



UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE - CEO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO E
COBERTURAS COMESTÍVEIS SOBRE A
QUALIDADE DE OVOS ARMAZENADOS
EM TEMPERATURA AMBIENTE**

CRISTINA HENRIQUE DE OLIVEIRA

PINHALZINHO, 2019

CRISTINA HENRIQUE DE OLIVEIRA

**EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO E COBERTURAS COMESTÍVEIS SOBRE A
QUALIDADE DE OVOS ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Manente Boiago

**Pinhalzinho, SC
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CEO/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Oliveira, Cristina Henrique de
EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO E COBERTURAS
COMESTÍVEIS SOBRE A QUALIDADE DE OVOS
ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE / Cristina
Henrique de Oliveira. -- 2019.
54 p.

Orientador: Marcel Manente Boiago
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Chapecó,
2019.

I. Unidade Haugh. 2. Tratamento térmico. 3. Oxidação lipídica.
4. Revestimento comestível. 5. Albúmen. I. Boiago, Marcel Manente
. II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação
Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos. III. Título.

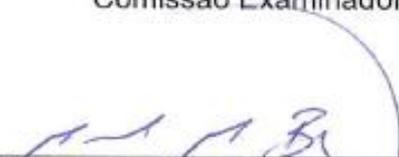
Universidade do Estado de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

**EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO E COBERTURAS COMESTÍVEIS SOBRE A
QUALIDADE DE OVOS ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE**

Elaborada por
Cristina Henrique de Oliveira

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

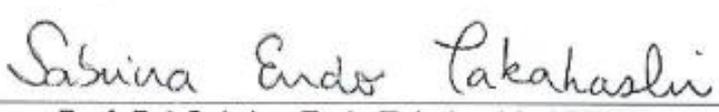
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Marcel Manente Boiago – UDESC/CEO
Orientador



Prof. Drª Denise Nunes Araujo – UDESC/CEO



Prof. Drª Sabrina Endo Takahashi - UTFPR

Pinhalzinho, 08 de março de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por tudo que conquistei, pelas oportunidades que estão por vir e por ter colocado pessoas tão especiais em meu caminho.

Ao meu esposo, Gustavo de Pinho Oliveira, por estar sempre ao meu lado com palavras de força e motivação. Obrigada por acreditar em mim. Te amo!

A toda a minha família, principalmente aos meus pais Irdes de Oliveira e Manoel Henrique de Oliveira, que sempre me apoiaram e lutaram para fazer de mim a pessoa que hoje sou – meu eterno carinho e gratidão. As minhas irmãs e irmão, Cleusa de Oliveira, Cleide Aparecida de Oliveira, Crisléia Aparecida Henrique de Oliveira e Clóvis André de Oliveira, pelos desabafos, e conselhos. Contem sempre comigo.

À querida Graziely Rachele, amiga de longa data, por simplesmente (e principalmente) proporcionar ótimos momentos de conversas e verdadeira amizade.

Ao meu orientador e professor Dr. Marcel Manente Boiago, por toda sua dedicação, disponibilidade e incentivo para a realização deste trabalho. Minha gratidão e admiração pelo profissional que és.

Aos docentes do PPGCTA, pelos ensinamentos compartilhados durante as aulas.

Aos colegas de mestrado, pelos ótimos momentos de convivência e aprendizado, especialmente a querida colega e amiga Andréia Guaragni pela ajuda durante os experimentos – espero poder lhe retribuir.

À Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC, que oportunizou alcançar o grau de Mestre. Ao Laboratório de Nutrição Animal – LANA e as bolsistas pelo auxílio durante os experimentos.

À Genética Tecnologias Ambientais, por oportunizar o meu desenvolvimento profissional e pessoal. E a todos os colegas de trabalho pela força nos momentos de ausência.

Finalmente, e não menos importante, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho e o aprendizado a ele vinculado fossem possíveis, mesmo que não tenham sido aqui citados.

MUITO OBRIGADA A TODOS.

RESUMO

Os ovos são reconhecidos como uma excelente e importante fonte de proteínas e nutrientes. Porém, logo após a postura devido à sua alta perecibilidade, o processo de deterioração inicia, evidenciando a perda de frescor deste alimento. Diferentes métodos para manutenção e/ou extensão da qualidade externa e interna de ovos vem sendo estudados. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tratamento térmico utilizando diferentes temperaturas e tempos de imersão, bem como a aplicação de coberturas comestíveis sobre a qualidade de ovos em casca após armazenamento por 4 semanas em temperatura ambiente ($22,8 \pm 4,4^{\circ}\text{C}$). Foram utilizados 180 ovos frescos marrons, tipo grande, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições de seis ovos cada. Três grupos foram tratados termicamente, dois grupos tratados com aplicação de cobertura (colágeno e NaCl) e um grupo controle. Os efeitos dos diferentes tratamentos foram avaliados através das análises de perda de peso no armazenamento, gravidade específica, unidade Haugh, índice gema, coloração da gema, pH do albúmen e gema, percentual de gema, albúmen e casca, oxidação lipídica (TBARS) e estabilidade de espumas. Efeitos prejudiciais às proteínas do albúmen foram constatados em ovos submetidos aos tratamentos térmicos utilizando temperaturas de 70°C durante cinco minutos e 85°C durante 30 segundos. Após o armazenamento foi constatado que os tratamentos térmicos à 56°C durante 10, 20 e 32 minutos proporcionaram manutenção da altura do albúmen denso, que refletiu no aumento dos valores da unidade Haugh, mas influenciaram negativamente na estabilidade de espumas. O tratamento com solução salina 5%, apresentou a menor taxa de oxidação lipídica e a melhor estabilidade de espuma, diferindo significativamente do controle ($p < 0,05$). Dessa forma, conclui-se que o armazenamento em temperatura ambiente causa efeitos negativos, prejudicando a qualidade interna de ovos, e os tratamentos propostos (térmico ou cobertura), individualmente, causaram melhorias significativas sobre alguns marcadores da qualidade de ovos, avaliados após 30 dias de armazenamento. A utilização do tratamento térmico seguido da aplicação de cobertura comestível, parece ser uma alternativa viável, capaz de unir estas melhorias em um tratamento único.

Palavras-chave: Unidade Haugh. Tratamento térmico. Oxidação lipídica. Revestimento comestível. Albúmen.

