



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

WANDINALVA DA SILVA TEIXEIRA COSTA

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DIÓXIDO DE CLORO: DESCONTAMINAÇÃO  
DA SUPERFÍCIE DE OVOS E EXPOSIÇÃO EM AMBIENTE DE INCUBATÓRIO**

WANDINALVA DA SILVA TEIXEIRA COSTA

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DIÓXIDO DE CLORO: DESCONTAMINAÇÃO  
DA SUPERFÍCIE DE OVOS E EXPOSIÇÃO EM AMBIENTE DE INCUBATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínicas Veterinárias da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Clínicas Veterinárias.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Angelita S. Baptista

Londrina PR  
2023

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DIÓXIDO DE CLORO: DESCONTAMINAÇÃO  
DA SUPERFÍCIE DE OVOS E EXPOSIÇÃO EM AMBIENTE DE INCUBATÓRIO**

banca examinadora

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Angelita S. Baptista  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof Dr Alexandre Oba  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata K.T.Kobayashi  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

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

C837V Costa, Wandinalva da Silva Teixeira.

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DIÓXIDO DE CLORO: DESCONTAMINAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE OVOS E EXPOSIÇÃO EM

AMBIENTE DE INCUBATÓRIO / Wandinalva da Silva Teixeira Costa. - Londrina, 2023.

38 f. : il.

Orientador: Ana Angelita Sampaio Baptista.

Dissertação (Mestrado Profissional em Clínicas Veterinárias) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Clínicas Veterinárias, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Paraformaldeído - Tese. 2. Incubatório - Tese. 3. Traqueia - Tese. 4. Histopatologia - Tese. I. Baptista, Ana Angelita Sampaio. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Clínicas Veterinárias. III. Título.

CDU 619

“Porque aos teus anjos dará ordem a teu respeito, para te  
guardarem em todos os teus caminhos”.  
Salmo 91,11.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus. Pelo seu imenso amor por mim. Pelo dom da vida, por me tornar a mulher que sou, por colocar em meu coração sonhos que eu jamais pensei que seria capaz de concretizar, por me fazer forte e confiante para chegar até aqui e, acima de tudo, pela sua companhia em momentos em que só Ele poderia me consolar.

Aos meus pais Sr. Josildo Joaquim Teixeira ( Joca) e Sra.Nilva Alves da Silva Teixeira que sempre acreditaram em mim, que sempre me incentivaram a estudar mais e mais, que são meu orgulho, que me ajudaram durante todos os momentos decisivos da minha vida. Nem se eu agradecesse com minha vida, eu demonstraria tamanha gratidão pela vida deles.

Ao Amarildo da Costa, meu amor, por estar sempre ao meu lado, nos dias bons e nos dias maus, me mostrando que o medo não existe, por estar com os meus filhos quando eu não estava presente. Por ser um companheiro maravilhoso.

Meus filhos queridos Alisson, Ana Laura e Manuela, por me ter como exemplo, por me imitar em muitos dos seus passos, e por me ensinar a amar mais do que tudo nessa vida.

Aos meus colegas do laboratório de Medicina Aviária da UEL, sempre alegres, acreditando em cada placa colocada na estufa.

A empresa Kobra, parceira nesse projeto, em busca de alternativas para melhorar a condição de desinfecção dos ovos férteis utilizado nas granjas e incubatórios, e para a saúde dos funcionários envolvidos na avicultura.

Aos meus gestores Vinicius Duarte, Charles Grokoriski, pelo apoio, por estar sempre a disposição para me ajudar em tudo que precisei para a conclusão das disciplinas e do experimento. A toda equipe do incubatório Aline Pedrini, Rose, Pedro Oro, Claudir, Jeferson, Dorival, Cleberson e toda a equipe de manutenção que me ajudou em todas as fases do experimento.

E em especial a minha orientadora, Dra. Ana Angelita, que é um exemplo de mulher e profissional a ser seguido, que apesar das múltiplas tarefas sempre me deu todo suporte necessário para chegar até aqui. Incentivadora, otimista, sensata, sempre olhando o lado bom das coisas. Só tenho uma imensa gratidão por tudo que fez por mim. Eu não teria conseguido sem você!

COSTA, Wandinalva da Silva Teixeira, **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DIOXIDO DE CLORO: DESCONTAMINAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE OVOS E EXPOSIÇÃO EM AMBIENTE DE INCUBATÓRIO.** 2023. Dissertação (Mestrado profissional em Clínicas Veterinárias) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

## RESUMO

A fumigação empregada em ovos férteis com vapores de paraformaldeído apresenta alta eficiência de descontaminação da superfície da casca dos ovos e baixo custo para a atividade. Todavia o paraformaldeído é irritante para o trato respiratório e apresenta expressiva atividade teratogênica e carcinogênica representando um risco para a saúde dos trabalhadores. Em decorrência disso, a busca por alternativas ao paraformaldeído é necessária e urgente. O objetivo do estudo foi avaliar a efetividade do dióxido de cloro em inibir microrganismos contaminantes da casca do ovo e avaliar as alterações histopatológicas nas traqueias dos pintinhos submetidos a exposição ao dióxido de cloro durante o processo de eclosão dentro do incubatório. Para tanto foi realizado *experimento in vitropara* a avaliação da descontaminação da superfície da casca foram utilizados 54 ovos comerciais de galinha (*Gallus domesticus*) distribuídos em três grupos: T1 = Ovos contaminados por *Escherichia coli* patogênica para aves - APEC - LMA046 (Controle Positivo); T2 = Ovos contaminados por APEC e descontaminados com dióxido de cloro (100ppm/m<sup>3</sup>) e T3 = Ovos contaminados por APEC e descontaminados com paraformaldeído (6g/m<sup>3</sup>), para cada grupo foram seis repetições, e cada repetição formada por três ovos, totalizando 18 ovos por tratamento. Os ovos foram expostos aos tratamentos por 30min. Na sequência realizou-se a recuperação bacteriana com diluição e plaqeamento em ágar MacConkey suplementado com Ácido Nalidíxico e Rifampicina (100ug/mL). Foi realizado um Experimento *in vivo* com os tratamentos: T1 – Controle (pintinhos não expostos a nenhum descontaminante ambiental; T2 – Pintinhos expostos ao dióxido de cloro; T3 – Pintinhos expostos ao paraformaldeído, as aves foram expostas aos tratamentos por 72h e posteriormente seis aves por tratamento foram selecionadas ao acaso, eutanasiadas e coletados traqueia e pulmão, os órgãos foram fixados em formalina tamponada (10%) seguido de processamento histopatológico. O ensaio foi realizado em triplicata. Verificou-se que no tratamento controle (T1), a média de contaminação foi de 8,26 Log UFC/mL diferindo significativamente de T2 -dióxido de cloro e T3 - paraformaldeído com média de 0,90 e 0,74 Log UFC/mL, respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre Dióxido de Cloro e paraformaldeído na descontaminação da superfície da casca dos ovos. Na avaliação histopatológica das traqueias de pintinhos submetidos ao tratamento com paraformaldeído(T3) foram encontradas descamação ciliar, infiltrado linfocítico, perda ciliar e de necrose já na avaliação dos pintinhos submetidos a fumigação com dióxido de cloro não foram observadas lesões. Conclui-se que o dióxido de cloro foi efetivo na descontaminação de cascas de ovos contaminados experimentalmente por APEC e não proporcionou lesões na traqueia das aves expostas ao produto indicando ser um candidato a substituir o paraformaldeído nas condições avaliadas.

**Palavras-chave:** 1. Paraformaldeído 2. incubatório 3. Traqueia 4. Contaminação bacteriana 5. Histopatologia

COSTA, Wandinalva da Silva Teixeira, EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF CHLORINE DIOXIDE: DISCONTAMINATION OF THE EGG SURFACE AND EXPOSURE IN AN INCUBATORY ENVIRONMENT. 2023. Dissertation (Professional Master's Degree in Veterinary Clinics) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

## ABSTRACT

Fumigation of fertile eggs with paraformaldehyde vapors is highly effective in decontaminating the surface of eggshells and has a low cost. However, paraformaldehyde is irritating to the respiratory tract and has significant teratogenic and carcinogenic activity, posing a health risk to workers. As a result, the search for alternatives to paraformaldehyde is urgently needed. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of chlorine dioxide in inhibiting microorganisms that contaminate eggshells and to assess histopathological changes in the tracheas of chicks exposed to chlorine dioxide during the hatching process in the hatchery. To this end, an in vitro experiment was carried out to evaluate the decontamination of the shell surface. 54 commercial chicken eggs (*Gallus domesticus*) were used, divided into three groups: T1 = Eggs contaminated by *Escherichia coli* pathogenic to poultry - APEC - LMA046 (Positive Control); T2 = Eggs contaminated by APEC and decontaminated with chlorine dioxide (100ppm/m<sup>3</sup>) and T3 = Eggs contaminated by APEC and decontaminated with paraformaldehyde (6g/m<sup>3</sup>), for each group there were six repetitions, and each repetition consisted of three eggs, totaling 18 eggs per treatment. The eggs were exposed to the treatments for 30 minutes. Bacterial recovery was then carried out with dilution and plating on MacConkey agar supplemented with Nalidixic Acid and Rifampicin (100ug/mL). An in vivo experiment was carried out with the following treatments: T1 - Control (chicks not exposed to any environmental decontaminant; T2 - Chicks exposed to chlorine dioxide; T3 - Chicks exposed to paraformaldehyde, the birds were exposed to the treatments for 72h and subsequently six birds per treatment were randomly selected, euthanized and trachea and lung collected, the organs were fixed in buffered formalin (10%) followed by histopathological processing. The test was carried out in triplicate. It was found that in the control treatment (T1), the average contamination was 8.26 Log CFU/mL, differing significantly from T2 - chlorine dioxide and T3 - paraformaldehyde with an average of 0.90 and 0.74 Log CFU/mL, respectively. There was no significant difference between chlorine dioxide and paraformaldehyde in decontaminating the surface of eggshells. Histopathology of the tracheas of chicks treated with paraformaldehyde (T3) revealed ciliary desquamation, lymphocytic infiltrates, ciliary loss and necrosis, while no lesions were observed in chicks treated with chlorine dioxide. It can be concluded that chlorine dioxide was effective in decontaminating eggshells experimentally contaminated by APEC and did not cause lesions in the trachea of the birds exposed to the product, indicating that it is a candidate to replace paraformaldehyde under the conditions evaluated.

