Chickens. **Acta Sci. Pol. Zootechnica**, v. 14, n. 2, p. 33–44, 2015.

AMARAL, V. T. **Incubação de ovos férteis e o desenvolvimento embrionário**. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.

ARAÚJO, W. A. G.; ALBINO, L. F. T. **Incubação comercial**. 1. ed. Viçosa-MG: Transworld Research Network, 2011.

AURELI, P.; COSTANTINI, A.; ZOLEA, S. Antimicrobial activity of some essential oils against *Listeria monocytogenes*. **Journal of Food Protection**, n. 55, p. 344–348, 1992.

AYGUN, A.; SERT, D. Effects of prestorage application of propolis and storage time on eggshell microbial activity, hatchability, and chick performance in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. **Poultry Science**, v. 92, n. 12, p. 3330–3337, 2013.

AYGUN, A.; SERT, D.; COUPER, G. Effects of propolis on eggshell microbial activity, hatchability, and chick performance in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. **Poultry Science**, v. 91, p. 10181025, 2012.

BAYDAR, H. et al. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, n. 15, p. 169–172, 2004.

BELL, D. D. Management in alternative housing systems. In: **Commercial Chicken Meat and Egg Production**. 5. ed. Nordwll: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 1041–1057.

BERRANG, M. E. et al. Methods for inoculation and recovery of *Salmonella* from chicken eggs. **Poultry science**, n. 70, p. 2267–2270, 1991.

BESSAROV, B. F. **Medidas veterinárias e sanitárias de prevenção das doenças das aves**. Moscou: Rosselkhozizdat, 1983.

BEUCHAT, D. E.; R., C. L. Effects of Essential Oils from Plants on Growth of Food Spoilage Yeasts. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 429–434, 1984.

BIALKA, K. et al. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for the microbial safety and quality of eggs. **Poultry Science**, v. 83, p. 2071–2078, 2004.

BIONDI, D. et al. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. **Flavour Frag. J.**, n. 8, p. 331–337, 1993.

BLOCK, E. Chemistry of garlic and onions. **Science American**, v. 252, p. 94–99, 1985.

BOISSEL, J. Meta-analyse de essais cliniques; intérêts et limites. **Archives des Maladies du Coeur et des Vaisseaux**, v. 87, n. 4, p. 11–17, 1994.

BOISSEL, J. P.; BLANCHARD, J.; PANAK, E. **Considerations for the meta-analysis of randomized clinical trials. Summary of a panel discussion** *Controlled Clinical Trials*, , 1989.

BOLAND, J. S.; DAVIDSON, P. M.; WEISS, J. Enhanced inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 by lysozyme and chelators. **Journal of Food Protection**, n. 66, p. 1783–1789, 2003.

BRAKE, J.; SHELDON, B. W. Effect of a quaternary ammonium sanitizer for hatching eggs on their contamination, permeability, water loss, and hatchability. **Poultry science**, v. 69, n. 4, p. 517–525, 1990.

BRASIL. **Aprova o uso do ÁCIDO PERACÉTICO como coadjuvante de tecnologia na função de agente de controle de microrganismos na lavagem de ovos, carcaças e ou partes de animais de açougue, peixes e crustáceos e hortifrutícolas em quantidade suficiente para obter o eDiário Oficial da União** Brasil, 2004. Disponível em: <<https://lib.unnes.ac.id/17153/1/1201408017.pdf>>

BRASIL. **Resolução nº 91, de 28 de novembro de 2008: Proíbe o uso isolado de produtos que contenham paraformaldeído ou formaldeído, para desinfecção e esterilização, regulamenta o uso de produtos que contenham tais substâncias em equipamentos de esterilização e dá** Brasília, 2008.

CADIRCI, S. **The effect of fumigation regimens on eggshell structure and embryo viability**. [s.l.] The University of Glasgow, 1997.

CELLINI, L. et al. Inhibition of *helicobacter pylori* by commercial honey. **Medical Principles and Practice**, v. 4, n. 2, p. 114–116, 1994.

CLÍMACO, W. L. DOS S. Desinfetantes alternativos ao uso de formaldeído para desinfecção de ovos férteis. p. 1–119, 2017.

CONY, H. C. et al. Técnicas de pulverização e imersão com distintos Desinfetantes sobre ovos incubáveis. **Ciencia Rural**, v. 38, p. 1407–1412, 2007.