ABSTRACT

Eggs are recognized as an excellent and important source of proteins and nutrients, however, due to their high perishability, soon after the posture the process of deterioration begins evidencing the loss of freshness of this food. Different methods for maintaining and/or extending the external and internal quality of eggs have been studied. The objective of this study was to evaluate the effect of the heat treatment using different temperatures and immersion times, as well as the application of edible coatings on shell eggs quality after storage for 4 weeks at room temperature ($22,8 \pm 4,4^{\circ}\text{C}$). A total of 180 large fresh brown eggs were distributed in a completely randomized design with six treatments and five replicates of six eggs each. Three groups were heat treated, two groups treated with coating application (collagen and NaCl) and one control group. The effects of the different treatments were evaluated through storage weight loss, specific gravity, Haugh units, yolk index, yolk color, albumen and yolk pH, yolk percentage, albumen and shell, lipid oxidation, and stability of foams. Harmful effects on albumen proteins were observed in eggs submitted to heat treatments using temperatures of 70°C for five minutes and 85°C for 30 seconds. After storage, it was found that the thermal treatments at 56°C during 10, 20 and 32 minutes, allowed to maintain the height of the dense albumen, reflecting in the values of the Haugh unit, but negatively influenced the stability of foams. Treatment with 5% saline presented the lowest lipid oxidation rate and the best foam stability, differing significantly from the control ($p < 0.05$). Thus, it is concluded that storage at room temperature causes negative effects, impairing internal egg quality, but the proposed treatments (thermal or coating), individually, caused significant improvements on some eggs quality markers evaluated after 30 days of storage. The use of the heat treatment followed by the application of edible coating appears to be a viable alternative, capable of joining these improvements in a single treatment.

Keywords: Haugh Unit. Heat treatment. Lipid oxidation. Edible coating. Albumen.

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1	11
1.1	INTRODUÇÃO	11
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivo geral	12
1.2.2	Objetivos específicos	12
1.3	SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA	13
1.3.1	Formação do ovo	14
1.3.2	Estrutura do ovo	15
1.3.2.1	Cutícula	15
1.3.2.2	Casca	15
1.3.2.3	Membranas interna e externa	16
1.3.2.4	Gema	16
1.3.2.5	Albúmen	17
1.3.3	Qualidade interna e externa dos ovos: indicadores da qualidade	17
1.3.4	Tratamento térmico	20
1.3.5	Revestimentos comestíveis	22
1.3.5.1	Gelatina	23
1.3.5.2	Cloreto de Sódio (NaCl)	24
2	CAPÍTULO 2	25
2.1	INTRODUÇÃO	25
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	27
2.2.1	Ovos	27
2.2.2	Tratamentos	27
2.2.2.1	Tratamento térmico	29
2.2.2.2	Preparo das soluções de gelatina e salina e revestimento dos ovos	29
2.2.3	Análises da qualidade	29
2.2.3.1	Perda de peso no armazenamento, PPA%	30
2.2.3.2	Qualidade da Casca, GE	30
2.2.3.3	Unidade Haugh, UH	30
2.2.3.4	Índice Gema, IG	31
2.2.3.5	Coloração da Gema	31
2.2.3.6	pH do Albúmen (pH A) e Gema (pH G)	31
2.2.3.7	Percentagem de gema, casca e albúmen	31
2.2.3.8	Peroxidação Lipídica - TBARS	31
2.2.3.9	Estabilidade das espumas, EE%	32
2.2.4	Análise estatística	32

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
2.4 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS.....	42

1 CAPÍTULO 1

No Capítulo 1 foi descrito uma breve introdução destacando os principais tratamentos disponíveis para ovos comerciais, e a necessidade de explorar o uso de tecnologias simples e de baixo custo visando minimizar a perda de qualidade dos mesmos.

1.1 INTRODUÇÃO

Os ovos destinados à comercialização “in natura” são altamente perecíveis e normalmente são mantidos em temperatura ambiente de estocagem. Ao longo do período de armazenamento, os ovos sofrem severas alterações em suas propriedades químicas e funcionais, o que leva à perdas econômicas significativas para a indústria de ovos (PERRY; RODRIGUEZ-SAONA; YOUSEF, 2011; YÜCEER; ADAY; CANER, 2016).

A aplicação de um tratamento térmico por imersão em água é relativamente barata e pode retardar o envelhecimento de ovos em casca. Muitos trabalhos foram realizados para avaliar a qualidade físico-química e microbiológica dos ovos utilizando tratamentos não-térmicos, térmicos ou uma combinação dos dois (PERRY; RODRIGUEZ-ROMO; YOUSEF, 2008; LAI *et al.*, 2010; SHENGA; SINGH; YADAV, 2010; PERRY; RODRIGUEZ-SAONA; YOUSEF, 2011; BANERJEE; KEENER, 2012; CANER; YÜCEER, 2015; YÜCEER; ADAY; CANER, 2016), porém, faltam informações sobre os efeitos causados na qualidade interna de ovos em casca após tratamento térmico por imersão em água aquecida, sendo necessário maior investigação quanto à aplicação de tratamentos com diferentes binômios de tempo e temperatura, seguido de armazenamento em temperatura ambiente.

Os ovos “in natura” tratados termicamente por imersão em água aquecida estão disponíveis no mercado nos Estados Unidos, porém os efeitos negativos causados na estrutura interna dos ovos são facilmente percebidos pelos consumidores, o que causa rejeição ao produto. As temperaturas utilizadas no tratamento térmico causam desnaturação das proteínas do albúmen e perdas irreversíveis na qualidade sensorial e funcional do ovo (KAMOTANI *et al.*, 2010).

Assim como os tratamentos térmicos e não-térmicos, os revestimentos comestíveis apresentam-se como uma alternativa para a manutenção da qualidade interna e externa de ovos inteiros durante o armazenamento. Pesquisas foram

conduzidas e diferentes materiais comestíveis foram avaliados para tal finalidade. Dentre os materiais utilizados para a composição dos revestimentos, destacam-se as proteínas (CANER; YÜCEER, 2015), os polissacarídeos (SUPPAKUL; JUTAKORN; BANGCHOKEDDEE, 2010; MORSY *et al.*, 2015) e os lipídeos (RYU; NO; PRINYAWIWATKUL, 2011), ou mesmo combinações entre os materiais (TORRICO *et al.*, 2011; WARDY *et al.*, 2013). Um revestimento ideal deve cumprir seu papel quanto a manutenção da qualidade dos ovos durante o armazenamento, porém, também deve ser barato e de fácil aplicação, sendo a gelatina e a solução salina materiais de baixo custo e de fácil obtenção. Não foram encontrados registros de pesquisas avaliando a utilização destes materiais em ovos em casca, desta forma a investigação da utilização da gelatina e solução salina se faz necessária, afim de averiguar a possibilidade de sua aplicação na indústria de ovos como uma alternativa de cobertura comestível.

1.2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos que nortearam a pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito do tratamento térmico através de diferentes temperaturas e tempos de imersão, bem como a aplicação de coberturas comestíveis sobre a qualidade de ovos de casca marrom após armazenamento em temperatura ambiente.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar quais as melhores temperaturas e tempos de imersão, assim como possíveis interações entre estes fatores sobre a qualidade interna dos ovos após armazenamento;
- ✓ Verificar se os tratamentos térmicos propostos podem ocasionar desnaturação proteica do albúmen, inviabilizando a tecnologia;
- ✓ Avaliar a aplicabilidade e eficácia de coberturas comestíveis (gelatina ou sal) sobre a qualidade interna de ovos após armazenamento;
- ✓ Obter metodologia simples e de baixo custo que seja viável para a melhoria da manutenção da qualidade interna de ovos comerciais;

1.3 SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

Segundo a Portaria nº 01, de 21 de fevereiro de 1990, referente às Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados, pela designação “ovo” entende-se o ovo de galinha em casca, sendo os demais acompanhados da indicação da espécie de que procedem (BRASIL, 1990).