Keywords: 1. paraformaldehyde 2. hatchery 3. Trachea 4. Bacterial contamination 5. Histopathology

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>Figura 1-</b> Desenho esquemático de corte transversal da casca do ovo de galinha evidenciando suas camadas.....	12
<b>Figura 2-</b> Escore de lesão traqueal, ausência de diferença estatística significativa entre os tratamentos .....	23
<b>Figura 3</b> - Fotomicrografia de pulmão e traqueia de pintinhos de um dia submetidos a diferentes tratamentos experimentos durante o período de nascimento. ....	24
<b>Figura 4.</b> Fotomicrografia de traqueia de pintinhos de um dia submetidos aos tratamentos T3 – Formol líquido 37% .....	25
<b>Figura 5</b> – Cartilha Orientativa .....	28

## LISTA TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Ovos submetidos a descontaminação através da exposição ao dióxido de cloro BRADOX® e paraformaldeído, pelo método de fumigação .....	18
<b>Tabela 2</b> - Descrição dos tratamentos descontaminantes utilizados no ambiente do nascedouro antes da eclosão dos ovos embrionados .....	20
<b>Tabela 3.</b> Amostragem dos pintinhos de um dia submetidos a eutanásia e posteriormente necropsia para coleta de traqueia e pulmão para análise histopatológica.....	21
<b>Tabela 4</b> - Tabela 4. Critérios utilizados para avaliação histológica da traqueia.....	21
<b>Tabela 5</b> - Média Log UFC/mL de APEC em ovos submetidos a descontaminação Dióxido de Cloro (BRADOX®) e Paraformaldeído .....	22
<b>Tabela 6</b> - Avaliação histopatológicas das traqueias de pintinhos de 01 dia descontaminação Dióxido de Cloro BRADOX® e Paraformaldeído .....	23
<b>Tabela 7</b> - Tabela 6. Pesquisa de Clima – Uso do paraformaldeído em granjas de matrizes e no ambiente do Incubatório .....	29

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 Estrutura dos ovos férteis .....	11
2.2 Contaminação do ovo através da porosidade da casca .....	13
2.3 Métodos de descontaminação dos ovos .....	15
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 Objetivo geral .....	17
3.2 Objetivos específicos .....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
4.1 Contaminação experimental da casca de ovos por <i>Escherichia coli</i> patogênica para aves - APEC .....	18
4.2 Exposição de dióxido de cloro em ambiente de incubatório .....	19
4.3 Análise estatística .....	22
5. RESULTADOS .....	23
5.1 Descontaminação experimental da casca de ovos .....	23
5.2 Experimento <i>in vivo</i> .....	23
6. DISCUSSÃO .....	27
7. DA UNIVERSIDADE PARA O CAMPO.....	29
8. CONCLUSÃO.....	31
9. REFERÊNCIAS .....	32

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura caracteriza-se como o setor mais desenvolvido da produção animal no país, devido aos avanços tecnológicos, melhoramento genético, controle sanitário e disponibilidade de matéria prima de qualidade para a alimentação das aves (TEIXEIRA, 2021).

O Relatório da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) aponta que o setor avícola foi responsável por 1,5% do PIB nacional e pela geração de quase 5 milhões de empregos diretos e indiretos na produção e na indústria (ABPA, 2021).

Atualmente o Brasil ocupa o 1º lugar no mercado mundial com a exportação de 4,8 milhões de toneladas de carne de frango e o 2º maior produtor com uma produção de 14,5 milhões de toneladas da *commodity*, com destaque para o Estado do Paraná, responsável por 36,15% do abate de frango do país (ABPA, 2023).

A cadeia produtiva da avicultura é caracterizada pelos principais elos: avozeiro, matrizeiro, incubatório com a produção de pintinhos de um dia que engloba desde o nascimento, crescimento até a idade apropriada para o abate dos frangos e sua transformação em produto final que irá chegar até aos consumidores (ARANDA et al., 2015).

Ainda em 2022, houve um aumento de 1,34% no volume de alojamento de matrizes de frango de corte, totalizando 56.391.927 milhões de aves alojadas, com a produção média de 185 ovos/matriz ao longo do ciclo produtivo, garantindo a manutenção da produção de ovos férteis e consequentemente produção de pintinhos de um dia (ABPA, 2023).

A vida de um lote de matrizes de frango de corte é normalmente entre 60 e 65 semanas de idade e depende de vários fatores como condições de mercado, produção do lote, fertilidade, porcentagem de incubação e tempo de produção também é baseado na economia que levará em consideração o custo e o lucro potencial do lote (GUIA DE MANEJO MATRIZES COBB, 2008).

Diante dessa necessidade, a eficiência do processo de descontaminação da superfície dos ovos férteis é essencial para minimizar os riscos de perdas durante o processo garantindo assim a produção de pintinhos de qualidade sanitária capaz de apresentar bons índices zootécnicos no campo (TEIXEIRA, 2021).

Tradicionalmente, a fumigação com vapores de paraformaldeído é empregado em ovos de reprodutoras (bisavós, avós e matrizes) previamente à incubação. O processo apresenta alta eficiência de descontaminação e baixo custo (WLAZLO et al., 2020), todavia o paraformaldeído é irritante para o trato respiratório e apresenta expressiva atividade teratogênica e cancerígena (TEBRUN et al., 2020) indicando um risco para a saúde dos

trabalhadores. Em decorrência disso, a busca por alternativas é necessária e urgente.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O agronegócio é uma das atividades econômicas do país responsável por uma volumosa parcela das exportações brasileiras, que abrange desde produção agrícola, passando pela pecuária até a agroindústria, destacando-se na produção de itens como a soja, o milho, o café, o açúcar, proteínas bovina, suína e de aves (PEREIRA et al., 2023).

A produção de frangos de corte é uma atividade fundamental no setor do agronegócio e desempenha um papel significativo na formação do Produto Interno Bruto (PIB) dessa área sendo responsável por cerca de 1,5% do PIB brasileiro no ano de 2022 (ABPA, 2022).

Na organização e dinâmica da avicultura industrial, os matrizeiros de corte são fundamentais para a lucratividade (produção de ovos férteis e preço dos pintinhos) indústria avícola e no atendimento das necessidades de proteína da crescente população mundial (FAGHIH-MOHAMMADI et al., 2022).

A sanitização dos ovos férteis é estratégica para otimizar a eficiência da produção na avicultura já que a redução da carga microbiana das cascas dos ovos pode minimizar a ocorrência e prevalência de microrganismos que prejudicam o desenvolvimento embrionário (OLIVEIRA et al., 2021).

A interrupção do uso de antimicrobianos promotores de crescimento na dieta das aves ampliou os desafios sanitários. Os ovos férteis expostos a ambientes contaminados, seja na matriz, no incubatório ou no transporte contribuem para o desenvolvimento de doenças nos pintinhos de corte (ÁVILA et al., 2023).

### 2.1 Estrutura dos ovos férteis

A formação dos ovos é um processo que ocorre em aproximadamente 26 horas desde a ovulação até a oviposição. Começa com um óvulo amadurecido (gema simples e um disco germinativo) no trato reprodutivo, resultando finalmente em um ovo de casca dura, totalmente completo com suas próprias membranas protetoras e os nutrientes necessários para o desenvolvimento embrionário (ADEGBENJO, 2020).