CONY, H. C. et al. Técnicas de pulverização e imersão com distintos desinfetantes sobre ovos incubáveis. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 5, p. 1407–1412, 2008.

COOB, V. **Guia de Manejo de Incubação**. 1. ed. Guapiaçu - São Paulo: [s.n.].

COPUR, G. et al. Use of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil as hatching egg disinfectant. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 17, p. 2531–2538, 2010.

COPUR, G. et al. Use of allicin as an alternative hatching egg disinfectant versus formaldehyde fumigation in broiler hatching eggs. **Biotechnology and Biotechnological Equipment**, v. 25, n. 3, p. 2494–2498, 2011.

COUFAL, C. D. et al. Evaluation of a method of ultraviolet light sanitation of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, v. 82, n. 5, p. 754–759, 2003.

COX, N. A. et al. Automated spray sanitizing of broiler hatching eggs 3. total bacteria and coliform recovery after using an egg spraying machine. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 3, n. 3, p. 234–237, 1994.

COX, N. A. et al. Bactericidal treatment of hatching eggs II. Use of chemical disinfectants with vacuum to reduce Salmonella. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, n. 3, p. 321–326, 1999.

COX, N. A. et al. Bactericidal treatment of hatching eggs IV. Hydrogen peroxide applied with vacuum and a surfactant to eliminate Salmonella from hatching eggs. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, n. 4, p. 530–534, 2000.

COX, N. A. et al. Bactericidal effect of several chemicals on hatching eggs inoculated with Salmonella serovar Typhimurium. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, p. 623–627, 2007.

D'AGOSTINO, R. B.; WEINTRAUB, M. Meta-analysis: A method for synthesizing research. **Clinical Pharmacology and Therapeutics**, v. 58, p. 605–616, 1995.

DE REU, K. et al. The effect of a commercial UV disinfection system on the bacterial load of shell eggs. **Letters in Applied Microbiology**, v. 42, n. 2, p. 144–148, 2006.

DEBES, A.; BASYONY, M. The use of oregano (*origanum vulgare* L) and ginger (*zingiber officinale*) oils as alternative hatching egg disinfectant versus formaldehyde fumigation in leghorn and matrouh egg. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 31, n. 4, p. 755–765, 2011.

DELAQUIAS, P. J.; MAZZA, G. Antimicrobial properties of isothiocyanates in food preservation. **Food Technology**, n. 49, p. 73–84, 1995.

DEUS, H. G. **Taxas de eclosão e fertilização em galinhas caipiras fertilizadas pelos métodos de monta natural e de inseminação artificial**. [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

ELGUERA, M. A. **RELAÇÃO ENTRE O MANEJO DE REPRODUTORAS DE CARNE E A QUALIDADE DOS OVOS INCUBÁVEIS**. 2 o Simpósio Técnico sobre Matrizes de Frangos de Corte 13 a 15 de outubro de 1999. **Anais...**Chapecó: 1999

FABIO, A. et al. Bacterial., Inhibitory activity of spices and essential oils on psychrotrophic. **New Microbial**, v. 26, p. 115–120, 2003.

FASENKO, G. M.; O'DEA CHRISTOPHER, E. E.; MCMULLEN, L. M. Spraying hatching eggs with electrolyzed oxidizing water reduces eggshell microbial load without compromising broiler production parameters. **Poultry Science**, v. 88, n. 5, p. 1121–1127, 2009.

FDA. **Bacteriological Analytical Manual**. 8. ed. [s.l.] A, Revision, 2001.

FLETCHER, R. H.; FLETCHER, S. W. **Epidemiologia Clínica: Elementos essenciais**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FREDOVICH, I. The biology of oxygen radicals. **Science**, v. 201, p. 876–879, 1978.

GENTRY, R. F.; QUARLES, C. L. The measurement of bacterial contamination on egg shells. **Poultry science**, n. 51, p. 930–933, 1972.

GHOLAMI-AHANGARAN, M.; SHAHZAMANI, S.; YAZDKHASTI, M. Comparison of Virkon S® and Formaldehyde on hatchability and survival rate of chicks in disinfection of fertile eggs. **Revue de Medecine Veterinaire**, v. 167, n. 1–2, p. 43–49, 2016.

GOETTING, V.; LEE, K. A.; TELL, L. A. Pharmacokinetics of veterinary drugs in laying hens and residues in eggs: a review of the literature. **Pharmacol Ther**, v. 12, p. 3590, 2014.

