



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

*Campus de Araçatuba*

**ANSELMO RODRIGO PANINI**

**OZÔNIO E RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA HIGIENIZAÇÃO  
DA CASCA DE OVOS COMERCIAIS**

**ARAÇATUBA- SP  
2019**

**ANSELMO RODRIGO PANINI**

**OZÔNIO E RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA HIGIENIZAÇÃO  
DA CASCA DE OVOS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - UNESP, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal)

Orientador: Prof. Dr. Marcos Franke Pinto

**ARAÇATUBA – SP  
2019**

P192o Panini, Anselmo Rodrigo  
Ozônio e radiação ultravioleta na higienização da casca de ovos comerciais / Anselmo Rodrigo Panini. -- Araçatuba, 2019  
39 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba  
Orientador: Marcos Franke Pinto

1. Tecnologia de ovos. 2. Análise microbiológica. 3. Unidade Haugh. 4. Índice de gema. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA


Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: OZÔNIO E RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA HIGIENIZAÇÃO DA CASCA DE OVOS  
COMERCIAIS

AUTOR: ANSELMO RODRIGO PANINI  
ORIENTADOR: MARCOS FRANKE PINTO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA ANIMAL, área: Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. MARCOS FRANKE PINTO  
Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp

  
Profa. Dra. DEUVÂNIA CARVALHO DA SILVA  
Curso de Biocombustíveis / Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo - Unidade de Araçatuba / Fatec

  
Profa. Dra. ANDRÉA FONTES GARCIA  
Curso de Farmácia / Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium - UNISALESIANO/Araçatuba

Araçatuba, 18 de julho de 2019.

Dedico primeiramente este trabalho a **DEUS**, que me proporcionou todas as condições possíveis para concretização dos meus objetivos e realização deste sonho.

Aos meus pais Valdir Panini e Lucília Aparecida da Silva Panini, por me darem desde criança a base fundamental do caráter, dos valores e do amor

A minha esposa Ana que foi meu porto seguro em todos os momentos e aos meus filhos Anselmo Asafe e Davi, por me servirem de inspiração e motivação até o fim...

# AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) em especial à Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba - FMVA; ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal desta instituição por e aceitarem como aluno.

Ao professor Marcos Franke Pinto por toda sua compreensão, companheirismo e principalmente pelo seu conhecimento, prestando a mim uma brilhante orientação de mestrado.

Ao meu amigo Diego Bitencourt que me apresentou o sistema de pós-graduação em Ciência Animal da FMVA e foi grande incentivador do meu ingresso no curso.

A professora doutora Simone Fujii por escrever minha indicação no sistema de pós-graduação e confiar no meu potencial acreditando que certamente realizaria um bom trabalho.

A minha amiga Laís Celemi por estar ao meu lado e me auxiliar em toda a parte experimental do projeto e sem o seu apoio não seria possível a finalização deste trabalho.

Aos meus companheiros Rodrigo, Rafaela Schoma e Guilherme Melo pela grata surpresa de conhecê-los e dizer que vocês imprescindíveis para a finalização deste trabalho.

Ao senhor Ricardo da empresa Estrela das Águas por fornecer os aparelhos geradores de ozônio.

Ao senhor Roberto Inoue, que gentilmente abriu as portas de sua granja e proporcionou todas as condições possíveis para realização de nossos experimentos.

A todos os colaboradores da FMVA, Faculdade maravilhosa que nos orgulha.

A todos aqueles que de coração torceram por mim para alcançar esta conquista. .

A minha família que foi a minha base forte nessa terra.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.”

(Leonardo da Vinci)

PANINI, AR. **Ozônio e Radiação Ultravioleta na Higienização da Casca de Ovos Comerciais**. 2019. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2019.

## RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de ovos do mundo e devido ao fato desse alimento estar cotidianamente na mesa do brasileiro, um controle contínuo e rigoroso deve ser desenvolvido a fim de garantir sua qualidade físico-química e microbiológica. Neste estudo foi avaliada a qualidade microbiológica e físico-química de ovos frescos submetidos a metodologias alternativas para desinfecção da casca. Foram realizadas diversas combinações de tratamentos, utilizando a lavagem dos ovos com água clorada e água ozonizada, e a exposição dos ovos ao gás ozônio e à radiação ultravioleta (UV), e foi avaliado seu efeito em comparação a ovos não higienizados. Após os tratamentos, os ovos foram submetidos à contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios e facultativos viáveis e à contagem de coliformes a 30-35°C. Também foi avaliado o efeito dos tratamentos no comportamento dos parâmetros físico-químicos de qualidade dos ovos armazenados sob refrigeração e a temperatura ambiente. Todos os tratamentos foram eficazes na redução da contaminação microbiana da casca dos ovos. A exposição à luz U.V. e ao gás ozônio, sem lavagem prévia dos ovos, não diferiu dos tratamentos nos quais os ovos foram lavados com água clorada, que é o procedimento normalmente empregado na higienização dos ovos. A qualidade dos ovos durante o armazenamento abaixo de 4°C e a 25°C foi avaliada durante 28 dias por análises semanais de unidade Haugh, índice de gema, pH e pela perda de peso dos ovos. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas a temperatura foi determinante para a conservação dos ovos. Os ovos armazenados a 25°C por 7 dias apresentaram valores de unidade Haugh e de índice de gema menores que aqueles armazenados sob refrigeração por 28 dias. A perda de peso dos ovos foi também bastante retardada com a refrigeração. Já os valores de pH caíram na primeira semana e depois permaneceram estáveis, não sendo influenciados pela temperatura de armazenamento.

**Palavras-chave:** Tecnologia de ovos. Qualidade dos Ovos. Processamento de ovos. Análise Microbiológica. Unidade Haugh. Índice de gema.



PANINI, AR. **Ozone and ultraviolet radiation in commercial egg shell higienization.** 2019. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2019.

## **ABSTRACT**

Brazil is one of the largest egg producers in the world and because this food is daily in the table of the Brazilians, a continuous and rigorous control must be developed in order to guarantee its physical-chemical and microbiological quality. In this study, the microbiological and physicochemical quality of fresh eggs submitted to alternative methodologies for disinfecting the shell was evaluated. Several combinations of treatments were performed, using egg washing with chlorinated and ozonated water, and egg exposure to ozone gas and ultraviolet radiation (UV), and their effect was evaluated comparing with not sanitized eggs. After treatments, the eggs were submitted to total count of viable mesophilic aerobic and facultative microorganisms and 30-35°C coliforms count. The effect of the treatments on the behavior of physicochemical quality parameters of the eggs stored under refrigeration and at room temperature was also evaluated. All treatments were effective in reducing the microbial contamination of eggshell. The exposure of the eggs to U.V. and ozone gas, without previous washing, did not differ from the treatments in which the eggs were washed with chlorinated water, which is the normal procedure used in the hygiene of the eggs. Eggs quality during storage below 4°C and at 25°C was evaluated for 28 days by weekly Haugh unit, yolk index, pH and weight loss analyses. There was no significant difference between the treatments, but the temperature was determinant for egg conservation. Eggs stored at 25°C for 7 days presented Haugh unit and yolk index lower than those stored under refrigeration for 28 days. Eggs' weight loss was also quite reduced with refrigeration. The pH values declined in the first week and then remained stable, and were not influenced by the storage temperature.