A casca do ovo exerce um papel fundamental no processo de incubação e eclosibilidade dos pintinhos de um dia, oferecendo uma barreira protetora contra patógenos, controlando a troca de água e gases através dos poros e constituindo a fonte de cálcio para o

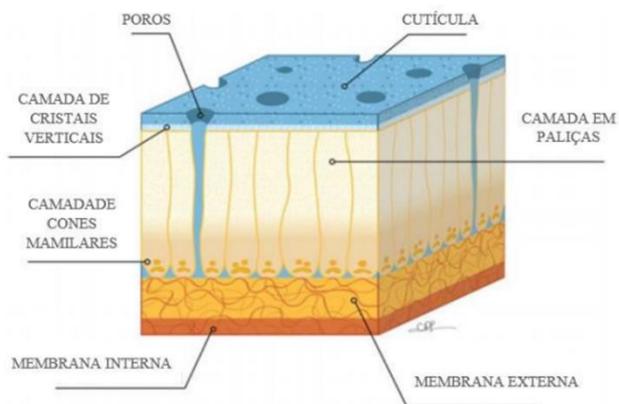
embrião durante seu desenvolvimento. O êxito destas funções é dependente de sua adequada formação e de sua composição estrutural (BARBOSA et al., 2012; CHENG e NING, 2023).

A formação da casca ocorre principalmente no útero da galinha (ou glândula da casca) e o estágio mais longo do processo de formação do ovo, levando aproximadamente 22 horas (CHENG e NING, 2023). A massa da casca representa 10-11% do peso do ovo, contém 1,6% de água, 3,3 a 3,5% de matriz orgânica quando as membranas da casca do ovo são incluídas e 95% de minerais, possui aproximadamente 98,4% de carbonato de cálcio (GAUTRON et al., 2021).

O peso do ovo aumenta com a idade das aves, de forma que as matrizes jovens (até 40 semanas) têm ovos menores, com menor porosidade de casca, membrana e cutícula mais espessas, albúmen mais viscoso e menor fonte de nutrientes, o que contribui para o nascimento de pintinhos menores. Já as aves com mais de 55 semanas produzem ovos com casca, cutícula e membranas mais delgadas, com maior concentração de nutrientes na gema, o que resulta em pintinhos maiores (SANTOS, 2009).

A camada de cutícula da casca do ovo serve como uma barreira protetora, todavia sofre interferência da temperatura ambiente pós-postura a qual pode facilitar a entrada de microrganismos presentes na superfície da casca para o interior dos ovos (GRAHAM, 2022) (Figura 1)

Figura1. Desenho esquemático de corte transversal da casca do ovo de galinha evidenciando suas camadas.



Fonte: Lemos et al., 2015

O ovo de uma galinha tem em média 7500 poros, os quais estão localizados na superfície da casca e se estendem pelas regiões calcificadas. Os poros permitem a troca de vapor de água, íons e gases, como o oxigênio e os resíduos de dióxido de carbono da respiração fetal que são fatores imprescindíveis para a vida do embrião em desenvolvimento (GAUTRON et al., 2021; RAYAN et al., 2023). Com o evoluir da idade da galinha, observa-se um aumento significativo dos poros nos ovos associado ao avanço da idade reprodutiva que pode ser atribuído ao peso e volume do ovo (RAYAN et al., 2023).

## 2.2 Contaminação do ovo através da porosidade da casca.

O resfriamento dos ovos após a oviposição resulta na contração do conteúdo do ovo e cria o efeito de sucção que possibilita a entrada de microrganismos pelos poros da casca (PERIC, 2022).

A microbiota dominante na superfície do ovo são microrganismos Gram-Positivos seguido por bactérias Gram-Negativas, essas são mais resistentes à defesas mecânicas e físico-químicas naturais dos ovos, facilitando seu acesso aos compartimentos internos. Além disso, as propriedades nutricionais do ovo favorecem o crescimento de microrganismos, especialmente aqueles que têm necessidades fisiológicas relativamente simples e capacidade de crescer a baixas temperaturas (SCHERNER et al., 2021).

No momento da postura, os ovos adquirem uma quantidade de microrganismos que se aderem a casca do ovo (VALDO et al., 2019).

Chung et al., (2018) citou que a contaminação bacteriana na superfície dos ovos para incubação pode atingir de 2 a 7 Log de unidades formadoras de colônias (UFC) por ovo.

As fontes de contaminação microbiana da casca do ovo podem incluir a matéria fecal, o material de nidificação, a alimentação, o ar, os trabalhadores que coletam os ovos (DAMENA et al., 2022).

As aberturas dos poros na superfície da casca do ovo são cobertas pela cutícula proteica, que se estende em poros de até 50  $\mu\text{m}$ , possui forma de漏斗 ampla na superfície da casca e se estreitam formando canais que adentram as camadas de cristal e terminam em fissuras, adjacentes aos botões mamilares (Figura 1) Os patógenos bacterianos podem entrar no ovo através de microfissuras na casca defeituosa ou através dos poros respiratórios naturais que atravessam a casca do ovo (KULSHRESHTHA et al., 2018).

Diversos patógenos podem causar infecções nos pintinhos de um dia, *Escherichia coli* um dos principais, podendo atuar tanto como agente primário como secundário, trazendo

consigo grandes perdas econômicas (DAMENA et al., 2022; MAIORKI e FUKUMOTO, 2021). *Escherichia coli* patogênica para aves (APEC) é considerada um patógeno importante na avicultura mundial, e responsável por causar diferentes quadros infecciosos, podendo acometer diversos sistemas das aves levando a quadros de sepse (MAIORKI e FUKUMOTO, 2021).

APEC pode contaminar a casca dos ovos e assim penetrar e alcançar o conteúdo interno, e também pode ser veiculada por transmissão vertical, por infecção do trato reprodutivo das fêmeas e por consequência contaminação do conteúdo interno do ovo, que se for fértil poderá dar origem a uma progênie infectada. Os embriões infectados que sobrevivem ao nascimento e a disseminação da bactéria nos primeiros quatro dias pode resultar em casos de infecções graves e comprometer o desenvolvimento das aves. (GUASTALLI et al., 2010, MAIORKI e FUKUMOTO, 2021).

A contaminação dos ovos pode levar à diminuição da capacidade de incubação, qualidade, crescimento e desempenho dos pintinhos (OLIVEIRA et al., 2020). As bactérias que acessam o conteúdo interno do ovo podem causar efeitos nocivos como mortalidade embrionária, redução na qualidade dos pintinhos, diminuição do desempenho e infecção bacteriana de pintinhos recém-nascidos. Além disso ovos de galinha embrionados não viáveis tem o potencial de explodir durante a incubação devido ao supercrescimento microbiano enquanto os embriões infectados que sobrevivem ao nascimento e a disseminação da bactéria nos primeiros quatro dias pode resultar em casos de infecções graves e comprometer o desenvolvimento das aves. (MAIORKI e FUKUMOTO, 2021; MOHAMMADI-ARAGH et al., 2022).

O ambiente de incubação é quente e úmido, criando condições favoráveis para a proliferação microbiana durante o período de incubação, por este motivo, os ovos férteis contaminados, ou ovos embrionados não viáveis tem o potencial de explodir devido super crescimento bacteriano e pela produção de gás durante o processo de incubação, resultando na contaminação de outros ovos que estão no mesmo gabinete de incubação (SELBY et al., 2023).

O procedimento de descontaminação da superfície da casca do ovo fértil deve ser realizado logo após a postura, de maneira correta e com o uso do método eficiente e uso de desinfetantes na dosagem e tempo de exposição adequado (VALDO et al., 2020).

A descontaminação dos ovos incubáveis é um método vital para a reduzir a carga bacteriana evitando possíveis causas de transmissão horizontal de patógenos (casca-embrião). O grau de patogenicidade e a concentração de microrganismos da casca do ovo são considerações importantes na infecção do embrião, particularmente na infecção do saco

vitelino. Se o saco vitelino for infectado, o embrião morre ou sobrevive após a eclosão, porém permanece infectado, resultando problemas de desempenho zootécnico (OLIVEIRA et al., 2022; OLSEN et al., 2017).

### 3.3 Métodos de descontaminação dos ovos

A descontaminação de ovos férteis é reconhecida desde 1908, quando a fumigação com formaldeído foi usada para controlar as populações microbianas. No entanto, desde a publicação dos efeitos da exposição repetida ou prolongada ao formaldeído em 1991 pela Occupational Safety and Health Administration, diversos estudos têm se esforçado para encontrar desinfetantes alternativos que não sejam perigosos para a saúde humana e meio ambiente (MELO et al., 2019).

Os ovos são descontaminados rotineiramente nas granjas, essa técnica reduz o número de microrganismos potencialmente patogênico presente na casca dos ovos, todavia o paraformaldeído causa irritação para o trato respiratório e apresenta expressiva atividade teratogênica e cancerígena, indicando um risco para a saúde dos trabalhadores das granjas e dos incubatórios (OLIVEIRA et al., 2020; TEBRUN et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2022).

A fumigação com vapores de paraformaldeído é o principal método empregado para descontaminação e ovos férteis em decorrência do preço relativamente baixo e da alta eficiência (WLAZLO et al., 2020).

Embora a fumigação com paraformaldeído seja efetiva para reduzir a carga microbiana dentro das incubadoras e nascedouros do incubatório, esse produto demonstrou danificar o revestimento epitelial do trato respiratório em pintinhos recém-nascidos, e existem relatos de toxicidade e danos prejudiciais permanentes a embriões e pintos quando aplicado a ovos para incubação (SELBY, 2023; OLIVEIRA et al., 2022).