GONZALES, E.; CAFÉ, M. B. Produção de pintinhos com qualidade total. In: **Manejo da Incubação**. FACTA ed. Campinas: [s.n.]. p. 516–526.

GOULADIS, M. et al. Screening of some Greek aromatic plants for antioxidant activity. **Phytother. Res.**, n. 17, p. 985–990, [s.d.].

GREZZI, G. G. Biofilms – Technical Seminar on Disinfection, Atlanta 2006 Maris P. Modes of action of disinfectants. **Revue Scientifique et Technique**, v. 14, n. 1, p. 47–55, 2006.

GROFF, M. et al. Importância da temperatura e umidade e os efeitos da luminosidade durante a incubação de ovos férteis de galinhas. **Redvet**, v. 18, n. 2, p. 1–10, 2017.

HAINES, R. B.; MORAN, T. Porosidade e invasão bacteriana através da casca do ovo da galinha. **Journal of Hygiene**, v. 50, p. 553–461, 1940.

HAMMER, K. A.; CARSON, C. F.; RILEY, T. V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. **Journal of Applied Poultry Research**, n. 86, p. 985–990, 1999.

HAYRETDAG, S.; KOLANKAYA, D. Investigation of the effects of pre-incubation formaldehyde fumigation on the tracheal epithelium of chicken embryos and chicks. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 263–267, 2008.

HIGGINS, S. E. et al. Application of ionized reactive oxygen species for disinfection of carcasses, table eggs, and fertile eggs. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 4, p. 716–720, 2005.

IBRAHIM, J. I.; DALIA MANSOUR, H.; ABDELRAHMAN, H. A. Prevalence and inhibition of microbial load on chicken eggs with special references to Egg Quality and hatchability. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 9, n. 4, p. 294–302, 2014.

INRS. **Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France - Brochure - INRS.** Disponível em: <<http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED 984>>. Acesso em: 2 out. 2020.

JAENISCH, F. R. F.; KUCHIISHI, S. S.; COLDEBELLA, A. Antibacterial activity of disinfectants for use in organic poultry keeping. **Ciencia Rural**, v. 40, n. 2, p. 384–388, 2010.

KALEMBA, D.; KUNICKA, A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. **CURRENTLY MEDICAL CHEMISTRY**, n. 10, p. 813–829, 2003.

KEÏTA, A. et al. A multi-pronged approach to the search for an alternative to formaldehyde as an egg disinfectant without affecting worker health, hatching, or broiler production parameters. **Poultry Science**, v. 95, n. 7, p. 1609–1616, 2016.

KUMAR, M.; BERWAL, J. S. Sensitivity of food pathogens to garlic (*Allium sativum*). **Journal of Applied Microbiology**, v. 84, n. 2, p. 213–215, 1998.

KUSSTATSCHER, P. et al. Replacing conventional decontamination of hatching eggs with a natural defense strategy based on antimicrobial, volatile pyrazines. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–8, 1 dez. 2017.

LAUVERS, G.; FERREIRA, V. P. Fatores que afetam a qualidade dos pintos de um dia, desde a incubação até recebimento na granja. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, p. 1679–7353, 2011.

MACARI, M. et al. **Manejo da Incubação**. 3. ed. Jaboticabal: Facta, 2013.

MARQUES, D. **Fundamentos básicos de incubação industrial**. 2. ed. Amparo-SP: Casp S/A Indústria e Comércio, 1994.

MAULDIN, J. M. **Reducing contamination of hatching eggs**.

MELLOR, D. B.; BANWART, G. J. A comparison of various methods for recovery of *Salmonella derby* from egg shell surfaces. **Poultry science**, n. 44, p. 980–986, 1965.

MELO, E. F. et al. An evaluation of alternative methods for sanitizing hatching eggs. **Poultry Science**, v. 98, n. 6, p. 2466–2473, 2019.

MENEZES, R. et al. **Tempo estocagem dos ovos de galinhas caipiras sobre perda peso e temperatura casca durante incubação**. Anais do 10º Salão Internacional De Ensino, Pesquisa E Extensão - SIEPE. **Anais...**Santana do Livramento: 2018

MISHRA, A. K.; DUBEY, N. K. Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. **Applied and environmental microbiology**, n. 60, p. 1101–1098, 1994.