O ovo é uma importante fonte de nutrientes pois contém proteínas, lipídeos, uma variedade de vitaminas, minerais e oligoelementos que o tornam um alimento altamente nutritivo e completo para consumo humano. Além disso contém aminoácidos essenciais de alto valor biológico, muito importantes em todas as fases da vida (RUXTON; DERBYSHIRE; GIBSON, 2010; WANG *et al.*, 2015).

O ovo contém substâncias com funções biológicas específicas, como nutrientes antioxidantes presentes na gema (luteína e zeaxantina) importantes para as funções dos olhos, vitamina D, que parece retardar o envelhecimento celular, vitamina B₁₂, que pode atrasar o declínio cognitivo e proteger contra a doença de Alzheimer, e selênio, que exerce efeitos protetores no desenvolvimento de câncer (RUXTON; DERBYSHIRE; GIBSON, 2010).

Por muito tempo o consumo de ovos esteve associado ao aumento dos níveis de colesterol e doenças cardiovasculares, contudo, os dados eram limitados e inconsistentes, necessitando de maior controle sob as variáveis idade, sexo, tabagismo, pré-existência de colesterolemia, estilo de vida, entre outros fatores de risco (RUXTON; DERBYSHIRE; GIBSON, 2010). Em um estudo realizado por Harman; Leeds; Griffin (2008), com 67 voluntários saudáveis do sexo masculino e feminino e idade entre 18-55 anos, não foi verificado impacto significativo nos níveis de colesterol LDL (lipoproteínas de baixa densidade) quando dois ovos foram consumidos diariamente durante 12 semanas. Os autores concluíram que o consumo de ovos não produz aumento do LDL no plasma quando acompanhado de restrição de energia e perda de peso moderada.

Devido à suas propriedades nutricionais, organolépticas e funcionais o ovo é um dos alimentos mais versáteis utilizado em muitos produtos alimentícios e sobretudo, contém todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimento e manutenção do embrião durante o período de incubação (QIU *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2015).

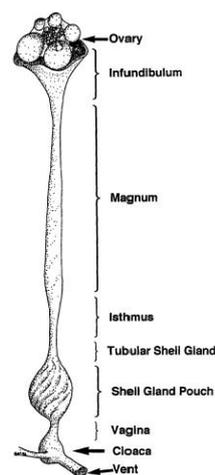
1.3.1 Formação do ovo

A formação do ovo de galinha ocorre através do ovário e oviduto, e consiste de uma série de processos que são parte integrante do ciclo de reprodução das aves (Figura 1).

O processo de formação do ovo inicia com a ovulação (liberação do oócito – gema). Quando madura, a gema é capturada pelo infundíbulo e nesta seção do oviduto ocorre a formação das calazas e membrana perivitelínea. Em aves reprodutoras, é nesta etapa que ocorre a fecundação. Em seguida, o ovo percorre até o magno onde recebe as proteínas que compõem o albúmen. Finalizado o processo de secreção do albúmen, no istmo, o conjunto gema e albúmen é envolvido por um material fibroso, as membranas interna e externa (ROBERTS, 2004).

A etapa final de formação do ovo ocorre no útero ou glândula da casca, onde células secretoras de minerais são encontradas. A calcificação da casca dura cerca de 20 horas. O fluído uterino é supersaturado com cálcio e bicarbonato. A cutícula da casca é depositada uma hora e meia antes da postura, com este mesmo intervalo de tempo, a mineralização da casca é interrompida (NYS *et al.*, 2004; ROBERTS, 2004).

Figura 1: Sistema reprodutor das galinhas.



Fonte: Roberts, (2004).

1.3.2 Estrutura do ovo

Basicamente o ovo é composto por uma gema (30-33%), albúmen (cerca de 60%), membranas da casca, casca (9-12%) e cutícula (ROBERTS, 2004; HINCKE *et al.*, 2012).

1.3.2.1 Cutícula

Fina camada orgânica com espessura que varia de 5 a 10µm que cria uma barreira que limita a penetração de bactérias através dos poros da casca e evita a perda de água do interior do ovo para o ambiente. A cutícula é composta por glicoproteínas (90%), polissacarídeos e lipídeos (ROSE-MARTEL; DU; HINCKE, 2012; MUÑOZ *et al.*, 2015). Um estudo realizado por Rose-Martel, Du e Hincke (2012), identificou pelo menos 47 proteínas a partir da fração não calcificada da cutícula. Entre elas, várias são conhecidas por sua atividade antimicrobiana como a lisozima C, ovotransferrina, ovocalyxina-32, cistatina e ovoinibidor. Essas proteínas foram identificadas na cutícula e desempenham um importante papel na defesa contra microrganismos invasores.

1.3.2.2 Casca

A casca é a embalagem natural do ovo e representa 11% do seu peso total (MIJAN; KIM; KWAK, 2014). O Carbonato de Cálcio (CaCO_3) é o principal constituinte da casca e representa 95% de seu peso, o restante são compostos orgânicos como proteínas fibrilares e colágeno, presentes nas membranas interna e externa, e proteoglicanos e glicopretinas presentes na estrutura calcificada (NYS *et al.*, 2004).

O cálcio é matéria primordial na construção da casca. Dietas com baixos níveis de Ca^{2+} afetam diretamente a qualidade da casca dos ovos. A vitamina D₃ também é essencial na formação da casca, aumentando a excreção de cálcio durante a sua formação (ŚWIAŹKIEWICZ *et al.*, 2015).

A casca do ovo apresenta uma estrutura esponjosa e permeável. Cada ovo pode conter em sua casca aproximadamente 10 mil poros, o que permite a ocorrência de trocas gasosas (CO_2 , O_2) e vapor de água do ambiente interno para o externo (RODRIGUEZ-ROMO *et al.*, 2007). Além disso, a casca oferece proteção física ao

conteúdo interno e juntamente com a cutícula e membranas da casca, funciona como barreira, impedindo a contaminação direta por bactérias patogênicas (LIU *et al.*, 2016).

Do total de ovos produzidos, 8 a 11% não são comercializados por apresentarem anormalidades e rupturas na casca (LOKAEWMANEE *et al.*, 2014). Fatores ambientais, idade das aves, genética e dieta estão altamente ligados à qualidade da casca.

1.3.2.3 Membranas interna e externa

A membrana da casca possui duas camadas, membrana externa e interna. Juntamente com a casca, conferem proteção ao conteúdo interno dos ovos e formam uma barreira contra a invasão de bactérias. A membrana externa se conecta a casca e é de espessura mais grossa do que a membrana interna, que é fina. Estas membranas são compostas por proteínas do tipo queratina, ovotransferina, colágeno I, V e X, elastina e ácido urônico (KAWEEWONG *et al.*, 2013; YAMAUCHI *et al.*, 2013; PILLAI *et al.*, 2015).

A membrana externa possui maior concentração de colágeno tipo I e a interna do tipo I e V. O colágeno tipo X aparece em ambas as camadas. O colágeno representa cerca de 10% de todo o conteúdo proteico da membrana, e tem sido utilizado para regeneração de tecidos (ferimentos, queimaduras) (YAMAUCHI *et al.*, 2013; SAH; RATH, 2016).