Diversos produtos têm sido testados com a perspectiva de substituir a fumigação com paraformaldeído, dentre elas estão a utilização de óleos essenciais, ácido peracético, ozônio, peróxido de hidrogênio, radiação ultravioleta e dióxido de cloro, o qual tem sido apontado como um promissor substituto ao paraformaldeído dadas as propriedades antimicrobiana e ser um gás atóxico (CHUNG et al., 2018; TEBRUN et al., 2020).

Descoberto por Sir Humphrey Davy em 1811, o dióxido de Cloro ( $\text{ClO}_2$ ) é um gás sintético, de cor amarelo esverdeado a  $100^\circ\text{C}$ , abaixo desta temperatura, solúvel em água com forte atividade oxidativa, rapidamente decomposto em cloro e oxigênio no ar em temperatura ambiente, é altamente solúvel em água neutra, condensa-se tornando-se vermelho e cerca de 2,4 vezes mais pesado do que o ar (RIBEIRO et al., 2001).

Os mecanismos de inativação de microrganismos por ClO<sub>2</sub> incluem desestabilização de membranas celulares, reação com aminoácidos e interrupção da síntese de proteínas e, possivelmente, oxidação de DNA/RNA/proteínas (CHUNG et al., 2018, AL-AS'ADY., 2020).

O uso de dióxido de cloro foi empregado na desinfecção da água para consumo humano, em alternativa ao cloro (Cl<sub>2</sub>) e para a desinfecção do efluente tratado através de lagoas de estabilização (ALMEIDA et al., 2008, RIBEIRO et al., 2001). López-Gálvez et al., (2010) citou que a forma aquosa do dióxido de cloro é amplamente utilizada pela indústria de alimentos e pode ser usada como desinfetante para superfícies que entram em contato com alimentos.

Chung et al. (2018) demonstraram que a desinfecção com dióxido de cloro pode ser considerada uma forma segura e eficaz de controlar microrganismos nas superfícies dos ovos incubados e de mesa

O dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>) é apontado como um promissor substituto ao paraformaldeído dadas as propriedades antimicrobiana e por ser um gás atóxico, provou ser um desinfetante rápido e eficaz para bactérias, leveduras, fungos e vírus (CHUNG et al., 2018; WEI et al., 2021).

A descontaminação de ovos com ClO<sub>2</sub> tem como vantagens, evitar os danos à cutícula dos ovos e ter eficiência de desinfecção semelhante aos métodos existentes (CHUNG et al., 2018).

De acordo com o conceito de saúde única existem interconexões entre a saúde de humanos, animais e o meio ambiente, portanto existe a necessidade de pesquisas e políticas com abordagens transdisciplinares e multisetoriais para promoção da saúde e controle de doenças (ONE HEALTH COMISSION, 2020), neste contexto foi proposto este estudo com a perspectiva de avaliar os efeitos do dióxido de cloro na descontaminação de ovos e sua empregabilidade em ambiente de incubatório.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Avaliar a eficiência do dióxido de cloro na descontaminação da superfície de ovos e em ambiente de incubatório de frangos de corte.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar a efetividade do dióxido de cloro em inibir microrganismos contaminantes da casca dos ovos;

- Avaliar alterações histopatológicas nas traqueias de pintinhos expostos ao dióxido de cloro na sala de eclosão/ nascedouro do incubatório de frangos de corte;
- Treinamento com funcionários que trabalham na cadeia avícola sobre o uso de EPIs e manuseio de produto químico;
- Elaboração de uma cartilha orientativa sobre a utilização do paraformaldeído e formol líquido na descontaminação de ovos e do ambiente de incubação;

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Contaminação experimental de casca de ovos por *Escherichia coli* patogênica para aves - APEC

O ensaio foi realizado no Laboratório de Medicina Aviária na Universidade Estadual de Londrina- PR.

Foram utilizados 54 ovos comerciais (55-60 g) de galinha (*Gallus domesticus*) previamente descontaminados seguindo o protocolo de Hierro et al. (2009).

Os ovos (n= 54) foram distribuídos em três grupos: T1 = Ovos contaminados por *Escherichia coli* patogênica para aves - APEC - LMA046 (Controle Positivo resistente a Nal e Rif); T2 = Ovos contaminados por APEC e descontaminados com dióxido de cloro BRADOX® (100ppm/m<sup>3</sup>) e T3 = Ovos contaminados por APEC e descontaminados com paraformaldeído (6g/m<sup>3</sup>), para cada grupo foram seis repetições, composta por três ovos cada, totalizando 18 ovos por tratamento (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição do ensaio de contaminação de ovos por *Avian pathogenic Escherichia coli* (APEC) seguido de descontaminação por dióxido de cloro BRADOX® e paraformaldeído, pelo método de fumigaçāo.

Tratamentos	N	Repetições	Total
T1- Controle Positivo- Ovos contaminados com APEC	3	6	18
T2- Ovos contaminados por APEC e descontaminados com Dióxido de cloro BRADOX® (100ppm/m <sup>3</sup> )	3	6	18
T3- Ovos contaminados por APEC e descontaminados com paraformaldeído (6g/m <sup>3</sup> )	3	6	18
<b>Total</b>			<b>54</b>

A contaminação dos ovos foi realizada por imersão no inóculo de APEC ( $1,32 \times 10^9$  UFC/mL) por 30 min e posteriormente transferidos para bandejas plásticas para serem tratados.

Os ovos foram submetidos ao processo de descontaminação da superfície através do método de fumigação, com exposição de cada tratamento durante 30 minutos, dividido em 20 minutos de reação e 10 minutos de exaustão, a depender do tratamento.

Na sequência, os ovos foram direcionados para o laboratório para recuperação bacteriana, que consistiu em imergir cada repetição (três ovos) em 150 mL de PBS (42°C) por 15 min (10 minutos em movimento e 5 em repouso). Posteriormente realizou-se a diluição seriada em PBS (pH 7,2) sendo que da 1<sup>º</sup> diluição foi retirada 1 mL do líquido do saco plástico diluído em 9mL de PBS e a 2<sup>º</sup> e 3<sup>º</sup> diluição foi realizada retirando 100µL e diluído em 900 µL de PBS. Em seguida foi realizado o plaqueamento em ágar MacConkey (100 µg/ mL de Nal e Rif) incubados a 37°C por 24 horas.

#### **4.2 Exposição de dióxido de cloro em ambiente de incubatório**

Para o experimento *in vivo* foram utilizados 3024 ovos férteis provenientes do Incubatório de matrizes de frango de corte localizado no município de Palotina - PR.

Logo após a postura dos ovos férteis, estes foram destinados a descontaminação da casca através do método de fumigação, onde permaneceram dentro de uma cabine de alvenaria, expostos a queima de um produto durante 20 minutos, tempo suficiente para a redução da carga microbiana, e posteriormente 10 minutos de exaustão para a retirada do gás formado dentro do fumigador.

Os ovos férteis após serem descontaminados, foram estocados durante até 02 dias dentro de uma sala climatizada, onde permaneceram até o transporte para a sala de ovos do Incubatório. Nesse local, os ovos férteis permaneceram até 6 dias estocados em temperatura controlada, e posteriormente foram destinados ao processo de incubação. Neste momento foram separados três carrinhos de incubação, em cada carrinho foram dispostos 1008 ovos férteis, assim distribuídos: 1<sup>º</sup> prateleira com 336 ovos férteis oriundos de coleta de ninho, 2<sup>º</sup> prateleira com 336 ovos férteis oriundos de coleta de ninho, 3<sup>º</sup> prateleira com 336 ovos férteis oriundos de coleta de cama/chão do aviário. Resultando assim, em três repetições (R1, R2 e R3) para cada tratamento. Para este momento foram realizados a incubação desta quantidade de ovos, já mensurando perdas durante o processo, visto que na etapa seguinte a incubação, seriam retirados ovos inférteis, quebrados durante o processo ou com trincas provenientes da granja.

O processo de incubação consiste em fornecer temperatura, troca de ar, e tempo para o desenvolvimento embrionário, neste momento, a superfície dos ovos são novamente descontaminados conforme o programa definido pelo Incubatório.

No 18º dia de incubação, os ovos férteis são encaminhados para a vacinação in ovo, que consiste em atender o programa vacinal estabelecido pelo incubatório. Cada ovo recebe através de uma aplicação com agulhas específicas para este fim, a dose vacinal preconizada. Neste momento também se faz a retirada dos ovos claros através da leitura da máquina vacinadora, estes ovos possivelmente não apresentaram desenvolvimento embrionário, permitindo a passagem de luz.

Os ovos férteis, foram retirados após a vacinação, e depositados em bandejas plásticas identificadas para serem encaminhados para o nascedouro.

A sala de nascimento é dividida em cabines que são denominadas nascedouros, compostas por estruturas que permitem a troca gasosa entre o meio e o ovo (embrião), fornece ou retira temperatura conforme sua necessidade, até o momento da eclosão.

Dentro do nascedouro os ovos embrionados do T1- Controle não foram expostos a descontaminação da superfície da casca.

Os ovos embrionados acondicionados no nascedouro 02 foram expostos a descontaminação com o uso do produto descrito no T2 - Dióxido de Cloro BRADOX® e no nascedouro 03 foram expostos a descontaminação da superfície da casca com o T3 – formol líquido 37%, conforme a descrito na tabela 2.