MITCHELL, B. W.; WALTMAN, W. Reducing airborne pathogens and dust in commercial hatching cabinets with an electrostatic space charge system. **Avian diseases**, v. 47, p. 247–253, 2003.

MONTES-BELMONT, R.; CARVAJAL, M. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. **Journal of Food Protection**, n. 61, p. 616–619, 1998.

NEVAS, M. et al. Antibacterial efficiency of finnish spice essential oils against pathogenic and spoilage bacteria. **Journal of Food Protection**, v. 67, p. 199–202, 2004.

OIE. **Código sanitário para los animals terrestres**. Paris: Organización Mundial de Sanidad Animal, 2009.

OLIVEIRA, G. DA S. et al. Alternative sanitizers to paraformaldehyde for incubation of fertile eggs. **Poultry Science**, v. 99, n. 4, p. 2001–2006, 2020.

OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, V. Sanitizantes alternativos ao uso do paraformaldeído para ovos incubáveis: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutri Time**, v. 15, n. 4, p. 18, 2018.

OSHA. Occupational exposure to formaldehyde: Response to court reman. **Federal Regulamentation**, v. 56, n. 32302–32318, 1991.

PADRON, M. Egg dipping in hydrogen peroxide solution to eliminate *Salmonella typhimurium* from eggshell membranes. **Avian diseases**, v. 39, n. 3, p. 627–630, 1995.

PARK, C. M. et al. Efficacy of electrolyzed water in inactivating *Salmonella* Enteritidis and *Listeria monocytogenes* on shell eggs. **Journal of Food Protection**, v. 68, n. 5, p. 986–990, 2005.

PHILLIPS, D. C. The three-dimensional structure of an enzyme molecule. **Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies**, n. 215, p. 78–90, 1966.

PIRES, M. **O que você precisa saber sobre os métodos de desinfecção**. Disponível em: <<https://www.mpires.com.br/o-que-voce-precisa-saber-sobre-metodos-de-desinfeccao/>>.

RAHMAN, M.; AL-SHEIBANI, H.; M., A.-R. Assessment of the Anti-Microbial Activity of Dried Garlic Powders Produced by Different Methods of Drying DRIED GARLIC POWDERS PRODUCED BY DIFFERENT. **International Journal of Food Properties**, v. 9, n. 3, p. 503–513, 2006.

REID, W. M. et al. Embryo and baby chick mortality and morbidity induced by a strain of *Escherichia coli*. **Poultry Science**, v. 40, p. 1497–1502, 1961.

REIG, M.; TOLDRÁ, F. Veterinary drug residues in meat: Concerns and rapid methods for detection. **Meat Science**, v. 78, n. 1–2, p. 60–67, jan. 2008.

RODE, H.; WET, P. M.; CYWES, S. Screening of traditionally used South African medicinal plants against *Candida albicans*. **South African Journal of Science**, v. 85, n. 7, p. 462–464, 1989.

ROSA, P.; ÁVILA, V. Variáveis relacionadas ao rendimento da incubação de

ovos em matrizes de frangos de corte. **Embrapa Suínos e Aves**, v. 246, p. 1–3, 2000.

RUI, B. R. et al. Principais métodos de desinfecção e desinfetantes utilizados na avicultura: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 9, p. 1–14, 2011.

RUSSELL, S. M. Effect of sanitizers applied by electrostatic spraying on pathogenic and indicator bacteria attached to the surface of eggs. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 2, p. 183–189, 2003.

SALTON, M. R. J. The properties of lysozyme and its action on microorganisms. **Bacteriology Rev.**, n. 21, p. 82–98, 1957.

SANTANA, M. H. M. et al. Incubação: principais parâmetros que interferem no desenvolvimento embrionário de aves. **Revista Eletrônica Nutri Time**, v. 11, n. 2, p. 3387–3398, 2014.

SCOTT, T. A.; SWETNAM, C. Screening sanitizing agents and methods of application for hatching eggs I. Environmental and user friendliness. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 2, n. 1, p. 1–6, 1993.

SCRIPNIC, E.; EREMIA, N. Propolis extract use in incubation technology for hens' eggs treatment. v. LVIII, p. 330–333, 2015.

SHAHEIN, E. H.; SEDEEK, E. Role of Spraying Hatching Eggs With Natural Disinfectants on Hatching Characteristics. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 34, n. 1, p. 213–230, 2014.