1.3.2.4 Gema

A gema de ovo é formada principalmente por duas frações, agregados proteicos não solúveis (grânulos) suspensos em um líquido amarelo claro (plasma). O plasma é composto por uma grande quantidade de lipoproteínas de baixa densidade – LDL (85%), que conferem propriedades emulsionantes e representam 90% dos lipídeos da gema. Já a fração não solúvel, os grânulos, são compostos principalmente por lipoproteínas de alta densidade – HDL (70%), representando 7% dos lipídeos totais da gema (ANTON, 2013).

A cor da gema influencia na aceitação do consumidor e é devida ao acúmulo de carotenoides, que são pigmentos com ação antioxidante e precursores da vitamina A. Tais pigmentos estão presentes naturalmente na ração das aves, mas também

podem ser suplementados à ração de forma que a gema alcance a cor desejada (ISLAM; SCHWEIGERT, 2015). A gema possui propriedades nutricionais, organolépticas e funcionais (emulsionantes, coagulantes e geleificantes) o que a torna um ingrediente muito valioso para o processamento de vários alimentos (ANTON, 2013).

1.3.2.5 Albúmen

O albúmen ou clara contém basicamente em sua composição proteínas e água. Wang *et al.* (2012), avaliaram a composição proteica do albúmen entre 6 variedades de ovos, ovos brancos e marrons convencionais, ovos enriquecidos com luteína, enriquecidos com ômega-3, enriquecidos com vitaminas e ovos orgânicos. Foram identificadas 23 proteínas, onde a abundância destas proteínas variou entre as variedades de ovos, porém a composição não.

As proteínas do albúmen são utilizadas como padrão para comparar a qualidade de outras proteínas, e apresentam várias bio-atividades. A proteína em maior abundância no albúmen do ovo é a ovoalbumina, que representa 54% da fração proteica e é responsável pela formação de espuma e gelificação. A ovotransferrina (13%) possui atividade antimicrobiana, lisozima (3,5%) apresenta atividade antimicrobiana e antiviral e a ovomucina, uma glicoproteína, apresenta atividade antiviral, antitumorais e imunomoduladores (OMANA; WANG; WU, 2010; WANG *et al.*, 2012).

1.3.3 Qualidade interna e externa dos ovos: indicadores da qualidade

A qualidade interna e externa dos ovos está diretamente ligada a diferentes fatores, desde a postura até o consumo final, que podem causar alterações em propriedades químicas, físicas e funcionais que determinam a aceitação ou rejeição, e durabilidade do produto. Dentre os fatores que afetam a qualidade externa dos ovos pode-se citar a linhagem e idade da poedeira, nutrição (macro e micronutrientes, água, vitaminas), estresse no manejo, doenças e sistema de produção. A qualidade interna está ligada a fatores como estocagem (tempo, umidade relativa e temperatura), linhagem e idade da poedeira, nutrição (proteína dietética, aminoácidos) e doenças (ROBERTS, 2004).

Diferentes alterações na qualidade interna ocorrem com o passar do tempo de armazenamento, tais como: perda de água e CO₂, degradação proteica e liquefação do albúmen, aumento do pH do albúmen e da gema, enfraquecimento da membrana vitelina e conseqüentemente aumento do conteúdo de água na gema e oxidação lipídica (BANERJEE; KEENER, 2012).

Fatores ambientais, tais como, tempo de armazenamento, temperatura e umidade determinam a velocidade em que estas alterações irão ocorrer (BANERJEE; KEENER, 2012). Em seu estudo, Wang *et al.* (2015), avaliaram a influência de diferentes temperaturas de estocagem (4, 20 e 37°C) sob a qualidade interna de ovos em casca após 15 dias de armazenamento, relatando mudanças das proteínas do albúmen quando armazenados em temperaturas mais elevadas. Observou-se a ocorrência de efeitos indesejáveis, como aumento na formação de complexos de ovoalbumina, alteração da ovoalbumina para S-albumina (forma mais estável ao calor) e diminuição do conteúdo de proteínas da família lipocalina.

No Brasil é comum o armazenamento de ovos em temperatura ambiente, sendo raramente refrigerados, o que compromete sua conservação (PASCOAL *et al.*, 2008). Em temperatura ambiente o sistema tampão do albúmen sofre dissociação rapidamente, onde o ácido carbônico (H₂CO₃) dissocia-se à CO₂, que é liberado para o ambiente através dos poros da casca, e a água (H₂O) formada, liquefaz o albúmen e causa aumento do pH (YÜCEER; ADAY; CANER, 2016). Devido ao aumento do conteúdo de água no albúmen, por ação osmótica, a água atravessa a membrana vitelina, causando aumento e achatamento da gema. Esta alteração pode ser avaliada através do índice de gema (PERRY; RODRIGUEZ-SAONA; YOUSEF, 2011).

Nos estabelecimentos de ovos e derivados, os ovos destinados ao consumo humano devem ser examinados pela ovoscopia e classificados como ovos de categoria “A” ou “B”, de acordo com suas características qualitativas, conforme descrito nos Artigos 225 e 226 do Decreto 9.013, de 29 de março de 2017, Capítulo II. Basicamente, os ovos são avaliados quanto a integridade e normalidade da casca e cutícula, tamanho da câmara de ar, centralização da gema, limpidez da clara; sem a presença de machas e com as calazas intactas. Os ovos de classe “B”, poderão ainda, apresentar manchas de sangue pequenas e pouco numerosas na clara e na gema, e devem ser destinados exclusivamente à industrialização (BRASIL, 2017).

A classificação de ovos leva em consideração apenas parâmetros de qualidade qualitativos, porém, alguns indicadores quantitativos podem ser utilizados para

mensurar a qualidade interna, fornecendo dados confiáveis sobre o nível de frescor de ovos como, o pH do albúmen e gema, a peroxidação lipídica, e a Unidade Haugh.

A Unidade Haugh (UH) é um método amplamente utilizado para estimar a qualidade interna dos ovos, através da medida da altura do albúmen. Esta medida correlaciona o peso do ovo com a altura do albúmen denso, e foi desenvolvida por Haugh em 1937. Quanto maior o valor de UH, melhor é a qualidade do albúmen. Nos EUA, os ovos podem ser classificados através da UH como: Qualidade AA ($UH \geq 72$), Qualidade A ($72 > UH \geq 60$) e Qualidade B ($UH < 60$). (ALLEONI; ANTUNES, 2001; USDA, 2000; BANERJEE; KEENER, 2012; YÜCEER; CANER, 2014).

Quando os ovos são frescos, o pH da gema inicial é próximo de 6,0, e após o armazenamento pode chegar à 6,9. Já o albúmen, apresenta valores de pH entre 7,6 e 8,5 aumentando rapidamente para aproximadamente 9,6. O dióxido de carbono possui a capacidade de estabilizar o pH, e o aumento nos valores de pH é relatado como evidência da perda de CO_2 para o ambiente externo, através dos poros da casca conforme o ovo envelhece. Estas alterações são mais significativas quando os ovos são armazenados por longos períodos em temperaturas elevadas (ALLEONI; ANTUNES, 2001; BANERJEE; KEENER, 2012).