Para a descontaminação realizada dentro do ambiente do nascedouro dois, foi utilizado o tratamento T2- Dióxido de Cloro BRADOX® na concentração de 100ppm/m<sup>3</sup> e para o nascedouro três, foram utilizados T3- 300ml de formol líquido 37%

Para o T2 - Dióxido de Cloro BRADOX® realizado no nascedouro dois, foram utilizadas duas unidades do produto. A tem sua apresentação em pó, necessitando de água para que ocorra a reação química formando o gás amarelo que entra em contato com a superfície dos ovos embrionados. Esse procedimento foi realizado a cada oito horas, durante o 19º e 20º dia de incubação dos ovos embrionados, e no 21º dia o tratamento foi retirado, para o nascimento dos pintainhos de um dia.

Para a exposição dos ovos embrionados ao T3 – formol líquido 37% foram utilizadas bandejas de inox com esponja embebida no formol líquido 37%. A cada oito horas foi realizado a reposição do produto até 19º e 20º dia de incubação dos ovos embrionados, e no 21º dia o tratamento foi retirado, para o nascimento dos pintainhos de um dia.

**Tabela 2.** Descrição dos tratamentos descontaminantes utilizados no ambiente do nascedouro antes da eclosão dos ovos embrionados.

Tratamentos	N	Repetição	Total
T1- Controle (pintainhos não expostos descontaminante ambiental)	336	3	1008
T2- Pintainhos expostos ao dióxido de cloro BRADOX®	336	3	1008
T3- Pintainhos expostos ao formol líquido 37%	336	3	1008
<b>Total</b>			<b>3024</b>

Após a eclosão dos ovos embrionados, 06 pintainhos de um dia de cada repetição por tratamento ( T1, T2 e T3) foram retirados, submetidos a eutanásia, por deslocamento cervical, e na necropsia foram coletados traqueia e pulmão que posteriormente foram fixados em formalina tamponada a 10% e encaminhadas para o Laboratório de Patologia Animal da Universidade Estadual de Londrina (UEL) conforme descrito na tabela 3.

**Tabela 3.** Amostragem dos pintainhos de um dia submetidos a eutanásia e posteriormente necropsia para coleta de traqueia e pulmão para análise histopatológica.

Tratamentos	N	Repetição	Total
T1- Controle (pintainhos não expostos descontaminante ambiental)	6	3	18
T2- Pintainhos expostos ao dióxido de cloro BRADOX®	6	3	18
T3- Pintainhos expostos ao formol líquido 37%	6	3	18
<b>Total</b>			<b>54</b>

As amostras de traqueia e pulmão foram submetidas ao processamento histopatológico de rotina, lâminas foram confeccionadas, coradas com eosina-hematoxilina e analisadas no microscópio óptico e após a leitura, aplicado um escore de lesão descrito conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Critérios utilizados para avaliação histológica da traqueia.

Critério	Fator de Severidade	Escore Máximo
Perda de cílios	1 x	3
Descamação do epitélio traqueal	2 x	6

Hiperplasia	1 x	3
Presença de infiltrado linfocítico	1 x	3
Necrose	3 x	9
<hr/>		24

#### **4.3 Análise estatística**

Os dados do ensaio de contaminação experimental de ovos foram submetidos a análise de variância seguido de teste de comparação de média (Tukey) com nível de significância de 5%. Já os dados referentes ao ensaio *in vivo*, devido a ausência de normalidade, realizaram-se a análise estatística não paramétrica seguida pelo teste Kruskal-Wallis com grau de significância de 5%.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Descontaminação experimental de casca de ovos

Verificou-se que no tratamento controle (T1) a média de contaminação foi de 8,26 Log UFC/mL diferindo significativamente de T2 -Dióxido de Cloro BRADOX® e T3 - Paraformaldeído com média de 0,90 e 0,74 Log UFC/mL, respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre Dióxido de Cloro BRADOX® e paraformaldeído na descontaminação da superfície da casca dos ovos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Média Log UFC/mL de APEC em ovos submetidos a descontaminação Dióxido de Cloro BRADOX® e Paraformaldeído.

Tratamento	Médias (Log UFC/mL)
T1- Controle (ovos férteis não expostos a nenhum descontaminante ambiental)	8,26B
T2- Ovos férteis expostos ao dióxido de cloro BRADOX®	0,901 A
T3- Ovos férteis expostos ao formol líquido 37%	0,74 A

### 6.2 Experimento *in vivo*

Observou-se que os achados histopatológicos encontrados foram descamação do epitélio traqueal, infiltrado linfocítico, perda ciliar e necrose nas traqueias dos pintinhos submetidos ao tratamento com formol líquido 37%, enquanto aqueles expostos a fumigação com dióxido de cloro BRADOX® não apresentaram lesão traqueal, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5. Avaliação histológica das traqueias de pintinhos de um dia (N=54) submetidos a descontaminação Dióxido de Cloro BRADOX® e Formol Líquido a 37%.

Achados Histopatológicos	Formol líquido 37% (%)	Dióxido de Cloro BRADOX® (%)
Descamação do epitélio traqueal	7,14	0
Infiltrado linfocítico	3,57	0
Perda ciliar	1,78	0
Necrose	1,78	0

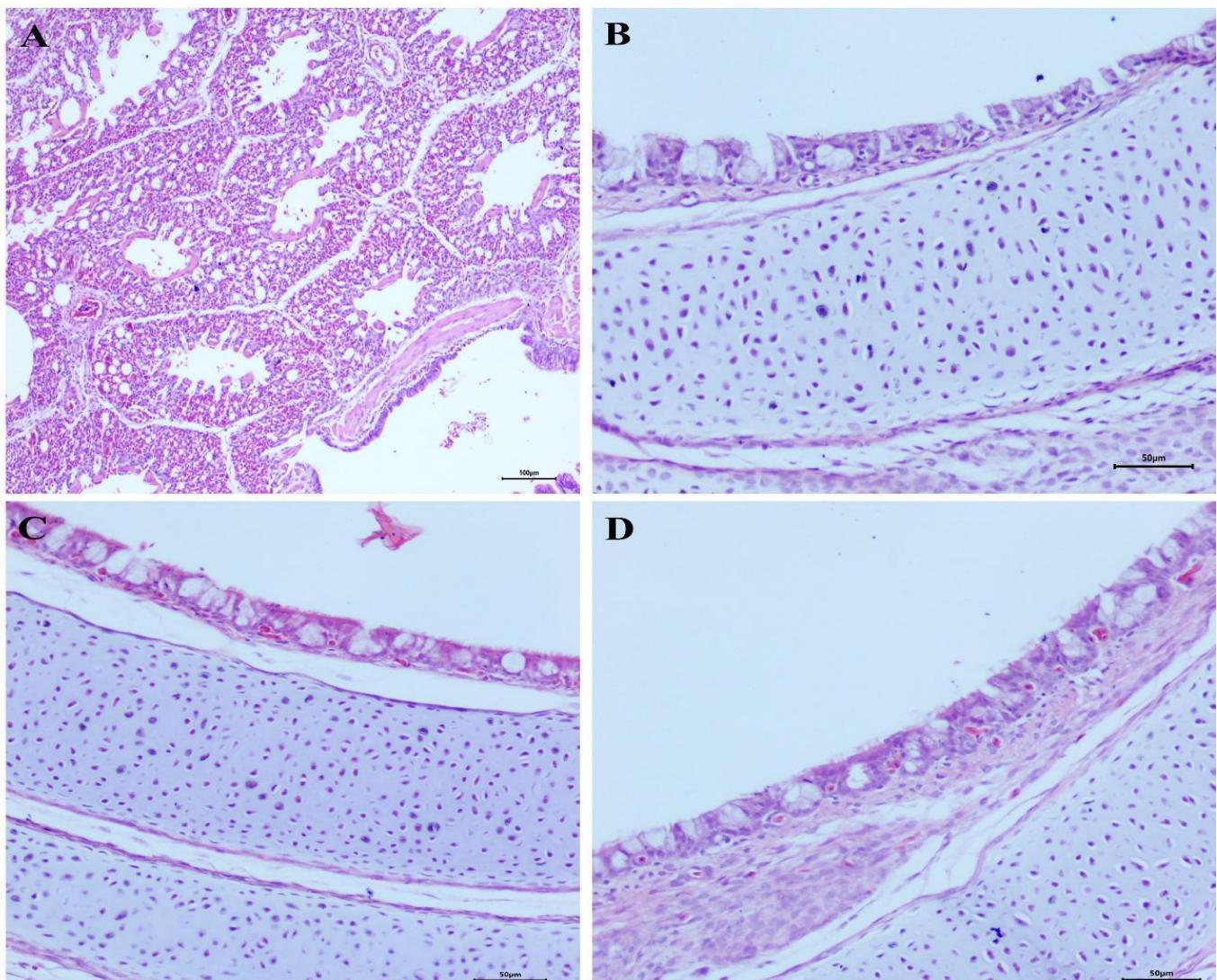
Nos pulmões não havia alterações histopatológicas dignas de nota (Figura 3.A).