**Keywords:** Egg technology. Egg quality. Egg processing. Microbiological analysis. Haugh unit. Yolk index.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Imagens fotografadas do aparelho ozonizador na lavagem dos ovos.....	<b>18</b>
<b>Figura 2</b> – Imagens fotografadas da câmara de gás.....	<b>18</b>
<b>Figura 3</b> – Imagens fotografadas da caixa de madeira dotada das lâmpadas UV....	<b>19</b>
<b>Figura 4</b> – Micrômetro para determinação da unidade Haugh.....	<b>21</b>
<b>Figura 5</b> –Determinação do diâmetro da gema.....	<b>22</b>
<b>Figura 6</b> – Unidade Haugh dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos, armazenados em diferentes temperaturas.....	<b>28</b>
<b>Figura 7</b> – Índice da gema dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos, armazenados em diferentes temperaturas.....	<b>29</b>
<b>Figura 8</b> – Perda de peso (%) dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos, armazenados em diferentes temperaturas.....	<b>30</b>
<b>Figura 9</b> – pH da clara dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos, armazenados em diferentes temperaturas.....	<b>31</b>

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Tratamentos experimentais utilizados na lavagem e desinfecção de ovos comerciais.....17

**Tabela 2** – Contagem de bactérias mesófilas aeróbias (contagem total) e facultativas viáveis e NMP de coliformes a 30-35°C na casca dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos.....23

**Tabela 3** – Contagem de bactérias mesófilas aeróbias (contagem total) e facultativas viáveis e NMP de coliformes a 30-35°C na casca dos ovos submetidos aos tratamentos que incluíam a exposição à luz U.V. por 10 minutos.....25

**Tabela 4** – Contagem de bactérias mesófilas aeróbias e facultativas viáveis e coliformes a 30/35°C na casca dos ovos, segundo os tratamentos.....26

## LISTA DE ABREVIATURAS

**BVB:** Caldo Bile Verde Brilhante

**C:** Célsius

**Cl<sup>-</sup>** : Cloretos

**DG:** Diâmetro de Gema

**FMVA:** Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba

**h:** Altura

**HG:** Altura da Gema

**Ig:** Índice de Gema

**min:** minutos

**mL:** Mililitros

**mm:** Milímetros

**NMP:** Número Mais Provável

**O<sub>3</sub>** : Ozônio

**P:** Peso

**PCA:** Plate Count Agar

**pH:** Potencial Hidrogeniônico

**PPM:** Partes por Milhão

**UFC:** Unidade Formadora de Colônia

**UH:** Unidade Haugh

**UV:** Radiação Ultra Violeta

# SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	13
2 – OBJETIVO	17
2.1 - Objetivo geral	17
2.2 – Objetivos específicos	17
3 – MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 – Delineamento experimental	18
3.2 – Procedimento de lavagem e desinfecção de ovos	19
3.2.1 – Unidade ozonizadora	20
3.3 – Análise microbiológica	20
3.3.1 – Análise de mesófilos aeróbios e facultativos viáveis	21
3.3.2 – Análise de coliformes a 30-35°C	21
3.4 - Avaliação da qualidade interna dos ovos durante armazenamento	21
3.4.1 – Unidade Haugh	22
3.4.2 – Índice de gema	23
3.4.3 – Determinação da perda de peso dos ovos armazenados	23
3.4.4 – Determinação do pH	23
3.5 – Análise estatística	23
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 - Descontaminação superficial dos ovos	24
4.2 - Parâmetros físico-químicos de qualidade interna dos ovos	27
5 – CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade de um produto alimentício supera o controle das etapas do processo de industrialização, e vai desde a condição inicial da matéria prima até o momento em que o alimento chega ao consumidor final. No caso dos produtos de origem animal, a garantia de níveis seguros para a comercialização deve ser rigorosamente observada, já que os produtos de origem animal estão classificados como uns dos principais veículos de doenças bacterianas (OROSCO, 2015).

Uma estimativa feita nos Estados Unidos é de que algo em torno de 15,6 milhões de dólares sejam gastos anualmente com perdas referentes às doenças transmissíveis por alimentos (FLINN, 2014).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA, o Brasil ocupa a sétima colocação no *ranking* dos produtores mundiais de ovos e, de acordo com MARTINS (2003), a produção nacional de ovos é destinada quase que na sua totalidade ao mercado interno brasileiro.

Segundo PASCOAL et al. (2008), os ovos tem participação importante na alimentação diária dos brasileiros, devido ao seu baixo custo, o que o torna acessível a todas as classes econômicas.

O ovo apresenta uma casca de superfície lisa, rígida, composta basicamente por calcário ( $\text{CaCO}_3$ ), ligada a 2 membranas, denominadas membrana interna e externa (ROMANOFF & ROMANOFF, 1963). A casca desempenha um papel importante na formação do embrião, como fonte de cálcio e por permitir que aconteçam trocas gasosas com o ambiente (WHITEHEAD, 1991).

Essas trocas gasosas são possíveis devido à casca possuir grande quantidade de poros, possibilitando a absorção de gás oxigênio e desprendimento de gás carbônico (NORTH, 1972).

No momento da postura, a grande maioria desses poros é fechada por uma cutícula interna protetora. Da totalidade de poros existentes na casca do ovo, apenas uma pequena parcela, que varia de 1 a 100 poros, apresentam condições que possibilitam a penetração de bactérias, tais como tamanho suficiente e ausência do fechamento dos poros pela cutícula (JONES, 1991). Com o avançar da idade das poedeiras, aumenta a porcentagem de poros que não são obstruídos por essa cutícula (NORTH, 1972).

A superfície do ovo sempre apresentará microrganismos, podendo haver o contágio antes da ovulação ou até mesmo durante a formação no sistema reprodutivo (JONES, 1991; SESTI, 2005). Grande parte destes microrganismos presentes na superfície da casca do ovo é adquirida na passagem pela cloaca, duto por onde também passam as fezes da ave (MAULDIN, 2002).

Essas bactérias presentes na superfície da casca do ovo se desenvolvem rapidamente logo após a postura, podendo ser encontrados na quantidade 100 a 300 microrganismos no momento da postura, de 500 a 600 microrganismos após 15 minutos e de 4.000 a 5.000 em 1 hora (NORTH, 1972).

Sendo assim, é importante salientar a importância da higienização das cascas de ovos, a fim de assegurar a desinfecção efetiva. Vários processos de tratamento para desinfecção das cascas dos ovos são propostos, sendo importante observar alguns pontos, como se o agente desinfetante a ser utilizado no tratamento é considerado seguro e eficiente na redução da taxa de microrganismos patogênicos e não gere produtos secundários que contribuam para deterioração do alimento (GUIDANCE, 2006).

Nesse contexto, o ozônio se apresenta como uma excelente alternativa, agindo diretamente na membrana celular, destruindo imediatamente os microrganismos, aumentando a eficiência do processo com a diminuição do tempo de tratamento, minimizando a produção de resíduos e reduzindo exponencialmente os riscos à saúde e ao meio ambiente (CAMEL, 1998).

O ozônio é um alótropo do oxigênio com 3 átomos de oxigênio em sua molécula e é conhecido como oxigênio enriquecido (Gonçalves, 2004). É o segundo elemento mais oxidante conhecido, só perdendo para o flúor, e apresenta eficácia antimicrobiana, inclusive contra vírus (CHIATTONE, 2008). Testes realizados na Alemanha no ano de 1981 revelaram que o ozônio tem alto poder efetivo contra bactérias (LAPOLLI et al., 2003).

O ozônio gasoso pode apresentar toxicidade ao ser humano em concentrações superiores a 0,1 ppm, mas sua manipulação segura é possível, prova disso é que empresas europeias utilizam há mais de cem anos o ozônio como agente desinfetante em águas (FACILE, 2000).

Foi em meados de 1990 que a procura em aplicar o ozônio em tratamentos de desinfecção aumentou, devido a um estudo realizado nos EUA que relatou que o gás ozônio era seguro para aplicação em alimentos (GRAHAM, 1997). Segundo

TORRES; REGÊ FERREIRA; RÍMOLI (1996), há décadas o ozônio vem sendo utilizado na indústria de alimentos, por não gerar substâncias tóxicas que alterem o odor e o sabor dos alimentos e a utilização da água ozonizada pode reduzir em mais de 90% a contagem microbiana.

Outras soluções têm sido estudadas por possuírem efeitos bactericidas, na área de higiene de alimentos, como a aplicação do cloro. O cloro em suas diversas formas e funções, especialmente os sais de hipoclorito ( $\text{NaClO}$ ), obtido pela decomposição eletrolítica do sal, se apresenta como um ótimo sanitizante, utilizado principalmente nas indústrias de alimentos (YOUSEF, 1999).