Um estudo realizado por Feddern *et al.* (2017), mostrou que o pH do albúmen sofre alteração após 2 semanas de armazenamento em temperatura ambiente ($11,2 - 35^\circ C$), subindo de 7,97 para 9,15, e o pH da gema subiu de 5,88 para 6,25 após 4 semanas de armazenamento, nas mesmas condições.

Correlações lineares negativas entre os indicadores da qualidade pH e UH, foram observadas em ovos armazenados em temperatura de $25^\circ C$ e umidade relativa de 75%. Após 7 dias de armazenamento nestas condições, os valores de UH declinaram 53,5%, em comparação aos valores de UH em ovos frescos, e o pH aumentou para 9,34, nestas mesmas condições (ALLEONI; ANTUNES, 2001).

Durante o armazenamento e processamentos a peroxidação lipídica que ocorre é responsável pelo sabor e odor desagradáveis, que reduz o potencial nutricional dos alimentos e resulta na produção de compostos tóxicos, que podem provocar sérios danos à saúde dos consumidores (KARPIŃSKA; BOROWSKI; DANOWSKA-OZIEWICZ, 2001). A oxidação dos ácidos graxos insaturados em alimentos que contêm gordura, como os ovos, resulta na formação de hidroperóxidos e estes, posteriormente, são decompostos em produtos secundários da oxidação, como hexanal, 4-hidroxinonenal (HNE) e o malonaldeído (MDA). A determinação do

malonaldeído é uma importante medida utilizada para avaliar o nível da oxidação lipídica em alimentos. O método mais comum utilizado para sua determinação, é o método espectrofotométrico, por derivatização com ácido tiobarbitúrico (TBA), produzindo um composto de coloração vermelha (PAPASTERGIADIS *et al.*, 2012).

1.3.4 Tratamento térmico

O tratamento térmico é um dos métodos de conservação de alimentos mais utilizados e, dependendo das características do produto a ser processado, pode causar alterações que conferem ao produto características indesejáveis (RIVAS *et al.*, 2006).

A pasteurização de ovos em casca é utilizada há alguns anos nos EUA. Segundo Geveke *et al.* (2016), cerca de 1% de todos os ovos em casca produzidos são pasteurizados. Este processo permite a obtenção de ovos microbiologicamente seguros (SHENGA; SINGH; YADAV, 2010).

O FDA – Food and Drug Administration, juntamente com o USDA - United States Department of Agriculture, estabeleceram uma exigência para que os ovos recebam a designação de “pasteurizados”, para tanto, os ovos em casca devem ser submetidos a um processo que possibilite a redução de no mínimo, 5 logs na contagem total de salmonelas viáveis (USDA, 2000).

Dessa forma, uma variedade de técnicas de processamento de ovos inteiros, visando a redução ou até mesmo a eliminação de *Salmonella*, foram avaliadas e descritas, utilizando diferentes combinações de tempo e temperatura, principalmente através da imersão em água aquecida ou através de calor seco, objetivando a obtenção de ovos pasteurizados. Stadelman *et al.* (1996), submeteram ovos inteiros à pasteurização por calor seco, durante 1 hora a 55°C, o que possibilitou a redução de 7 logs na contagem de *Salmonella enteritidis* (SE). Em contrapartida, o processo apresentou-se pouco prático e longo para ser aplicado na indústria de ovos.

Em sua pesquisa, Schuman *et al.* (1997), avaliaram a pasteurização de ovos por imersão em água aquecida a 58°C durante 50-57,5 minutos, e a 57°C durante 65-75 minutos, e relataram a redução de 8 logs na contagem de SE. Na avaliação físico-química os ovos apresentaram albúmen opaco, e para a formação de espuma, foi requerido maior tempo de batimento. Nesta mesma linha, Barbour *et al.* (2001), e Brackett *et al.* (2001), submeteram ovos inteiros em banho-maria a 57°C durante 25

minutos, seguido de calor seco a 55°C por mais 57 minutos, e aquecimento através de calor úmido (vapor) durante 70 minutos a 57,2°C, respectivamente, e ambas as pesquisas, apresentaram resultados satisfatórios para a redução na contagem de *Salmonella*. A qualidade físico-química não foi avaliada.

Em 2003, Leon Jonh Davidson, patenteou nos EUA um método para a produção de ovos de galinha em casca pasteurizados (patente nº: US 6,692,784 B2). Conforme descrito na patente, os ovos foram aquecidos a uma temperatura mínima de 128°F (53°C) e no máximo 138,5°F (59°C). O tempo de pasteurização variou entre 215 e 8 minutos, dependendo da temperatura utilizada. A utilização desta faixa de temperatura é satisfatória para a redução de pelo menos 5 logs de *Salmonella* sp. presentes na gema. Temperaturas abaixo de 53°C são inadequadas para a pasteurização de ovos, e acima de 59°C afetam a funcionalidade do albúmen. A legislação brasileira, contempla parâmetros para a pasteurização somente de produtos líquidos de ovos, onde os requisitos e condições de tempo e temperatura, são definidos conforme às características de cada produto a ser processado (Tabela 01).

Tabela 01 - Requisitos tempo/temperatura para pasteurização.

Produtos Líquidos	Requisitos Mínimos de Temperatura (°C)	Requisitos Mínimos de Tempo (minutos)
Clara de ovo (sem utilização de produtos químicos)	56,7	3,5
	55,5	6,0
Ovo integral	60,0	3,5
Misturas c/ ovo integral (com menos de 2% de ingredientes que não sejam ovos)	61,0	3,5
Ovo integral fortificado e misturas (24 -38% de sólidos de ovo, 2-12% de ingredientes que não sejam ovos)	62,0	3,5
	61,0	6,2
Ovo Integral salgado (c/ 2% mais de sal adicionado)	63,5	3,5
Ovo Integral doce (2 - 12% de açúcar adicionado)	61,0	3,5
Gema Pura	61,0	3,5
	60,0	6,2
Gema Doce (2 12% de açúcar adicionado)	63,5	3,5
	62,0	6,2
Gema Salgada (2 12% de adicionado)	63,5	3,5
	62,0	6,2

Fonte: BRASIL, 1990.

Para a pasteurização de ovos inteiros, em casca, não estão definidos quaisquer requisitos e condições de tempo/temperatura (BRASIL, 1990).

Além da segurança microbiológica, o tratamento térmico pode afetar positivamente a qualidade dos ovos em casca, contudo, durante o processo de aquecimento leve por longo tempo, podem ocorrer alterações no albúmen como a desnaturação parcial das proteínas, o que leva a perda nas propriedades funcionais, como a diminuição da capacidade de formação de espuma (HANK *et al.*, 2001; JAMES; LECHEVALIER; KETTERINGHAM, 2002; GEVEKE *et al.*, 2016).

As proteínas da clara de ovo possuem a capacidade de encapsular e reter o ar, aumentando assim o volume da espuma. São amplamente empregadas na indústria de alimentos como um agente espumante, principalmente em sistemas aerados, como mousses, merengues e chantilly, visando a manutenção da textura e volume desses produtos (DUAN *et al.*, 2018).