Na avaliação de lesão traqueal, houve ausência significativa entre os tratamentos com T2 - Dióxido de Cloro BRADOX® e T3 - formol líquido 37%, o que pode estar relacionado ao tempo de exposição e a forma de apresentação dos produtos utilizados.

Dentro de cada nascedouro os ovos embrionados foram expostos aos tratamentos T2 - Dióxido de Cloro BRADOX® e T3 - formol líquido 37%, estes possuem apresentação diferentes, sendo que o produto Dióxido de Cloro BRADOX® após a reação química se apresenta em forma de gás e o formol líquido se apresenta em forma líquida volatilizando lentamente até a próxima reposição.

O dióxido de cloro BRADOX® após a adição de água forma um gás amarelado que entra em contato imediatamente com a superfície dos ovos férteis a serem descontaminados. Dentro do nascedouro possui equipamentos que realizam a troca gasosa, controle de CO<sup>2</sup> e controle de umidade conforme necessidade do embrião. Esse controle é realizado entre o meio interno do nascedouro e o meio externo a ele. Durante essa troca quantidade de gás liberado pela reação do dióxido de cloro BRADOX® após adição de água pode ser liberada fazendo que a quantidade de gás em contato com a superfície dos ovos embrionados e posteriormente pintainhos de um dia, seja menor, se comparado a exposição ao formol líquido 37%.

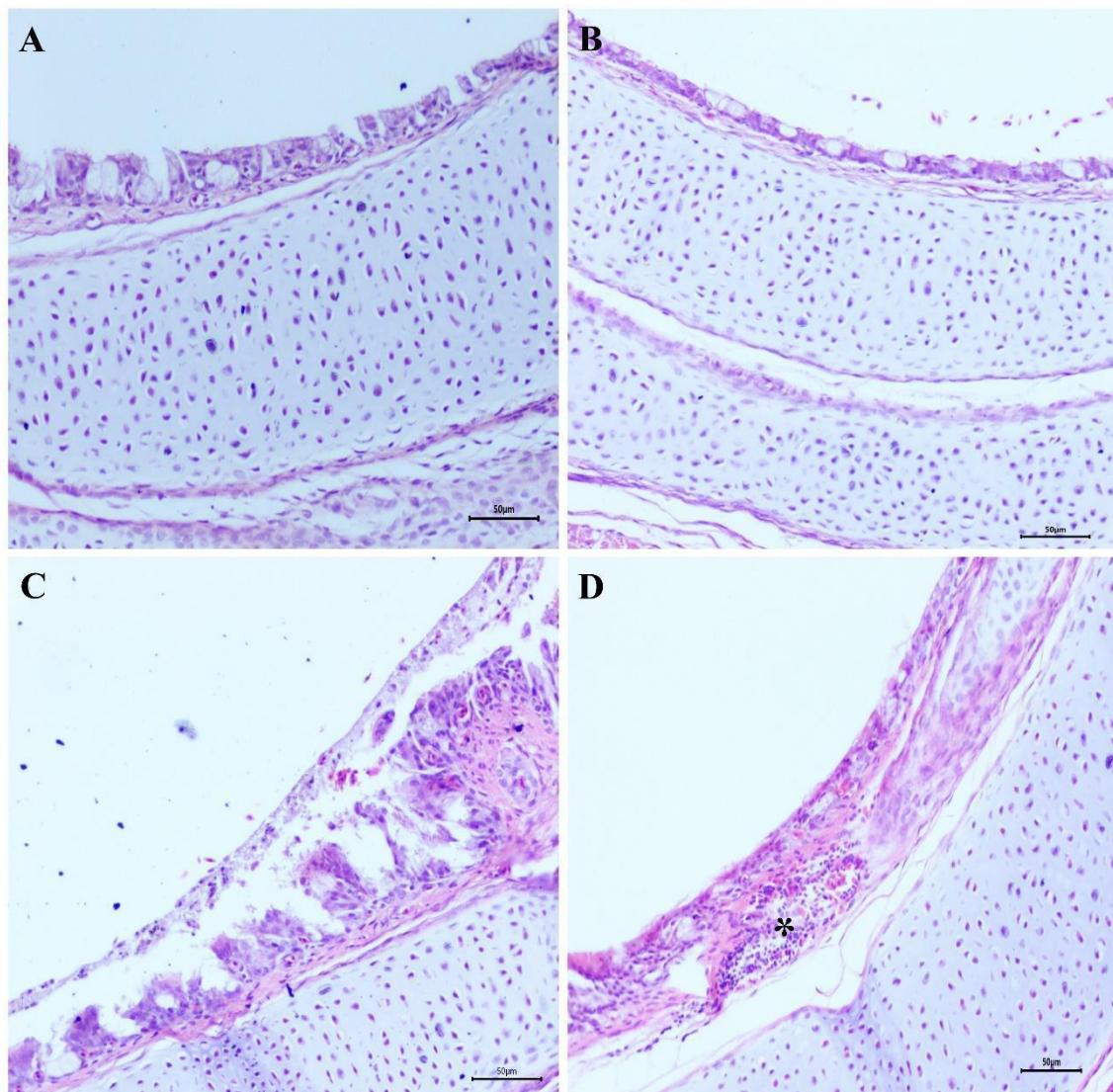
No pulmão observou-se discreta congestão o que pode estar correlacionado ao método de eutanásia dos pintainhos de um dia e ausência de alterações dignas de nota. Os pintainhos de um dia provenientes do nascedouro um (T1-Controle) e nascedouro dois (T2 - dióxido de cloro BRADOX®) não apresentaram lesão nas traqueias, permanecendo com o epitélio traqueal preservado. Em comparação, os pintainhos de um dia provenientes do nascedouro três (T3- formol líquido 37%) apresentaram infiltrado de linfócitos no tecido traqueal.



**Figura 2.** Fotomicrografia de pulmão e traqueia de pintainhos de um dia submetidos a diferentes tratamentos experimentais durante o período de nascimento.

- A- Pulmão, controle, HE, barra 100µm. Discreta congestão em decorrência do método de eutanásia e ausência de alterações dignas de nota.
- B- Traqueia, controle, HE, barra 50 µm. Epitélio traqueal preservado.
- C- Traqueia, dióxido de cloro BRADOX® 100 ppm, HE, barra 50 µm. Epitélio traqueal preservado.
- D- Traqueia, formol líquido 37%, HE, barra 50 µm. Epitélio traqueal sem presença de infiltrado de linfócitos.

**Figura 4.** Fotomicrografia de traqueia de pintainhos de um dia submetidos aos tratamentos T3 – Formol líquido 37%.



- A- Traqueia, HE, barra 50  $\mu\text{m}$ . Epitélio traqueal preservado. T2 - dióxido de cloro BRADOX®.
- B- Traqueia, HE, barra 50  $\mu\text{m}$ . Tratamento formol líquido 37%. Achatamento do epitélio traqueal.
- C- Traqueia, HE, barra 50  $\mu\text{m}$ . Tratamento formol líquido 37%. Descamação do epitélio traqueal.
- D- Traqueia, HE, barra 50  $\mu\text{m}$ . Tratamento formol líquido 37%. Presença de infiltrado linfocítico

## 7. DISCUSSÃO

O uso de desinfetante eficaz na superfície da casca do ovo é importante para reduzir o potencial de contaminação externa e interna (OLIVEIRA et al., 2020). O ambiente das incubadoras associados as fontes de nutriente dentro dos ovos favorecem a multiplicação bacteriana, a qual pode promover a explosão dos ovos nas incubadoras em decorrência da produção de gás oriunda do metabolismo bacteriano (SELBY et al., 2023).

O principal método empregado para descontaminação e ovos férteis é a fumigação com vapores de paraformaldeído, dado a alta eficiência e baixo custo (WLAZLO et al., 2020), todavia o formaldeído é irritante para o trato respiratório e apresenta expressiva atividade teratogênica e cancerígena (TEBRUN et al., 2020) indicando um risco para a saúde dos trabalhadores.

Estudo realizado por Clímaco et al. (2018) demonstrou que ovos desinfetados com formaldeído apresentaram contagens mais baixas de bactérias mesófilas aeróbias totais (3,42 para 1,10 log 10 UFC/ mL) em relação aos ovos tratados com radiação ultravioleta (3,57 para 2,20 Log UFC/mL).

Chung et al. (2018) compararam a descontaminação de casca de ovos através do método de fumigação com dióxido de cloro e ultravioleta, utilizando uma carga conhecida de *Salmonella* spp. A descontaminação foi realizada com a aplicação de 40 ppm ClO<sub>2</sub> em forma de gás durante 30 minutos e observaram uma redução de 2,81 e 0,35 log de redução maior que o controle e os raios ultravioleta.

A casca do ovo potencialmente tem maior contaminação bacteriana dada a exposição a condições ambientais que favorecem a contaminação. A disseminação horizontal é caracterizada pela contaminação bacteriana dos ovos na passagem pela cloaca ou no contato com a cama do aviário e durante a coleta, manipulação até a sala de ovos, sendo que existe uma correlação direta entre a contaminação do ambiente e a contaminação dos ovos. Em média, a carga microbiana da casca do ovo em relação à contagem de bactérias mesófilas aeróbicas pode variar entre 3,8 e 6,3 Log UFC/ovo (MENDES et al., 2014; DAMENA et al., 2022).