Inicialmente, o cloro era empregado na desinfecção de águas somente em casos de epidemias (MEYER, 1994). Foi a partir de 1902 que a cloração foi adotada de maneira contínua na Bélgica. De acordo com ROSSIN (1987), os processos de cloração evoluíram com o tempo, podendo essa evolução ser caracterizada em diferentes décadas:

- 1908 a 1918: início da cloração das águas, onde era aplicado pequenas quantidades;
- 1918 a 1928: expansão no uso de cloro líquido;
- 1928 a 1938: uso de cloraminas, adição conjunta de amônia e cloro, de modo a se obter um teor residual de cloraminas. Ainda não eram empregados testes específicos para se determinar os residuais de cloro;
- 1948 a 1958: refinamento da cloração; determinação das formas de cloro combinado e livre; e cloração baseada em controles bacteriológicos.

O uso do cloro no tratamento da água possui efeito de desinfecção e oxidação (alteração dos compostos presentes na água). O termo frequentemente empregado como “cloração”, significa que este composto possui fortes agentes oxidantes, em geral a reatividade do cloro reduz com o aumento do pH e sua velocidade de reação aumenta com a elevação da temperatura (BAZZOLI, 1993).

Entre as alternativas para desinfecção de alimentos, há ainda a radiação ultravioleta (UV). Seus efeitos foram detectados pela primeira vez em meados de 1878 e suas primeiras unidades de tratamento foram construídas somente em 1955, na Suíça e Áustria, países que atualmente contam com mais de 500 instalações. É considerado um dos melhores meios de tratamentos no rol dos processos físicos de desinfecção de águas, além de o seu processo fotoquímico ser beneficiado por uma



baixa geração de subprodutos, ou seja, garantindo mínimos riscos à saúde humana (AGUIAR, et al. 2002).

Uma estimativa da USEPA (United States Environmental Protection Agency), relata que há 3.000 instalações de desinfecção por UV em todo planeta e, dessas, 2.000 se encontram no continente Europeu e 1.000 nos EUA (WEIGHT & CAIRNES, 1998).

Na utilização de todas essas tecnologias, o grande desafio é minimizar danos causados por efeitos bactericidas sem perder suas propriedades organolépticas do alimento, beneficiando a relação custo x benefício, aumentando o tempo de prateleira do produto, sempre observando a conservação do meio ambiente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a ação de diferentes tratamentos para lavagem e desinfecção da casca dos ovos, com base na utilização de água clorada e ozonizada, e na exposição dos ovos ao gás ozônio e à luz ultravioleta.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Avaliar os efeitos bactericidas do ozônio e da radiação ultravioleta na desinfecção da superfície da casca do ovo.
- b) Analisar o efeito dos tratamentos de desinfecção na manutenção da qualidade dos ovos durante a estocagem em diferentes temperaturas.
- c) Avaliar a necessidade da etapa de lavagem dos ovos na redução da contaminação microbiana.
- d) Comparar a eficiência da lavagem com água clorada e água ozonizada na redução da contaminação superficial dos ovos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Delineamento experimental

Foram utilizados ovos sem trincas ou defeitos, oriundos de poedeiras da linhagem Hy-line W36, com idade entre 35 e 50 semanas, cedidos pela Granja Inoue, localizada no município de Araçatuba / SP. O delineamento foi, inicialmente, inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e o controle (Tabela 1), com seis repetições por tratamento. As coletas foram blocadas em três períodos, em semanas diferentes.

Tabela 1. Tratamentos experimentais utilizados na lavagem e desinfecção de ovos comerciais.

<b>Tratamentos Experimentais iniciais</b>	
C	Controle: ovos não submetidos a qualquer procedimento de higienização
T1	Ovos lavados com água clorada
T2	Ovos lavados com água ozonizada
T3	Ovos submetidos ao gás ozônio por 10 minutos
T4	Ovos lavados com água clorada e submetidos ao gás ozônio por 10 minutos
T5	Ovos lavados com água ozonizada e submetidos ao gás ozônio por 10 minutos
T6	Ovos lavados com água clorada e submetidos a luz U.V. por 1 minuto
T7	Ovos lavados com água ozonizada e submetidos a luz U.V. por 1 minuto
T8	Ovos submetidos à luz U.V. por 1 minuto

Inicialmente, foi prevista a exposição aos ovos à luz U.V. por 10 minutos, mas, após a realização do primeiro bloco de tratamentos e coleta de amostras, observou-se que os ovos sofreram uma mudança significativa de cor, ficando com aspecto externo de “queimado”. Foram então realizados testes para verificar o efeito de um tempo menor de exposição, onde se verificou que a exposição máxima para não causar alteração significativa no aspecto da casca dos ovos era de 1 minuto. Assim, os tratamentos T6, T7 e T8 foram alterados, reduzindo o tempo de exposição dos ovos de 10 minutos para 1 minuto.

Após a realização do experimento e da observação dos resultados, foi realizado um segundo experimento, visando determinar o efeito da exposição dos ovos, sem prévia lavagem, à luz U.V. e ao ozônio, em períodos de exposição menores que os utilizados no delineamento inicial. Para isso, ovos sem sujidades aparentes aderidas na casca foram submetidos à exposição à luz U.V. por 30, 15 e 5 segundos, e ao gás ozônio por 5, 3 e 1 minuto, e comparados a ovos não higienizados quanto à contaminação microbiana.

### 3.2 - Procedimento de lavagem e desinfecção dos ovos

Para lavagem, os ovos foram umedecidos com água clorada ou ozonizada na concentração de 1g/hora antes do procedimento de escovação. (Figura 1)



Figura 1 – Imagens fotografadas do aparelho ozonizador na lavagem dos ovos

A exposição dos ovos ao gás ozônio foi feita numa câmara de gás de aço inox, onde os ovos foram colocados em suportes plásticos. (Figura 2)



Figura 2 - Imagens fotografadas da câmara de gás

Para exposição à luz U.V. os ovos foram colocados em caixa de madeira dotada das lâmpadas U.V. em seu interior, acondicionados nos mesmos suportes plásticos. (Figura 3)



Figura 3 - Imagens fotografadas da caixa de madeira dotada das lâmpadas U.V.

### 3.2.1 - Unidade ozonizadora

O equipamento contendo a célula geradora de ozônio foi cedido em comodato pela empresa Estrela das Águas, sediada no município de Araçatuba/SP, com capacidade para produção de 1 grama de ozônio por hora. Para produção de água ozonizada, o equipamento foi acoplado à saída da água de uma bomba de água.

Para a ozonização do ar, o injetor foi desacoplado do encanamento, liberando ozônio diretamente numa câmara de gás de aço inox.

### 3.3 - Análise microbiológica

Para a análise microbiológica, após a aplicação dos tratamentos de lavagem e desinfecção, os ovos foram embalados individualmente em sacos plásticos estéreis identificados, transportados em caixas térmicas ao Laboratório de Análises de Alimentos da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba da UNESP (FMVA/UNESP) e submetidos às análises microbiológicas, sendo a unidade experimental composta por um *pool* de seis ovos. A recuperação dos microorganismos da casca foi realizada através da lavagem da superfície de seis unidades amostrais (ovos) para cada tratamento, segundo SILVA et al. (2010), através do método International Organization for Standardization - ISO 7218: 2007. Os ovos foram quebrados, sendo as cascas separadas do conteúdo interno, pesadas, acondicionadas em sacos plásticos estéreis e acrescidas de solução salina peptonada 0,1% na proporção de 10 ml para cada grama de casca, constituindo a primeira diluição decimal, ou  $10^{-1}$ . O material foi homogeneizado manualmente por 25 vezes e foram realizadas diluições decimais sucessivas. Foi realizada contagem

de mesófilos aeróbios e facultativos viáveis e de coliformes a 30-35°C, ou coliformes totais, de acordo com os procedimentos descritos no Compendium of methods for the microbiological examination of foods (DOWNES; ITO, 2001).

### **3.3.1 - Análise de mesófilos aeróbios e facultativos viáveis**

Para a contagem de bactérias mesófilas aeróbias e facultativas viáveis, ou contagem total, o meio de cultura utilizado foi o Plate Count Agar (PCA) e o plaqueamento foi o de semeadura em profundidade. A partir das diluições, 1 mL foi plaqueado em profundidade com meio PCA, sendo então as placas incubadas a 35°C por 48 h. Transcorrido o tempo de incubação fez-se a contagem do número de colônias com o auxílio de um contador de colônias (Phoenix) das triplicatas. Para os cálculos do número de UFC, multiplicou-se a média aritmética das triplicatas pelo respectivo fator de diluição. Os resultados foram expressos em Unidade Formadoras de Colônias (UFC) por g de casca (SILVA et al., 2010).