As espumas a partir de proteínas podem ser caracterizadas por dois fatores, capacidade de formação de espuma (volume) e estabilidade da espuma. A estabilidade da espuma é avaliada medindo a taxa de drenagem do líquido da espuma em repouso, ou a taxa de diminuição do volume da espuma com o tempo. A estabilidade da espuma é importante para garantir a vida de prateleira e aparência dos produtos nos quais são empregadas, e deve ser mantida quando submetidas a uma variedade de processos, como o aquecimento (RAIKOS; CAMPBELL; EUSTON, 2007).

Conhecer os efeitos do tratamento térmico sobre a qualidade interna dos ovos é de suma importância para definir a temperatura e tempo de exposição adequados, sem causar perdas severas nas propriedades funcionais do ovo.

1.3.5 Revestimentos comestíveis

A aplicação de revestimentos comestíveis em alimentos é considerada uma alternativa eficiente e ambientalmente correta devido a biodegradabilidade destes revestimentos, podendo ser consumidos juntos ao produto com segurança pelos consumidores (FAKHOURI *et al.*, 2015; DEHGhani; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018). Os revestimentos comestíveis podem ser divididos em filmes e coberturas comestíveis. Os filmes são preparados separadamente para então serem aplicados sobre o alimento, enquanto que as coberturas são aplicadas e formadas diretamente

no alimento (OSAWA *et al.*, 2009; DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018).

Os revestimentos comestíveis podem oferecer ao alimento proteção contra danos físicos, químicos e microbiológicos. Formam uma barreira contra trocas gasosas e vapores, promovendo a redução da taxa de respiração, causando uma troca seletiva de gases como oxigênio, gás carbônico e etileno, perda de umidade, e escurecimento enzimático. Podem ainda conter em sua formulação agentes antimicrobianos ou antioxidantes que controlam o desenvolvimento microbiano indesejável. A aplicação do revestimento é feita na superfície dos alimentos e pode ser através da pulverização ou imersão (ANDRADE *et al.*, 2014; RADY *et al.*, 2017; DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018).

O material para composição dos revestimentos pode ser de diferentes fontes biológicas, sendo os principais proteínas, polissacarídeos e lipídeos (GÓMEZ-ESTACA *et al.*, 2011; ANDRADE *et al.*, 2014). As proteínas possuem boa capacidade na formação de filmes e em ambientes de baixa umidade relativa apresentam-se eficientes na barreira contra gases e lipídeos, porém são frágeis e propensas a rompimentos (SUPUT *et al.*, 2015).

1.3.5.1 Gelatina

A gelatina é uma proteína de baixo custo, produzida em grande escala no Brasil. Normalmente obtida de resíduos bovinos e suínos, com diferentes propriedades e funcionalidades, dentre elas boa capacidade de formação de película (OSAWA *et al.*, 2009; GÓMEZ-ESTACA *et al.*, 2011; ANDRADE *et al.*, 2014).

Produzida através da hidrólise ácida ou alcalina parcial do colágeno em altas temperaturas na presença de água, é relatada como um dos primeiros materiais utilizados para transporte de componentes com propriedades bioativas (antioxidantes e antimicrobianos), substâncias estas capazes de tornar os filmes biodegradáveis em embalagens bioativas e funcionais (SUPUT *et al.*, 2015).

Assim como outras proteínas e devida a sua natureza hidrofílica, os revestimentos a base de gelatina possuem alta permeabilidade ao vapor d'água, o que lhes conferem fracas propriedades de barreira (OSAWA *et al.*, 2009; SUPUT *et al.*, 2015). Tal deficiência pode ser superada associando a gelatina a materiais de outras fontes, como os polissacarídeos e agentes plastificantes. Segundo estudo realizado por Fakhouri *et al.*, (2015), filmes a base de gelatina com adição de 20% de

amido demonstraram aumento significativo na resistência mecânica, solubilidade e permeabilidade ao vapor d'água. O uso da gelatina em maior concentração, também diminuiu a opacidade desses filmes.

1.3.5.2 Cloreto de Sódio (NaCl)

O cloreto de sódio (NaCl), popularmente conhecido como sal, é um aditivo de baixo custo e amplamente utilizado na indústria de alimentos, principalmente em produtos cárneos. Dentre suas principais funcionalidades nos alimentos, destacam-se a capacidade de redução de microrganismos patogênicos e deteriorantes, desenvolvimento de sabor e cor, e redução da atividade de água (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2017).

A utilização do cloreto de sódio na preservação de ovos inteiros através da salga, é um processo simples e utilizado há séculos em países asiáticos. Os ovos salgados podem ser obtidos através da imersão em salmoura ou cobertura pastosa, contendo alta concentração de sal. Este processo causa diversas alterações nas propriedades físico-químicas e microestruturais do albúmen e gema dos ovos, muito apreciadas pelos asiáticos (CHEN *et al.*, 1999; BENJAKUL; KAEWMANEE, 2017).

2 CAPÍTULO 2

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO E COBERTURAS COMESTÍVEIS SOBRE A QUALIDADE DE OVOS ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE

Os resultados desta dissertação são apresentados a seguir na forma de um manuscrito.

2.1 INTRODUÇÃO

A qualidade interna e externa dos ovos pode estar ligada a diversos fatores como linhagem, idade e dieta das aves, no entanto, o tempo e temperatura de armazenamento tem efeito direto sobre a composição e durabilidade dos ovos (SAMLİ; AGMA; SENKOYLU, 2005).

Logo após a postura, as alterações ocorrem de modo severo devido à perda de CO₂ para o ambiente externo, o que conseqüentemente causa queda na qualidade interna dos ovos. Em temperaturas elevadas, o sistema tampão do ovo sofre dissociação e eleva o pH do albúmen e da gema. A água resultante deste processo causa alterações nas estruturas internas, como liquefação do albúmen e enfraquecimento da membrana vitelina (BANERJEE; KEENER, 2012; YÜCEER; ADAY; CANER, 2016; FEDDERN *et al.*, 2017).

A refrigeração de ovos após a postura e durante a comercialização não é obrigatória no Brasil. Os ovos permanecem em temperaturas variáveis, muitas vezes por semanas, e dependendo da estação do ano o processo de deterioração ocorre de modo acelerado (LANA *et al.*, 2017).

O tratamento térmico pode retardar o envelhecimento dos ovos, contudo, as pesquisas até então desenvolvidas, em sua grande maioria, visam sobretudo a qualidade e segurança microbiológica, oferecendo ao mercado consumidor ovos em casca pasteurizados (PERRY; RODRIGUEZ-ROMO; YOUSEF, 2008; PASQUALI *et al.*, 2010; SHENGA; SINGH; YADAV, 2010; GEVEKE *et al.*, 2016). Os processos de pasteurização aplicados fazem uso de temperaturas brandas por um longo período, causando alterações indesejadas como a desnaturação parcial das proteínas do albúmen e rejeição por parte do consumidor a este produto (KAMOTANI *et al.*, 2010;

LAU *et al.*, 2016). A questão da qualidade microbiológica, conforme sugerido por James, Lechevalier e Ketteringham (2002), pode ser superada através de programas avançados de vacinação e manejo, reduzindo ou até mesmo eliminando a contaminação microbiana no interior dos ovos. Dessa forma, o tratamento térmico seria aplicado aos ovos com o único objetivo de conferir melhorias na qualidade físico-química.