A natureza prejudicial do formaldeído no epitélio traqueal de pintos após o nascimento assemelhando-se aos resultados observados em nosso estudo, em que o grupo exposto ao paraformaldeído apresentou descamação do epitélio traqueal contrastando com a exposição a base de dióxido de cloro (MAHARJAN et al. 2017).

O acúmulo excessivo de muco, cílio emaranhados, perda de cílios e descamação epitelial foram observados em pintinhos de um dia expostos a fumigação com paraformaldeído durante os últimos 03 dias de incubação a 25,3 ppm (HAYKETDA e KOLANKAYA., 2008).

Achados histopatológicos de traqueia de pintainhos de um dia aia submetidos ao uso de glutaraldeído associado com amônia quaternária e ácido peracético apresentaram lesões graves, como áreas com menos cílios e áreas de descamação da mucosa traqueal (TEIXEIRA et al., 2018).

A exposição de pintos ao gás formaldeído durante a bicagem causou ciliostase e morfologia anormal, que foi vista na microscopia eletrônica de varrimento como cílios embotados com aparentes bolhas na parede ciliar (HAYKETDA e KOLANKAYA., 2008).

Pintainhos expostos a formalina a cada 6 horas durante o período de permanência dentro do nascedouro apresentaram alterações ciliares nos pulmões quando comparados a pintainhos sem exposição a formalina (FREITAS et al., 2006).

## 8. Da Universidade para o campo

O principal método empregado para descontaminação e ovos férteis é a fumigação com vapores de formaldeído, dado a alta eficiência e baixo custo (WLAZLO et al., 2020), todavia o formaldeído é irritante para o trato respiratório e apresenta expressiva atividade teratogênica e cancerígena (TEBRUN et al., 2020) indicando um risco para a saúde dos trabalhadores.

Diante da relevância do tema para a saúde dos trabalhadores da empresa decidimos por realizar um treinamento a fim de orientar e conscientizar sobre a utilização de EPIs, assim como manuseio do paraformaldeído. Para isso foi aplicado um formulário a fim de entender o grau de esclarecimento dos colaboradores (tabela 6). Foi surpreendente a informação que apenas 8% deles tinham ciência das propriedades carcinogênicas do produto.

Tabela 6. Pesquisa de Clima – Uso do paraformaldeído em granjas de matrizes e do formol líquido 37% no ambiente do Incubatório.

Questionário	Granjas de Matrizes (%)	Incubatório (%)
Relato de ardência nos olhos durante a manipulação do produto (mesmo com máscara)	82	68
Algum tipo de alergia que possa ter ocorrido após a manipulação do produto	62	3
Já ouviram falar que o produto possui propriedades cancerígenas	8	93

Granja de Matrizes – Foram realizadas 38 avaliações.

Incubatório - Foram realizadas 20 avaliações.

Além do treinamento, foi elaborado e uma cartilha orientativa para que todos os funcionários que manipulam esse produto, estivesse informado sobre os riscos para a saúde, com esclarecimento sobre o uso de EPIs (equipamento de proteção individual) visto que seu uso é difundido na avicultura.

Figura 5. Cartilha de orientação sobre os cuidados durante o uso do paraformaldeído e formol líquido 37% na granja de matrizes e Incubatório.



**CARTILHA ORIENTATIVA**

UTILIZAÇÃO DO PARAFORMOLDEÍDO E FORMOL LÍQUIDO NA DESCONTAMINAÇÃO DE OVOS E DO AMBIENTE DE INCUBAÇÃO.

REALIZAÇÃO:

### PARAFORMALDEÍDO/FORMOL LÍQUIDO 37% E OS CUIDADOS NECESSÁRIOS

O uso de Paraformaldeído em granjas para descontaminação de ovos e do formol líquido 37% para descontaminação de ambientes em granjas e incubatórios é uma prática consolidada na avicultura. O uso de EPIs é obrigatório para minimizar o risco para a saúde dos funcionários.

OS PRINCIPAIS CUIDADOS GERAIS QUE DEVEMOS ADOTAR:

-  **USAR ÓCULOS APROVADOS PELAS NORMAS DE SEGURANÇA**
-  **USAR LUVAS APROVADAS PELAS NORMAS DE SEGURANÇA**
-  **USAR MÁSCARA FACIAL RECOMENDADA PELA SEGURANÇA DO TRABALHO.**
-  **SEMPRE UTILIZAR UNIFORMES QUE EVITEM O CONTATO DO PRODUTO COM A PELE DURANTE A APLICAÇÃO NOS AMBIENTES**

### SINTOMAS EM CASO DE ACIDENTES COM O USO DESTES PRODUTOS

-  **INALAÇÃO - CAUSA IRRITAÇÃO DAS VIAS RESPIRATÓRIAS SUPERIORES PROVOCANDO LACRIMAÇÃO, TOSSE**
-  **CONTATO COM A PELE - CAUSA IRRITAÇÃO PRIMÁRIA COM RESSECAMENTO E RACHADURA**
-  **CONTATO COM OS OLHOS - CAUSA IRRITAÇÃO INTENSA, COM LACRIMAÇÃO E COM POSSIBILIDADE DE QUEIMADURA DA CÓRNEA**
-  **INGESTÃO - CAUSA ÂNSIA, VÔMITO E FORTES DORES ESTOMACALIS**

A FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA PARA PRODUTOS QUÍMICOS RELATA SUSPEITA DE CAUSAS CARCINÓGENAS.

### USO DO PARAFORMOLDEÍDO NAS GRANJAS

O paraformaldeído é utilizado para descontaminação de ovos férteis e dos materiais diversos que adentram os estabelecimentos de produção avícola.

-  **FUMIGADOR - ESTRUTURA COM VEDAÇÃO SUFICIENTE PARA EVITAR VAZAMENTO DE GÁS DURANTE A QUEIMA DO PARAFORMOLDEDO.**
-  **O PRODUTO DEVE SER UTILIZADA NA DOSAGEM E TEMPO RECOMENDADO UTILIZAR UM RECIPIENTE QUE PERMITA O AQUECIMENTO PARA O PRODUTO SE TRANSFORMAR EM GÁS**
-  **AGUARDAR O TEMPO RECOMENDADO DE EXAUSTÃO, E COM O USO DE EPIs RETIRAR OS OVOS OU MATERIAIS PÓS FUMIGAÇÃO.**

**USO DO FORMOL LÍQUIDO 37% NAS GRANJAS E INCUBÁTÓRIOS**

O formol líquido 37% é utilizado para descontaminação de estruturas em granjas e incubatórios. Também tem uso empregado na descontaminação da superfície de ovos nas incubadoras e nascedouros nos incubatórios de frango de corte.

**DESCONTAMINAR A SUPERFÍCIE DE INCUBÁTÓRIO COM FORMOL LÍQUIDO - IMPORTANTE ATENDER A DOSAGEM, TEMPO E USO DE EPI**

**USO DE FORMOL LÍQUIDO 37% EM NASCEDOUROS DURANTE A ECLOSÃO DOS OVOS - RETESPEITAR A DOSAGEM E TEMPO DE EXPOSIÇÃO DESSES OVOS AO PRODUTO.**

**APLICAÇÃO DE FORMOL LÍQUIDO 37% PARA DESINFECÇÃO DAS ESTRUTURAS DO AVIÁRIO NA GRANJA**









**MEDIDAS A SEREM ADOTADAS EM CASOS DE ACIDENTES COM ESSES PRODUTOS**

**O QUE É FISPQ?**

**TODAS AS INFORMAÇÕES DOS PRODUTOS CONSTAM NA FICHA DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO.**



**EM CASO DE INALAÇÃO - REMOVA A PESSOA PARA UM LOCAL VENTILADO E O MANTENHA NUMA POSIÇÃO QUE FACILITE A RESPIRAÇÃO.**



**SE NECESSÁRIO UTILIZAR MASCARA COM OXIGÊNIO LEVAR AO MÉDICO COM URGÊNCIA**



**EM CASO DE INGESTÃO - FAZER A VITIMA BEBER ÁGUA IMEDIATAMENTE, PODE HAVER QUEDA DE PRESSÃO, LEVAR AO MÉDICO URGENTE**



**MEDIDAS A SEREM ADOTADAS EM CASOS DE ACIDENTES COM ESSES PRODUTOS**

**EM CASO DE IRRITAÇÃO OCULAR - LAVAR COM ÁGUA E PRODURAR UM OFTALMOLOGISTA**



**IRRITAÇÃO DA PELE - LAVAR COM ÁGUA E SABÃO E SE NECESSÁRIO PROCURAR UM DERMATOLÓGISTA**



**REAÇÕES ALÉRGICAS NA PELE - SUSPENDE O CONTATO COM O PRODUTO E - PROCURE UM MÉDICO**





**MINIMIZANDO RISCOS....**

**AO MANUSEAR PRODUTO QUÍMICO CERTIFIQUE-SE QUE O QUE ESTÁ NA EMBALAGEM SEJA O PRODUTO DESCrito NESTA**





**UTILIZE O PRODUTO CONFORME RECOMENDAÇÃO DO FÁBRICANTE - AS DOSES RECOMENDADAS JÁ FORAM VALIDADAS POR ELES.**

**O PRODUTO DEVERÁ SER UTILIZADO PARA OS FINS DESCritos NA EMBALAGEM E / OU RECOMENDAÇÃO DO FÁBRICANTE**



**ELABORADO POR:**  
WANDINALVA S TEIXERA COSTA  
ANA ANGELITA BAPTISTA SAMPAIO



## CONCLUSÃO

O dióxido de cloro BRADOX® foi efetivo na descontaminação de cascas de ovos contaminados experimentalmente por *E.coli* - APEC e não proporcionou lesões na traqueia dos pintainhos de um dia expostos ao produto indicando ser um candidato a substituir o paraformaldeído nas condições avaliadas.