### **3.3.2 - Análise de Coliformes a 30-35°C**

Para análise de coliformes a 30-35°C, ou coliformes totais, foi utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP). Três alíquotas das três primeiras diluições seriadas de cada unidade amostral foram inoculadas em tubos contendo Caldo Bile Verde Brilhante (BVB) e, em seu interior, tubos de fermentação ou de Durham invertidos. Os tubos com BVB que, após 24-48h de incubação a 35°C, apresentaram crescimento microbiano com formação de gás no tubo de Durham foram presuntivamente considerados positivos. Os resultados foram comparados em tabela específica para essa finalidade e expressos em NMP por g de casca (SILVA et al., 2010).

## **3.4 - Avaliação da qualidade interna dos ovos durante armazenamento**

Para avaliação da qualidade interna dos ovos durante armazenamento, após a realização dos tratamentos para lavagem e desinfecção, os ovos foram

identificados e acondicionados em bandejas cartonadas com capacidade para 30 ovos, sendo cada bandeja embalada com filme plástico, conforme procedimento rotineiramente utilizado para comercialização. A identificação dos ovos foi realizada na bandeja. As bandejas foram transportadas para o Laboratório de Análises de Alimentos da FMVA/UNESP e armazenadas sob refrigeração entre 0 e 4°C e em temperatura de 25°C, em sala climatizada. Inicialmente, uma unidade amostral de cada tratamento, composta por um *pool* de três ovos, foi submetida à determinação dos parâmetros físico-químicos de qualidade: peso do ovo e altura do albúmen denso, para determinação da unidade Haugh, altura e diâmetro da gema, para determinação do índice de gema e pH da clara. Além disso, todos os ovos foram pesados antes de serem armazenados, para determinação da perda de massa durante o armazenamento. A cada semana, uma unidade amostral de cada tratamento e de cada temperatura de armazenamento foi avaliada. Para isso, após a pesagem, os ovos foram colocados em um recipiente para avaliação da flotagem em água. Os ovos que flotaram foram considerados impróprios para consumo e descartados.

### 3.4.1 - Unidade Haugh

Para acompanhar a qualidade interna pela unidade Haugh (UH), os ovos, após serem pesados em balança semi-analítica, foram quebrados sobre uma superfície plana para medir a altura do albúmen com o uso de um micrômetro, com precisão de 0,01 mm. A medida foi realizada a cerca de 1 cm da extremidade da gema, evitando-se as chalazas. Segundo (COTTA, 1997), para o cálculo da unidade Haugh utiliza-se a fórmula [Unidade Haugh (UH) = 100 Log (h – 1.7 p + 7,6)], onde:

h = altura de albume denso (mm) p = peso do ovo (g)

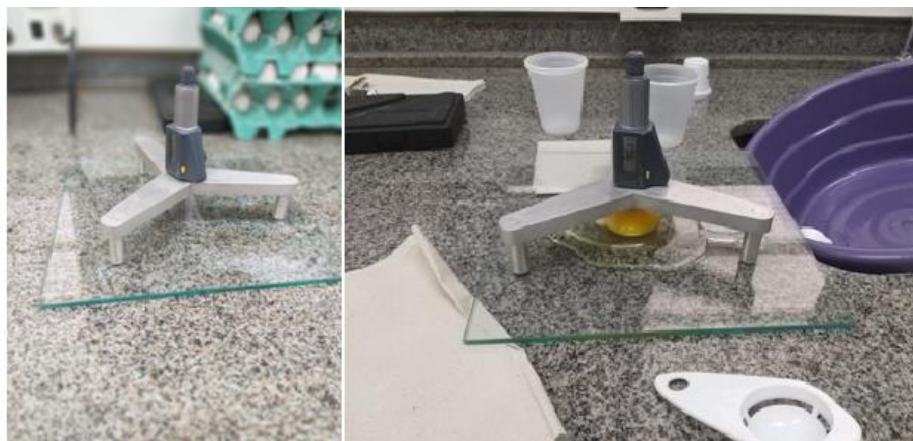


Figura 4 – Micrômetro para determinação da unidade Haugh

### 3.4.2 - Índice da gema

O índice da gema foi calculado com base na altura e do diâmetro da gema, medidos com micrômetro, usando a fórmula:

Índice da gema (Ig)=HG/DG, onde:

HG = altura da gema

DG = diâmetro da gema



Figura 5 – determinação do diâmetro da gema

### 3.4.3 - Determinação da perda de peso dos ovos armazenados

Para determinação da perda de peso, os ovos foram inicialmente pesados e identificados antes do armazenamento. A cada 7 dias, os ovos foram novamente pesados, e a perda de peso foi expressa em porcentagem.

### 3.4.4 - Determinação do pH

Após a avaliação das mensurações com paquímetro para determinação da unidade Haugh e do índice de gema, as claras foram separadas das gemas para determinação do pH, com o uso de potenciômetro Mettler Toledo.

## 3.5 - Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 2013).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Descontaminação superficial dos ovos

Na tabela 2 são apresentados os resultados obtidos das análises microbiológicas referentes á cada tratamento. Todos os tratamentos tiveram efeito positivo na desinfecção dos ovos, diferindo estatisticamente do controle ( $P < 0,05$ ).

Tabela 2 – Contagem de bactérias mesófilas aeróbias (contagem total) e facultativas viáveis e NMP de coliformes a 30-35°C na casca dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos

Tratamentos	Contagem total <sup>1</sup> (log UFC/g de casca)	Redução da contagem microbiana <sup>2</sup> (%)	Coliformes a 30-35°C (NMP/g de casca)
C – Controle	6,08 ± 0,15 <sup>ax</sup>	-	27,76
T1 - Água Cl <sup>-</sup>	2,30 ± 0,24 <sup>ef</sup>	99,98	1,20
T2 - Água O <sub>3</sub>	2,74 ± 0,13 <sup>cde</sup>	99,95	0,90
T3 - Gás O <sub>3</sub> 10 min.	2,50 ± 0,15 <sup>def</sup>	99,97	0,60
T4 - Água Cl <sup>-</sup> + Gás O <sub>3</sub> 10 min.	1,90 ± 0,23 <sup>f</sup>	99,99	0,00
T5 - Água O <sub>3</sub> + Gás O <sub>3</sub> 10 min.	2,40 ± 0,17 <sup>ef</sup>	99,98	0,00
T6 - Água Cl <sup>-</sup> + UV 1 min.	1,79 ± 0,10 <sup>f</sup>	99,99	0,00
T7 - Água O <sub>3</sub> + UV 1 min.	3,23 ± 0,16 <sup>bcd</sup>	99,86	0,00
T8 - UV 1 min.	2,11 ± 0,02 <sup>ef</sup>	99,99	0,00

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey

<sup>1</sup>Média ± desvio padrão

<sup>2</sup>Para cálculo da redução da contagem microbiana, foram utilizados os valores originais

Com base nos resultados, é possível adotar vários procedimentos para desinfecção dos ovos, dependendo das particularidades e conveniência inerentes aos diferentes sistemas de produção. A lavagem dos ovos com água ozonizada foi tão eficiente como a lavagem feita com água clorada. A vantagem do uso de água ozonizada é que dispensa a compra e a estocagem de cloro. A desvantagem é que exige a manutenção do equipamento ozonizador, e o gasto de energia elétrica. Sendo assim, nessa comparação específica, devem ser pesados esses fatores para a adoção do sistema de lavagem que mais convenha à realidade da empresa.

A exposição dos ovos por 1 minuto à luz UV isoladamente, sem lavagem prévia, ou após lavagem prévia com água clorada, foram os tratamentos que mais reduziram a carga microbiana externa dos ovos, não diferindo entre si. A exposição dos ovos à luz UV por 1 minuto após lavagem com água ozonizada teve um efeito menor na redução da carga microbiana, quando comparado aos outros dois tratamentos que utilizaram a exposição à radiação UV por 1 minuto. Mas nos três tratamentos em que foi utilizada a luz UV por 1 minuto não foram detectados coliformes a 35°C.