Uma alternativa aos tratamentos térmicos são as coberturas comestíveis, que tem por finalidade obstruir os poros da casca dos ovos, impedir as trocas gasosas com o ambiente externo e manter a qualidade interna por maior tempo durante o armazenamento (ALMEIDA *et al.*, 2016). Numerosos trabalhos utilizando diferentes coberturas foram publicados (BHALE *et al.*, 2003; KIM *et al.*, 2006; CANER; CANSIZ, 2008; RYU; NO; PRINYAWIWATKUL, 2011; TORRICO *et al.*, 2011; WARDY *et al.*, 2013; YÜCEER; CANER, 2014; MORSY *et al.*, 2015), e efeitos positivos e significativos sobre parâmetros da qualidade de ovos foram relatados.

A gelatina é umas das proteínas mais exploradas na utilização como cobertura comestível por apresentar propriedades funcionais satisfatórias na formação de biofilmes. A salga de ovos inteiros utilizando altas concentrações de cloreto de sódio é comum em países asiáticos, contudo com o intuito de preservá-los mediante alterações severas nas propriedades físico-químicas e estruturais, e não com o objetivo da manutenção do frescor. Pouco ou nenhum estudo foi realizado utilizando gelatina e solução salina como cobertura em ovos, sendo materiais de baixo custo e fácil aplicação.

Neste contexto, surge a necessidade de explorar o uso de tecnologias alternativas capazes de promover uma melhoria na conservação dos ovos para que chegue ao consumidor sem perdas de qualidade significativas. O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito do tratamento térmico utilizando diferentes temperaturas e tempos de imersão, bem como a aplicação de gelatina e solução salina sobre a qualidade interna de ovos de casca marrom após armazenamento em temperatura ambiente.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A seguir são apresentados os materiais e métodos utilizados durante os procedimentos experimentais do Capítulo 2.

2.2.1 Ovos

Foram utilizados 180 ovos frescos marrons tipo grande, íntegros, não fertilizados e não lavados, obtidos em uma granja comercial.

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC Oeste.

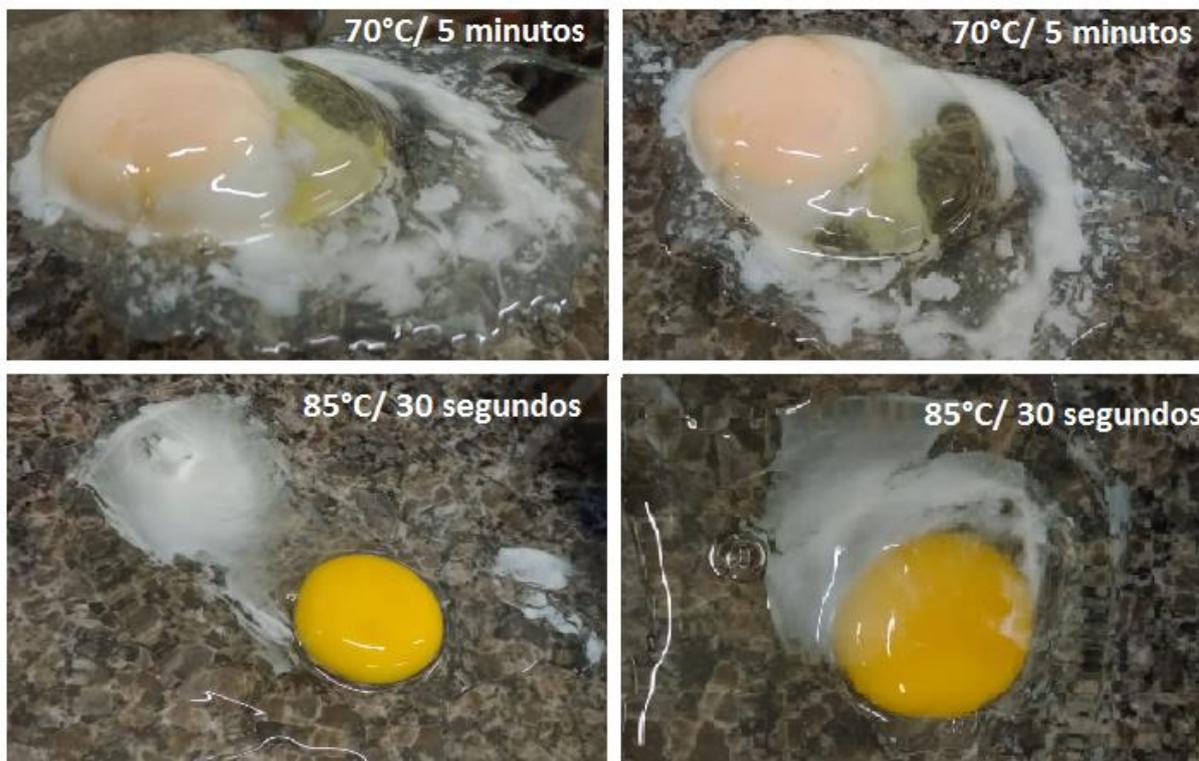
2.2.2 Tratamentos

Inicialmente, realizou-se um teste piloto onde avaliaram-se os seguintes tratamentos térmicos: 56°C/32 minutos (tempo e temperatura considerados suficientes para a pasteurização de ovos em casca, deduzidos da patente de Davidson (2003), *apud* Perry, Rodriguez-Saona e Yousef (2011); 70°C/5 minutos e 85°C/30 segundos. Juntamente, avaliou-se dois tratamentos com coberturas comestíveis, sendo: gelatina 2% e solução salina 3%. Um grupo controle (sem tratamento), também foi avaliado. Para cada tratamento utilizou-se 6 ovos. Após a aplicação dos tratamentos, os ovos foram armazenados em temperatura ambiente durante 15 dias. Após armazenamento, os ovos foram avaliados visualmente quanto a integridade do albúmen. Durante esta avaliação, constatou-se que os ovos submetidos aos tratamentos à 70°C/5 minutos e 85°C/30 segundos apresentavam desnaturação parcial das proteínas do albúmen, induzida pelo calor (Figura 2). As condições definidas para estes tratamentos (temperatura e tempo de exposição) causaram danos ao albúmen, tornando inviável sua aplicação no experimento. O processo de coagulação do albúmen inicia em torno de 56,7°C (LAU *et al.*, 2016), sendo assim, as temperaturas escolhidas para os tratamentos foram demasiadamente altas.

A clara do ovo é composta por cerca de 54% de ovoalbumina, 12% de ovotransferrina, 11% de ovomucóide e 3,4% de lisozima. A ovotransferrina é a proteína da clara mais sensível ao calor e desempenha um papel importante no início

da coagulação (MINE, 2002; LI *et al.*, 2018).