SHAKIREVA, G. I. Application efficiency succinic acid and other growth stimulants for pre-sowing seed treatment, Amber acid in medicine, food industry, agriculture. **Pushchino**, v. 11, n. 1, p. 256–259, 1997.

SHELDON, B. W.; BRAKE, J. Hydrogen peroxide as an alternative hatching egg disinfectant. **Poultry science**, v. 70, n. 5, p. 1092–1098, 1991.

SILVA, A. **Influência dos tempos de aquecimento e armazenamento de ovos férteis de produtoras pesadas sobre a eclodibilidade e características de pintos de 1 dia. 2005.** [s.l.] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2005.

SIVROPOULOU, A. et al. Antimicrobial and cytotoxic activities of Origanum essential oils. **Journal of Animal Health and Production**, n. 44, p. 1202–1205, 1996.

SPINOSA, H.; GORNIK, S.; BERNARDI, M. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

STEINLAGE, S. J. T.; SANDER, J. E.; WILSON, J. L. Comparison of two formaldehyde administration methods of in ovo-injected eggs. **Avian Diseases**, v. 46, n. 1, p. 964–970, 2002.

SULLIVAN, J. B. R. J. Cryogenics, oxidizers, reducing agents and explosives. In: **Hazardous materials toxicology**. Baltimore: Williams and Wilkins, 1992. p. 1192–1201.

TAZAWA, H.; WHITTOW, G. C. Incubation physiology. In: **Sturkie's Avian Physiology**. London: Academic Press, 2000. p. 617–634.

TEPE, B. et al. The in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and various extracts of *Origanum syriacum* L var. *bevanii*. **J. Sci. Food Agric.**, n. 84, p. 1389–1396, 2004.

TONA, K. et al. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. **Poultry science**, v. 82, n. 2, p. 736–741, 2003.

TURBLIN, V. Good quality chicks from disinfected eggs. **World's Poultry Science Journal**, n. 27, p. 1–3, 2011.

VAGI, E. et al. Essential oil composition and antimicrobial activity of *Origanum majorana* L. extracts obtained with ethyl alcohol and supercritical carbon dioxide. **Food Research International**, n. 38, p. 51–57, 2005.

VAZQUEZ, B. I. et al. Inhibitory effects of eugenol and thymol on *Penicillium citrinum* strains in culture media and cheese. **International Journal of Food Microbiology**, n. 67, p. 157–163, 2001.

VILELA, C. O. et al. Propolis: a natural product as an alternative for disinfection of embryonated eggs for incubation. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 2, p. 161–167, 2012.

WALKER, S. E.; SANDER, J. E. Effect of BioSentry 904 and ethylenediaminetetraacetic acid-Tris disinfecting during incubation of chicken eggs on microbial levels and productivity of poultry. **Avian Diseases**, v. 48, n. 2, p. 238–243, 2004.

WELLS, J. B. et al. Hatchability of broiler breeder eggs following eggshell sanitization by repeated treatment with a combination of ultraviolet light and hydrogen peroxide. **Poultry Science**, v. 10, p. 421–425, 2011.

WHISTLER, P. E.; SHELDON, B. W. Bactericidal activity, eggshell conductance, and hatchability effects of ozone versus formaldehyde disinfection. **Poultry science**, v. 68, n. 8, p. 1074–1077, 1989.

WILLIAMS, J. E.; GORDON, C. D. The Hatchability of Chicken Eggs Fumigated With Increasing Levels of Formaldehyde Gas Before Incubation. **Poultry Science**, v. 49, n. 2, p. 560–564, 1970.

WILSON, C. L. et al. Rapid evaluation of plant extract and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. **Plant Diseases**, n. 81, p. 204–210, 1997.

YATAO, H. et al. Effect of preparing condition on physicochemical property of slightly acidic electrolyzed functional water. **Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 28, n. 19, p. 232–240, 2012.

YILDIRIM, I.; ÖZSAN, M.; YETISIR, R. The use of Oregano (*Origanum vulgare* L) essential oil as alternative hatching egg disinfectant versus formaldehyde fumigation in quails (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. **Revue de Medecine Veterinaire**, v. 154,

n. 5, p. 367–370, 2003.

ZEWEIL, H. S. et al. Comparing the effectiveness of egg disinfectants against bacteria and mitotic indices of developing chick embryos. **The Journal of Basic & Applied Zoology**, v. 70, p. 1–15, 1 maio 2015.