A lavagem dos ovos é um assunto polêmico. Embora resultem em ovos com melhor aparência para comercialização, alguns estudos demonstraram que o processo de lavagem pode ser prejudicial à qualidade microbiológica dos ovos. ARAGÓN-ALEGRO et al. (2005) reportaram que o emprego ou não da etapa de lavagem não tem influência na qualidade microbiológica dos ovos. No entanto, os autores ponderam, citando HUTCHISON et al. (2004), que os ovos apresentam pouca ou nenhuma contaminação no momento da postura, vindo a se contaminar imediatamente após a postura pelo contato com as fezes ou por penetração de microrganismos através de rachaduras microscópicas ou mesmo pelos poros. Destacam ainda que o processo de lavagem, quando não realizado de forma correta, pode causar danos físicos à casca e facilitar a penetração microbiana. Esse risco é reforçado pelo estudo de STRINGHINI et al. (2009), que observaram que, em duas granjas comerciais, o procedimento de lavagem foi eficaz na redução da contaminação da casca de ovos, mas, em outras duas, a contaminação aumentou após a lavagem, demonstrando que o procedimento de lavagem pode apresentar falhas. MENDES et al. (2012) reportaram que ovos lavados apresentaram pior qualidade interna quando não foram refrigerados, demonstrando que, se os ovos forem lavados, a refrigeração é necessária.

Os resultados apresentados na tabela 2 demonstram que, nos tratamentos em que os ovos foram expostos à luz UV por 1 minuto, a lavagem prévia dos ovos não trouxe benefício adicional na descontaminação. Os resultados demonstram que o emprego de algum método de desinfecção de ovos é essencial, uma vez que foi demonstrado que todos os tratamentos reduziram a contaminação superficial dos ovos. No entanto, a exposição dos ovos à luz UV ou ao gás ozônio, com ou sem lavagem prévia, resultaram em efeito semelhante na descontaminação dos ovos.

Inicialmente, os tratamentos com radiação UV foram realizados com um tempo de exposição dos ovos de 10 minutos. No entanto, observou-se que a casca dos ovos ficava escurecida, inviabilizando o tratamento. Então, foi reduzido o tempo de exposição à radiação UV para 1 minuto. Observou-se, então, que a redução do tempo de exposição à luz U.V. de 10 minutos para 1 minuto não reduziu a eficiência do tratamento, pelo contrário, as contagens microbianas foram mais altas com o tempo de exposição maior, talvez por promover dano físico à casca e a penetração de microrganismos, conforme sugerem alguns autores. Na tabela 3, são apresentadas as contagens microbianas para os tratamentos utilizando o tempo de exposição à luz U.V. de 10 minutos.

Tabela 3 – Contagem de bactérias mesófilas aeróbias (contagem total) e facultativas viáveis e NMP de coliformes a 30-35°C na casca dos ovos submetidos aos tratamentos que incluíam a exposição à luz U.V. por 10 minutos

Tratamentos	Contagem total <sup>1</sup> (log UFC/g de casca)	Redução da contagem microbiana <sup>2</sup> (%)	Coliformes a 30-35°C (NMP/g de casca)
Controle	6,08 ± 0,15 <sup>a*</sup>	-	27,76
Água O <sub>3</sub> + UV 10 min.	3,75 ± 0,66 <sup>b</sup>	98,44	5,45
Água Cl <sup>-</sup> + UV 10 min.	3,49 ± 0,62 <sup>b</sup>	99,39	0,00
UV 10 min.	3,35 ± 0,36 <sup>b</sup>	99,75	2,28

\*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si (P < 0,05) pelo teste de Tukey

<sup>1</sup>Média ± desvio padrão

<sup>2</sup>Para cálculo da redução da contagem microbiana, foram utilizados os valores originais

Com base nos resultados apresentados na tabela 3, foi realizado um segundo experimento, especificamente para avaliar o efeito de tempos menores de exposição à luz U.V. ou ao gás ozônio. Os resultados são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Contagem de bactérias mesófilas aeróbias e facultativas viáveis (contagem total) e coliformes a 30/35°C na casca dos ovos, segundo os tratamentos

Tratamentos	Contagem total <sup>1</sup> (log UFC/g de casca)	Redução da contagem microbiana <sup>2</sup> (%)	Coliformes a 30-35°C (NMP/g de casca)
Controle	2,43 ± 0,20 <sup>a*</sup>	-	> 110
U.V. 5 seg.	0,93 ± 0,66 <sup>c</sup>	94,44	0
U.V. 15 seg.	0,77 ± 0,15 <sup>c</sup>	96,67	0
U.V. 30 seg.	1,30 ± 0,05 <sup>bc</sup>	93,33	0
Ozônio 1 min.	1,93 ± 0,15 <sup>ab</sup>	70,00	12
Ozônio 3 min.	2,10 ± 0,20 <sup>a</sup>	53,50	0
Ozônio 5 min.	2,13 ± 0,12 <sup>a</sup>	53,00	0

\*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si (P < 0.05) pelo teste de Tukey

<sup>1</sup>Média±desvio padrão

<sup>2</sup>Para cálculo da redução da contagem microbiana, foram utilizados os valores originais

Observa-se que a contaminação microbiana dos ovos não higienizados foi bem menor do que no experimento anterior, em parte devido ao fato de que, como os ovos não seriam lavados, foram selecionados ovos sem sujidade aparente aderidas à casca. A exposição dos ovos não lavados ao gás ozônio por 5, 3 ou 1 minuto não foi eficiente na descontaminação dos ovos. Assim, ficou demonstrado que é necessário um período de tempo maior de exposição se a opção de descontaminação for o gás ozônio. Uma alternativa poderia ser o uso de gás ozônio em embalagem com atmosfera modificada. Já a exposição à luz U.V. foi eficiente em todos os tratamentos, inclusive quando foi utilizado o tempo de exposição de 5 segundos. Esse resultado, sem dúvida, suscitará estudos adicionais, uma vez que traz possibilidades de aplicação na linha de produção de ovos.

## 4.2 - Parâmetros físico-químicos de qualidade interna dos ovos

Inicialmente, os resultados de unidade Haugh, índice de gema, perda de peso dos ovos e pH da clara foram avaliados num delineamento esquema fatorial 2x5x9, onde os fatores foram duas temperaturas de armazenamento, cinco tempos de estocagem e nove tratamentos. O efeito dos tratamentos sobre os resultados não foi significativo. Então, foi feita a comparação de médias de todos os tratamentos em

cada período de estocagem e temperatura de armazenamento. Em todos os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade interna dos ovos, observou-se o mesmo comportamento, ou seja, os tratamentos não influenciaram o comportamento dos parâmetros e a temperatura de estocagem teve influência marcante. Essa influência da temperatura de armazenamento na qualidade dos ovos já é fato bem conhecido e reportado. A redução da qualidade interna dos ovos está associada principalmente à perda de água e de dióxido de carbono durante o período de estocagem e é proporcional à elevação da temperatura do ambiente (AUSTIC; NESHEIM, 1990 apud CARVALHO et al., 2013). A temperatura acelera a degradação da proteína da albumina pela anidrase carbônica, tendo como produto água e CO<sub>2</sub>. A água passa do albúmen para a gema por osmose, fazendo com que ocorra um enfraquecimento da membrana vitelínica, que se torna maior e mais achatada, diminuindo, assim, a altura da gema, e conseqüentemente ocorre também uma diminuição da altura do albúmen espesso, pela diminuição do seu volume de água.

Na figura 6, são apresentados os valores de unidade Haugh dos ovos armazenados sob refrigeração a 0-4°C e a 25°C, com o tempo de estocagem.

A Unidade Haugh (UH), proposta em 1937 (HAUGH, 1937), é o parâmetro mais usado para expressar a qualidade do albúmen. A escala de Unidade Haugh varia de 20 a 110 e os valores mais frequentes estão entre 50 e 100 (SAUVEUR, 1993 apud CARVALHO et al., 2013). Nos Estados Unidos, a classificação de ovos baseados na Unidade Haugh se dá nos seguintes limites: AA (Firme): UH > 72; A (Razoavelmente firme): UH entre 60 e 72; B (Fraco e aguado): < 60 (USDA, 2000). A mensuração de unidade Haugh reflete a qualidade da proteína do ovo. Valores maiores significam maior qualidade da proteína. O decréscimo nos valores de unidade Haugh é provocado pela redução da densidade do albúmen, que, por sua vez, se deve a alterações que ocorrem na ovomucina durante a estocagem. O afinamento do albúmen está ligado ao rompimento do complexo lisozima-ovomucina, que ocorre devido à difusão do CO<sub>2</sub> e conseqüente alteração do pH durante a estocagem (YÜCEER et al., 2016).