## 10. REFERÊNCIAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **RELATÓRIO ANUAL - 2021.** [s.l: s.n.].

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **RELATÓRIO ANUAL - 2023.** [s.l: s.n.].

ALVES TEIXEIRA, P. et al. Comparison of the effect of hatchery disinfection with peracetic acid andglutaraldehydeassociated with quaternary ammonia compounds on the tracheal mucosa of one day old chicks. **VETERINÁRIA NOTÍCIAS**, v. 24, n. 1, p. 67–80, 30 jun. 2018.

Assessing Differences in the Quality Properties and Ultrastructure of Eggshell as Affected by Chicken Strain and Flock Age During Incubation Period vAuthor(s). [s.d.].

-AVILA, L. DE et al. **Brazilian Journal of Poultry Science Revista Brasileira de Ciência Avícola Effect of Acidified Drinking Water on the Recovery of Salmonella enteritidis from Broiler Crops.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ppgcv/cdpa>>.CHENG, X.; NING, Z. **Research progress on bird eggshell quality defects: a review.** *Poultry Science*Elsevier Inc., , 1 jan. 2023.

BARBOSA, V. M. et al. **Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades [Evaluation of eggshell quality from broiler breeder hens with different ages]***Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* [s.l: s.n.].

CHUNG, H. et al. 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**, v. 38, n. 3, p. 487–497, 1 jun. 2018.

CLÍMACO, W. L. DOS S. et al. Eggshell microbiology and quality of hatching eggs subjected to different sanitizing procedures. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 53, n. 10, p. 1177–1183, 1 out. 2018.

DE MANEJO, G. **Matrizes Cobb.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com)>.

EDUARDO CARNEIRO DOS SANTOS, J. et al. **EFEITO DA LINHAGEM E DA IDADE DAS MATRIZES NA PERDA DE PESO DOS OVOS E NO PESO EMBRIONÁRIO DURANTE A INCUBAÇÃO ARTIFICIAL EFFECT OF THE BREEDER HEN**

**STRAIN AND AGE ON EGG WATER LOSS AND EMBRYONIC WEIGHT DURING ARTIFICIAL INCUBATION**Original Article *Biosci. J.* [s.l: s.n.].

FREITAS, A. G. et al. **MICROSCOPIA DO EPITÉLIO DAS VIAS RESPIRATÓRIAS DE PINTOS DE UM DIA** *Gallus gallus* SUBMETIDOS A VAPOR DE FORMALDEÍDO NO NASCEDOURO

*Vet. Not.* [s.l: s.n.].

GAUTRON, J. et al. **Avian eggshell biomineralization: an update on its structure, mineralogy and protein tool kit.** *BMC Molecular and Cell Biology* BioMed Central Ltd, , 1 dez. 2021.

GRAHAM, B. D. et al. Development of an environmental contamination model to simulate the microbial bloom that occurs in commercial hatch cabinets. **Poultry Science**, v. 101, n. 6, 1 jun. 2022.

HAYRETDAĞ, S.; KOLANKAYA, D. **Investigation of the Effects of Pre-Incubation Formaldehyde Fumigation on the Tracheal Epithelium of Chicken Embryos and Chicks.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary>>.

KULSHRESHTHA, G. et al. Cuticle and pore plug properties in the table egg. **Poultry Science**, v. 97, n. 4, p. 1382–1390, 1 abr. 2018.

MAHARJAN, P. et al. Management and production: Evaluation of chlorine dioxide based product as a hatchery sanitizer. **Poultry Science**, v. 96, n. 3, p. 560–565, 2017.

MELO, E. F. et al. An evaluation of alternative methods for sanitizing hatching eggs. **Poultry Science**, v. 98, n. 6, p. 2466–2473, 1 jun. 2019.

MENDES, F. R. et al. Bacteriological quality of washed and unwashed eggs stored under room temperature and refrigeration and contaminated with *Pseudomonas aeruginosa*. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 444–450, 2014.

MOHAMMADI-ARAGH, M. K.; LINHOSS, J. E.; EVANS, J. D. Effects of various disinfectants on the bacterial load and microbiome of broiler hatching eggs using electrostatic spray. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 31, n. 3, 1 set. 2022.

OLIVEIRA, G. DA S. et al. Clove essential oil in the sanitation of fertile eggs. **Poultry Science**, v. 99, n. 11, p. 5509–5516, 1 nov. 2020.

OLIVEIRA, G. DA S. et al. **Effects of Sanitizers on Microbiological Control of Hatching Eggshells and Poultry Health during Embryogenesis and Early Stages after Hatching in the Last Decade.** *Animals* MDPI, , 1 out. 2022.

OLIVEIRA, G. DA S. et al. **Sanitizing Hatching Eggs with Essential Oils: Avian and Microbiological Safety.** *Microorganisms* Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), , 1 ago. 2023.

OLSEN, R. et al. Impact of egg disinfection of hatching eggs on the eggshell microbiome and bacterial load. **Poultry Science**, v. 96, n. 11, p. 3901–3911, 2017.

ORELLANA, L. et al. Effect of translucency and eggshell color on broiler breeder egg hatchability and hatch chick weight. **Poultry Science**, v. 102, n. 9, 1 set. 2023.

PEREIRA, E. DA S. et al. Vista do COMPLEXO DA AVICULTURA DE CORTE. **INTERFACE TECNOLÓGICA**, v. 20, 2023

PERIĆ, L. et al. Effects of flock age, place of oviposition and cleaning treatments of hatching eggs on hatchability in broiler breeders. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 31, n. 3, 1 set. 2022.

RAYAM, G. et al. Assessing Differences in the Quality Properties and Ultrastructure of Eggshell as Affected by Chicken Strain and Flock Age During Incubation Period vAuthor(s). **BRAZILIAN JOURNAL OF POULTRY SCIENCE**, v. 25, p. 01–10, 2023.

SCHERNER, M.; MARCON, C. T.; SANTOS, J. A. F. S. DOS. AVALIAÇÃO DA TEORIA DOS OBSTÁCULOS DE LEISTNER APLICADOS NA PRODUÇÃO DE COXA E SOBRECOXA DESOSSADA DE FRANGO. Em: **Nutrição e Saúde Pública: pesquisas emergentes em produção e consumo de alimentos.** [s.l.] Editora Científica Digital, 2021. p. 60–68.

SELBY, C. M. et al. Evaluation of the impact of formaldehyde fumigation during the hatching phase on contamination in the hatch cabinet and early performance in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 102, n. 5, 1 maio 2023.

SILVA MOURA TEIXEIRA, E. DA. XII FATECLOG GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NO AGRONEGÓCIO: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO CONTEXTO ATUAL FATEC MOGI DAS CRUZES MOGI DAS CRUZES/SP-BRASIL IMPORTÂNCIA DA CARNE DE FRANGO BRASILEIRA NO MERCADO MUNDIAL XII FATECLOG-GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NO AGRONEGÓCIO:

DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO CONTEXTO ATUAL FATEC MOGI DAS CRUZES MOGI DAS CRUZES/SP-BRASIL 18 E 19 DE JUNHO DE 2021. [s.d.].

TEBRÜN, W. et al. Preliminary study: Health and performance assessment in broiler chicks following application of six different hatching egg disinfection protocols. **PLoS ONE**, v. 15, n. 5 May, 1 maio 2020.

VALDO, N. N.; GARCIA, S. M.; SOUZA, L. F. A. DE. Diferentes desinfetantes sobre a contaminação e desempenho da incubação de ovos de avestruz. **COLLOQUIUM AGRARIAE**, v. 16, n. 2, p. 114–119, 8 maio 2020.

VILELA, C. O. et al. **PROPOLIS: A NATURAL PRODUCT AS AN ALTERNATIVE FOR DISINFECTION OF EMBRYONATED EGGS FOR INCUBATION** Arq. Inst. Biol. [s.l: s.n.].

Vista do COMPLEXO DA AVICULTURA DE CORTE. [s.d.].

WEI, L. L. et al. Disinfection of dental chair water using aqueous chlorine dioxide. **Water (Switzerland)**, v. 13, n. 23, 1 dez. 2021.

WLAZLO, L. et al. Use of reactive oxygen species (ozone, hydrogen peroxide) for disinfection of hatching eggs. **Poultry Science**, v. 99, n. 5, p. 2478–2484, 1 maio 2020.