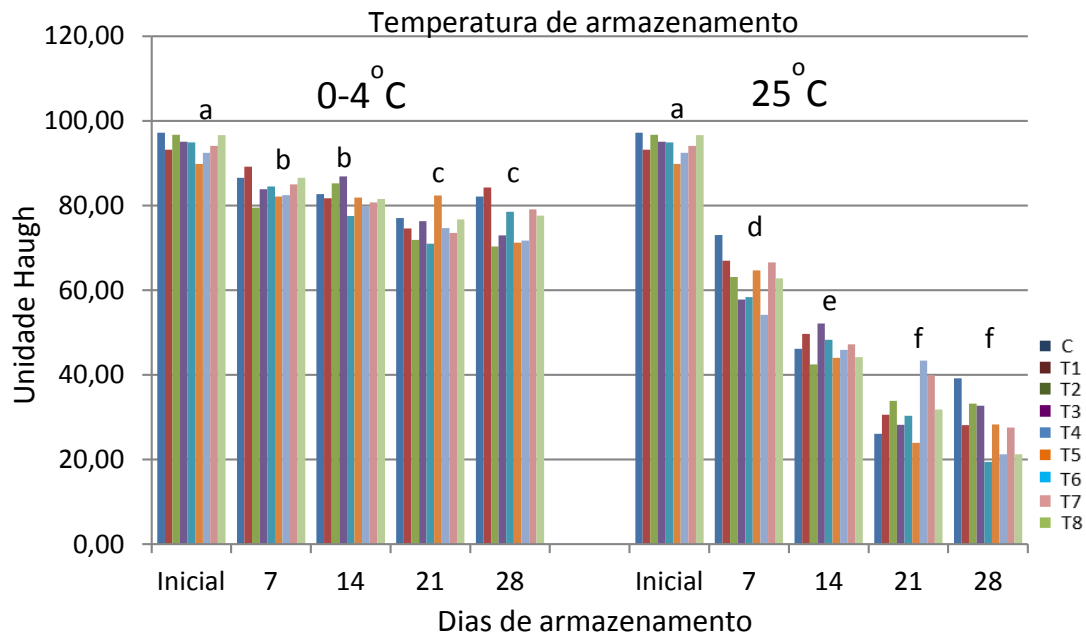


Figura 6. Unidade Haugh dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos, armazenados em diferentes temperaturas.

<sup>a,b</sup>Letras distintas indicam diferença significativa entre as médias dos tratamentos ( $P < 0,05$ ).

Na figura 6, é possível observar que os ovos mantidos sob refrigeração, mesmo após 28 dias de estocagem, mantiveram valores de unidade Haugh acima de 72, que é considerado o limite ovos “firmes” e “razoavelmente firmes” pelo USDA americano (USDA, 2000). Já os ovos mantidos a 25°C, atingiram valores abaixo de 60, correspondente à classificação “fraco e aguado” já na primeira semana de estocagem. Com 21 dias de estocagem, a unidade Haugh dos ovos sem refrigeração atingiu o valor mínimo, não se modificando mais. Isso se deve ao fato desse parâmetro de qualidade estar diretamente ligado à altura do albúmen, e a liquefação do albúmen ocorre rapidamente em temperatura mais elevada. Por esse motivo, em estudos envolvendo o acompanhamento da qualidade dos ovos até sua deterioração, a aferição de unidade Haugh perde sua eficiência após um determinado ponto, devendo ser complementada pela aferição de outros parâmetros, como perda de massa dos ovos e índice de gema, que apresentam um declínio mais lento.

Na figura 7 é apresentada a evolução do índice de gema durante a estocagem dos ovos nas duas diferentes temperaturas.

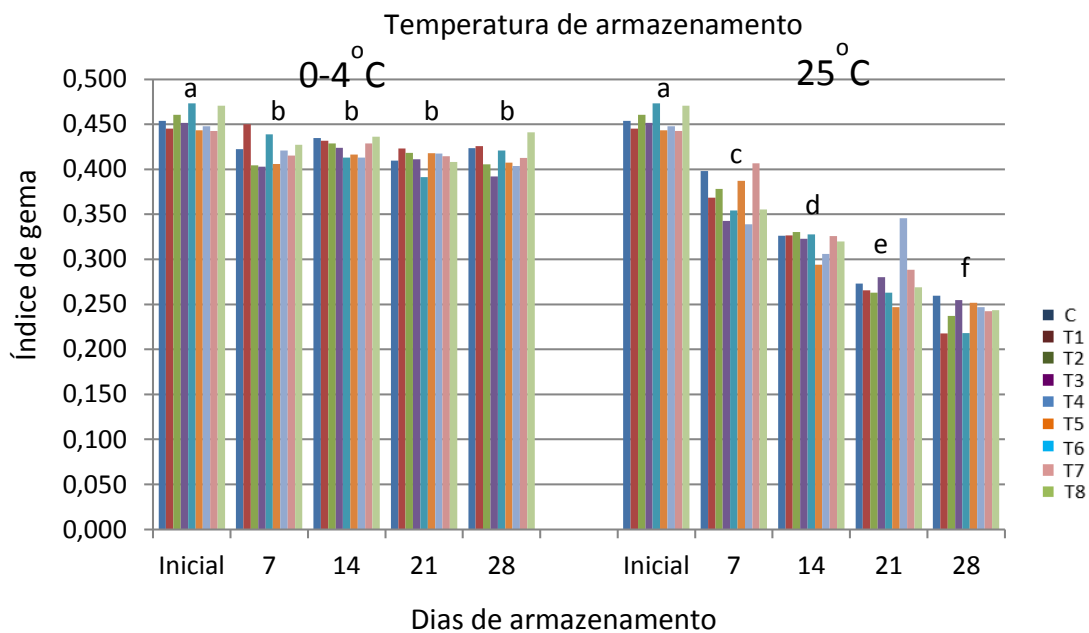


Figura 7. Índice da gema (altura/diâmetro da gema) dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos, armazenados em diferentes temperaturas.

<sup>a,b</sup> Letras distintas indicam diferença significativa entre as médias dos tratamentos ( $P < 0,05$ ).

O índice da gema é calculado dividindo a altura da gema pelo diâmetro da gema do ovo quando quebrado no prato. A partir da década de 1930, foi usado como um indicador da qualidade da parte interna do ovo (NABEL, 2016).

Valores acima de 0,38 indicam ovos “extra frescos”, entre 0,28 e 0,38, ovos “frescos” e valores abaixo de 0,28 correspondem a ovos “regulares” (KASHIMORI, 2017). Assim como ocorre com a unidade Haugh, a velocidade do declínio do índice de gema está diretamente ligada à temperatura de estocagem. A redução dos valores do índice de gema com o tempo de estocagem dos ovos ocorre devido ao enfraquecimento da membrana vitelina e à liquefação da gema, causada principalmente pela difusão osmótica de água do albúmen (YÜCEER et al., 2016).

Conforme demonstrado na figura 7, o índice da gema apresenta uma velocidade de queda mais lento em temperatura mais elevadas, em comparação à unidade Haugh. Com a perda da densidade do albúmen, a aferição da unidade Haugh perde o significado. Assim, o índice da gema permite a avaliação da qualidade de ovos com maior tempo de estocagem (NABEL, 2016).

Na figura 8, é apresentada a evolução da perda de peso dos ovos durante o armazenamento, nas duas diferentes temperaturas. A exemplo do que foi observado nos demais parâmetros de qualidade interna dos ovos, os tratamentos não tiveram

influência na perda de peso dos ovos durante o armazenamento, mas a temperatura de estocagem foi determinante.

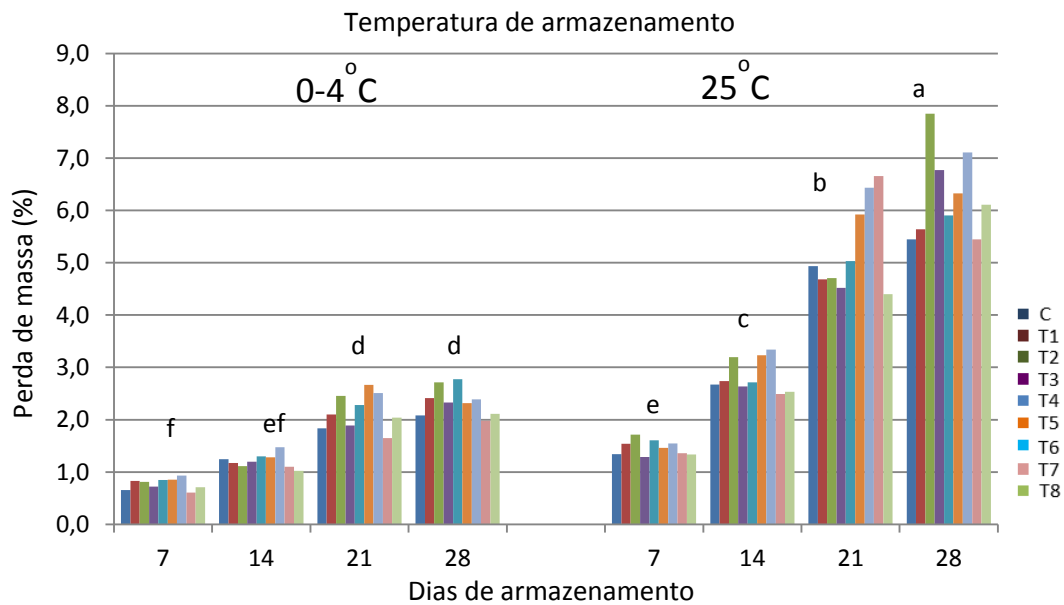


Figura 8. Perda de peso (%) dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos, armazenados em diferentes temperaturas.

<sup>a,b</sup>Letras distintas indicam diferença significativa entre as médias dos tratamentos ( $P < 0,05$ ).

Com 28 dias de estocagem sob refrigeração, a perda de peso dos ovos foi menor que a dos ovos mantidos a 25°C por 14 dias. MENDES et al. (2012) avaliaram a perda de peso de ovos mantidos por 30 dias a 5°C e a 25°C. A 25°C, os autores reportaram uma média de perda de peso de 6,98%, valor próximo ao observado no presente trabalho. Já para os ovos mantidos a 5°C, os autores reportaram um valor médio de perda de peso de 4,33%, bem superior aos observados na figura 8 para os ovos mantidos entre 0 e 4°C, sugerindo uma influência determinante da temperatura de estocagem nesse parâmetro, mesmo com uma variação pequena de temperatura, dentro da faixa de refrigeração. A perda de peso ocorre principalmente devido à evaporação da água através dos poros da casca, e é influenciada diretamente pela temperatura de armazenamento. Essa perda de peso é um dos fatores que promovem a flutagem dos ovos. Entre os ovos mantidos sob refrigeração, até 21 dias não foi observada flutagem de nenhum ovo e, aos 28 dias, 3,7% dos ovos flutuaram quando colocados em água. Já entre os ovos estocados a 25°C, com 21 dias 3,7% dos ovos flutuaram e aos 28 dias, essa porcentagem atingiu 37%.



Na figura 9, é apresentada a evolução do pH da clara durante a estocagem dos ovos. Na primeira semana de estocagem, observou-se uma ligeira, mas significativa redução nos valores de pH ( $P < 0,05$ ). Assim como foi observado nos demais parâmetros avaliados, os tratamentos de lavagem e desinfecção dos ovos não influenciaram o pH das claras. Mas, ao contrário do que ocorreu nos demais parâmetros, nem a temperatura nem o tempo de estocagem tiveram influência após a primeira semana. Após a primeira semana até os 28 dias, o pH permaneceu estável nas duas condições de armazenagem.

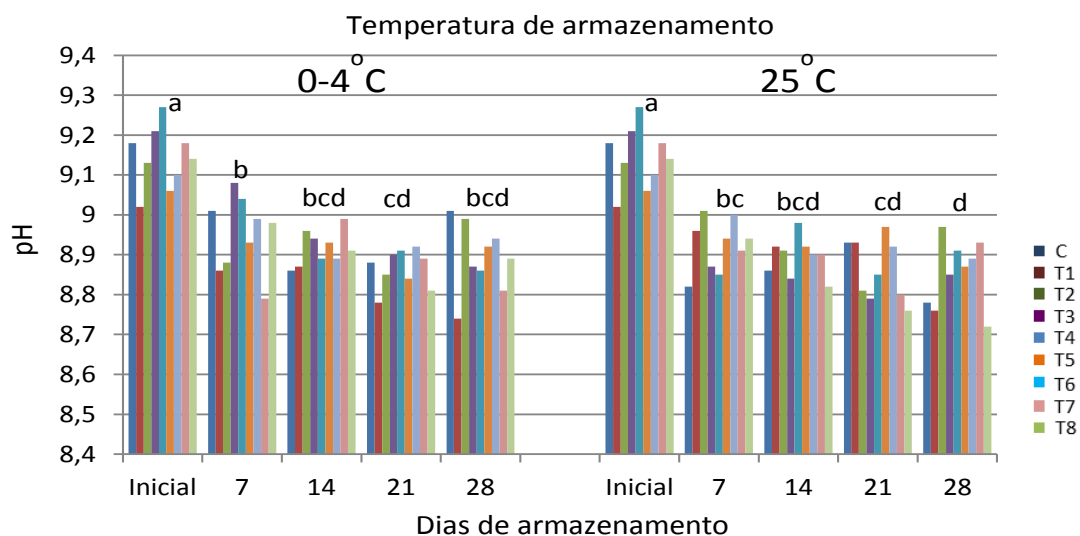


Figura 9. pH da clara dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos, armazenados em diferentes temperaturas.

<sup>a,b</sup>Letras distintas indicam diferença significativa entre as médias dos tratamentos ( $P < 0,05$ ).

Segundo YÜCEER et al. (2016), após a postura, o pH do albúmen se eleva de um valor próximo ao neutro (em torno de 7,0) para valores na faixa do pH básico, que podem chegar próximo a 9,5, devido à liberação de  $\text{CO}_2$  da quebra do ácido carbônico, resultando em alteração do sistema tampão bicarbonato. Ainda segundo os autores, os ovos, no momento da postura apresentam um pH entre 7,6 e 8,5 e contém entre 1,44 e 2,05 mg de  $\text{CO}_2$  por grama de albúmen.

Essa descrição das alterações bioquímicas dos ovos após a postura aparentemente não condizem com os resultados apresentados na figura 9, onde se observa que os valores de pH, na primeira aferição, na chegada dos ovos ao Laboratório de Análises de Alimentos, logo após a aplicação dos tratamentos experimentais, estavam mais básicos, e o pH caiu após uma semana de estocagem.

No entanto, no mesmo trabalho, YÜCEER et al. (2016) observaram valores de pH em torno de 8,5 após 2 e 5 minutos da postura e, durante a estocagem, o comportamento do pH não apresentou uma tendência clara.

Conforme já foi mencionado, com o tempo, o ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), um dos componentes do sistema tampão do albúmen, dissocia-se, formando água e gás carbônico. Essa reação é acelerada quando a temperatura de armazenamento dos ovos é elevada. Sob condições naturais, este gás se difunde através da casca e se perde no ambiente, e o pH do albúmen aumenta, diminuindo sua acidez. Aparentemente, no entanto, essa alteração ocorre logo após a postura, uma vez que esse aumento de pH não foi observado no presente experimento.

## 5. CONCLUSÃO

A água ozonizada mostrou-se uma alternativa para a lavagem de ovos, com eficiência equivalente à água clorada.

A exposição dos ovos ao gás ozônio por 10 minutos ou à radiação ultravioleta por 1 minuto foi eficiente na desinfecção de ovos, dispensando a lavagem prévia dos ovos, que não trouxe benefício adicional à qualidade microbiológica do produto.

A exposição dos ovos não lavados, sem sujeira aparente aderida à casca, à radiação ultravioleta por 5 segundos foi suficiente para promover a desinfecção da casca dos ovos. A exposição dos ovos, nas mesmas condições, ao gás ozônio por tempo inferior a um minuto não se mostrou eficiente para a desinfecção da casca.

Os métodos avaliados não influenciaram os parâmetros físico-químicos de qualidade interna dos ovos, como unidade Haugh, índice de gema e perda de peso dos ovos, mas a temperatura de armazenamento dos ovos foi determinante para o comportamento dessas variáveis.

O pH da clara não foi influenciado nem pelos tratamentos de lavagem e desinfecção dos ovos, nem pela temperatura de estocagem, nem pelo tempo de armazenamento, após a primeira semana, não se mostrando, portanto, um parâmetro confiável para avaliar a qualidade dos ovos armazenados.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. M. S.; NETO, M. L. S. et al. **Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de águas com turbidez e cor moderadas.** Vol. 7 - Nº 1 - jan/mar 2002 e Nº 2 - abr/jun 2002.

ARAGON-ALEGRO, L.C.; SOUZA, K.L.O.; COSTA SOBRINHO, P.S.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M.T. Avaliação da qualidade microbiológica de ovo integral pasteurizado produzido com e sem a etapa de lavagem no processamento. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 25(3): 618-622, 2005

BAZZOLI, N., 1993. **O Uso da Desinfecção no Combate à Cólera.** Apostila da Fundação Nacional de Saúde - Coordenação Regional de Minas Gerais. Recife: FNS/Opas. (Mimeo.).

CAMEL V, BERMONDA. **The use of ozone and associated oxidation processes in drinking water treatment.** *Water Research.* 32 (11): 3208-3222, 1998.

CARVALHO, J.X.; SUÁREZ, R.O.; MENDES, F.Q.; BARROS FERNANDES, R.V.; CUNHA, M.C.; CARVALHO, A.M.X. Increased shelf life of eggs through the use of propolis, **Semina: Ciências Agrárias**, 34: 2287-2296, 2013

Chiattonne, P. V.; Torres, L. M.; Zambiasi, R. C. Application of ozone in industry of food. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p.341-349, 2008

COTTA, T. **Reprodução da galinha e produção de ovos.** Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p. 81-92.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 4 ed. American Public Health Association. Washington, DC. 2001.

FACILE N, BARBEAU B, PRIEVOST M, KOUDJONOU B. **Evaluating bacterial aerobic spores as a surrogate for Giardia and Cryptosporidium inactivation by ozone.** Water Res, 34(12):3238–46, 2000.

FLINN D. USDA: U.S. **Food borne illnesses Cost More Than \$15.6 Billion-annually.** Food Safety News, Seattle, Oct. 2014. Disponível em: <<http://www.foodsafetynews.com/2014/10/foodborne-illnesses-cost-usa-15-6-billion-annually/#.VMBghNLF8ve>>. Acesso em: 29 mar. 2016.

GONÇALVES, A. A. & Paiva, F. G. **El ozono como agente antiséptico em La industria vpesquera.** Infopesca Internacional, 31(1): 32-37, 2004.

GRAHAM, D. M. Use **of ozone for food processing.** Food Technology, Chicago, v. 51, n. 6, p. 72-75, 1997.

GUIDANCE **document on the safety and the efficacy of substances for the removal of microbial surface contamination of foods of animal origin.** The EFSA journal. Parma, v. 388, p.1-19. Set.2006. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/doc/388.pdf>>. Acesso em: 29 Mar. 2016.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.

HUTCHISON, M.L.; GITTINS, J.; WALKER, A.; SPARKS, N.; HUMPHREY, T.J.; BURTON, C.; MOORE, A. An assessment of the microbiological risks involved with egg washing under commercial conditions. **J. Food Prot.**,v.67, p.4-11, 2004.

J.G.; YOUSEF, E. and DAVE, S. **Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review.** Journal of Food Protection, v. 62, n. 9, p. 1071- 1087, 1999.

JONES, C.B. **Egghygiene: microbial contamination, significance and control.** In: **TULLET, S.G. Avian Incubation.** London: Butterworth-Heinemann, Trabalho apresentado no 22. Poultry Science Symposium. p. 269-276, 1991.

KASHIMORI, A. **The illustrated egg handbook**. Cambridge: Context, 158 p., 2017.

LAPOLLI, F. R.; SANTOS, L. F.; HÁSSEMER, M. E. N.; AISSE, M. M.; PIVELI, R. P. **Desinfecção de efluentes sanitários por meio da ozonização**. In. GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patógenos e substâncias nocivas**: aplicação para fins produtivos como agricultura, aqüicultura e hidropônica. Vitória: PROSAB, p. 169-208, 2003.

MARTINS, S.S. **Situação e perspectiva da avicultura de postura no Brasil em 2003**. Informações Econômicas. v.33, n.12; 2003.

MAULDIN, J.M. Maintaining hatching egg quality. In: BELL, D.D; WEAVER, W.D. **Commercial Chicken Meat and Egg Production**. 5th ed. Norwell: Kluwer Academic Publishers, p.707-725, 2002.

MENDES, F.R.; ANDRADE, M.A.; CAFÉ, M.B.; SANTOS, J.S.; LACERDA, M.J.R.; STRINGHINI, J.H.; STRINGHINI, M.L.; LEANDRO, N.S.M. Physical and chemical quality of sanitized commercial eggs experimentally contaminated with *Pseudomonas aeruginosa* and refrigerated during storage. **R. Bras. Zootec**, 41(10):2211-2218, 2012

MEYER, S. T. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública**. Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 10 (1): 99-110, jan/mar, 1994.

NABEL Co. Ltda. **Qualidade do ovo**. 2016. Disponível em: <<http://det6000.com/pt/egg-quality/>>. Acesso em 12 jun 2019.

NORTH, M.O. **Commercial Chicken Production Manual**. Westport: The Avi Publishing, p. 21-30, 1972.

OROSCO, G.W. (2015). **Eficácia da aplicação de ozônio em carcaças suínas na etapa de resfriamento para o controle de bactérias indicadoras e causadoras de doenças transmitidas por alimentos.** [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PASCOAL, L.A.F.; BENTO JUNIOR, B.A.; SANTOS, W.S.; SILVA, L.S.; DOURADO, L.R.B.; BEZERRA, A.B.A. **Qualidade dos ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. v.9, n.1; p.150-157; 2008.

ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. Structure. In: ROMANOFF, A.L. ; ROMANOFF, A.J. **The Avian Egg. 2th ed.** New York : John Wiley e Sons, p.121-174, 1963.

ROSSIN, A. C; **Desinfecção. In: Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água (Tratamento de Água),** Vol. 2, São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987.

SAS INSTITUTE INC. **The SAS System realise 9.3.** SAS Institute Inc, Cary. NC, 2013.

SESTI, L.A.C. Biosseguridade em granjas de reprodutoras. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. **Manejo de Matrizes de Corte.** Campinas: Facta, p. 244-317. 2005.  
SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S., GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água.** 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

STRINGHINI, M.L.F.; ANDRADE, M.A.; MESQUITA, A.J.; ROCHA, T.R.; REZENDE, P.M.; LEANDRO, N.S.M. Características bacteriológicas de ovos lavados e não lavados de granjas de produção comercial. **Cien. Anim. Bras.** 10(4): 1317-1327, 2009.

TORRES, E.A.F.S; REGÊ FERREIRA, A.F; RÍMOLI, C. D. **Estudo das propriedades desinfetantes do ozônio em alimentos.** Higiene Alimentar, v.10, n.42, p.18–23, 1996.

USDA. United States Department of Agriculture. **AMS 56 - United States Standards, Grades, and Weight Classes for Shell Eggs**, 2000. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3004376>>. Acesso em: 12 jun 2019.

WHITEHEAD, C.C. **Nutrition of the breeding bird and developing embryo**. In: TULLET, S.G. **Avian Incubation**. London: Butterworth-Heinemann, Trabalho apresentado no 22. Poultry Science Symposium. p. 227-238, 1991.

YÜCEER, M.; ADAY, M.S.; CANER, C. Ozone treatment of shell eggs to preserve functional quality and enhance shelf life during storage. **J. Sci. Food Agr.**, 96:2755-2763, 2016