Figura 2: Desnaturação parcial das proteínas do albúmen.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Com base nos resultados do teste piloto definiu-se os tratamentos a serem aplicados no experimento. Os tratamentos consistiram em um grupo controle, sem qualquer tratamento (T1), três grupos tratados termicamente, sendo 56°C durante 32 minutos (T2); 56°C durante 20 minutos (T3); 56°C durante 10 minutos (T4); e dois grupos com cobertura comestível, gelatina 2% (T5) e solução salina (NaCl) 5% (T6).

Os ovos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com trinta ovos por tratamento, sendo cinco repetições de seis ovos cada. Após os tratamentos, os ovos foram acondicionados em bandejas de papelão com capacidade para 30 unidades e armazenados em temperatura ambiente por um período de 30 dias (validade comercial). As condições de temperatura e umidade do ambiente foram monitoradas diariamente durante o período de armazenamento através do uso de termohigrômetro (Incoterm TH 50). A variação da temperatura média máxima e mínima foi de $22,8^{\circ}\text{C} \pm 2,9^{\circ}\text{C}$ e $18,4^{\circ}\text{C} \pm 3,1^{\circ}\text{C}$, respectivamente. A variação da umidade média máxima e mínima foi de $70,8\% \pm 8,4\%$ e $51,6\% \pm 8,5\%$, respectivamente.

2.2.2.1 Tratamento térmico

Cada tratamento térmico foi aplicado individualmente conforme temperatura e tempo estabelecidos e descritos anteriormente. Os ovos foram acondicionados em cestos aramados de aço inox e tratados termicamente por imersão em água em um banho-maria com circulação (Marconi – MA159) e controlador de temperatura.

Quando a água atingiu a temperatura programada, os ovos foram imersos e o tempo contabilizado em cada tratamento. Após o termoprocessamento, os ovos foram acondicionados em bandejas de papelão com capacidade para 30 unidades cada (uma por tratamento) e armazenados.

2.2.2.2 Preparo das soluções de gelatina e salina e revestimento dos ovos

A cobertura à base de gelatina 2% foi preparada hidratando-se 40g de gelatina sem sabor de grau alimentício e de origem animal, previamente pesada em balança analítica, em 2 litros de água destilada durante 5 minutos. Após, a solução foi aquecida para completa dissolução da gelatina e aguardou-se o resfriamento para não haver influência ou efeito da temperatura. Os ovos então, foram mergulhados nesta solução durante 1 minuto.

A solução de cloreto de sódio (NaCl) 5% foi preparada através da solubilização de 100g de NaCl de grau alimentício, previamente pesado em balança analítica, em 2 litros de água destilada. A solução salina foi aquecida para completa dissolução do sal e aguardou-se o resfriamento para não haver influência ou efeito da temperatura. Os ovos então, foram mergulhados nesta solução durante 1 minuto.

Após aplicação das coberturas, aguardou-se a secagem dos ovos e em seguida os mesmos foram acondicionados em bandejas de papelão com capacidade para 30 unidades cada (uma por tratamento) e armazenados.

2.2.3 Análises da qualidade

A qualidade interna e externa dos ovos foram avaliadas através das análises a seguir.

2.2.3.1 Perda de peso no armazenamento, PPA%

A perda de peso dos ovos foi calculada conforme descrito por Yüceer; Aday; Caner, (2016) utilizando a Equação 1:

$$\% = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (1)$$

Onde: P_i = Peso inicial do ovo, em g; P_f = Peso final do ovo, em g;

2.2.3.2 Qualidade da Casca, GE

A qualidade da casca foi avaliada através da Gravidade Específica (GE), baseada no princípio de Arquimedes. O cálculo utiliza os dados do peso do ovo no ar e o peso da água deslocada pelo ovo quando completamente submerso conforme Equação 2, descrita por Hempe, Lauxen e Savage (1988):

$$GE = PA/PAG \times Fc \quad (2)$$

Onde: PA = massa do ovo no ar; PAG = massa da água deslocada pelo ovo; Fc = fator de correção da gravidade em função da temperatura da água;

2.2.3.3 Unidade Haugh, UH

Este parâmetro de qualidade interna foi calculado a partir da altura do albúmen, medida com o auxílio de um micrômetro específico. O cálculo foi realizado utilizando a Equação 3, proposta por Haugh (1937, *apud* PERRY; RODRIGUEZ-SAONA; YOUSEF, 2011) com alguma modificação:

$$UH = 100 \cdot \log(H + 7,57 - 1,7 \cdot W^{0,37}) \quad (3)$$

Onde: H: altura do albúmen em mm (valor médio de 3 leituras realizadas em três locais diferentes: $(x_1 + x_2 + x_3) / 3$); W: peso do ovo em g;

2.2.3.4 Índice Gema, IG

O índice gema foi calculado como a razão entre a altura (mm) e o diâmetro da gema (mm). A altura foi medida com um micrômetro e o diâmetro com o auxílio de um paquímetro digital.

2.2.3.5 Coloração da Gema

Foi determinada através da comparação visual com um leque colorimétrico (DSM®) com escala de 0 a 15, e com um colorímetro digital (Minolta CR-400). Foram avaliados os parâmetros de luminosidade (L^*), intensidade do vermelho (a^*) e intensidade do amarelo (b^*).

2.2.3.6 pH do Albúmen (pH A) e Gema (pH G)

O albúmen e a gema foram separados manualmente e colocados em recipientes individuais. A medida de pH foi realizada com um medidor de pH digital (Testo 205).

2.2.3.7 Percentagem de gema, casca e albúmen

Para determinação da percentagem de gema e casca em relação ao peso do ovo, estas frações foram pesadas em balança analítica individualmente. As cascas foram previamente lavadas e secas em temperatura ambiente antes da pesagem. A percentagem de albúmen foi determinada por diferença, onde $100 - (\% \text{ de gema} + \% \text{ de casca})$.

2.2.3.8 Peroxidação Lipídica - TBARS

A peroxidação lipídica foi determinada de acordo com Giampietro *et al.* (2008), pela medição de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) formadas durante a decomposição de peróxidos lipídicos, usando um espectrofotômetro a 532 nm. O composto 1,1,3,3 tetrametoxipropano (TMP) foi utilizado como padrão de TBARS. Os resultados foram expressos em mg de TMP/kg de gema.

2.2.3.9 Estabilidade das espumas, EE%

A estabilidade das espumas foi avaliada conforme metodologia descrita por Phillips *et al.* (1987), com modificações, através da massa em gramas da drenagem líquida da espuma, convertida em % de drenado (% DR). Uma massa de 150g de albúmen de cada tratamento foi pesada e transferida para batedeira convencional (Black&Decker – BAT300) onde foi batida até atingir ponto de “neve”. Em seguida uma massa de 26,00 ± 0,21g foi pesada em funil de vidro, e este acoplado em um erlenmeyer para recolher o drenado durante um período de 1 hora. O drenado recolhido foi pesado e o % de drenado foi calculado utilizando a Equação 4:

$$\%DR = \frac{Md(t)}{Ms} \times 100 \quad (4)$$

Onde: %DR = Razão de Drenagem; Ms = Massa (g) da espuma inicial; Md (t) = Massa (g) do drenado no tempo;

2.2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de distribuição e em seguida a análise de variância. Em casos de diferenças significativas as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de significância.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos para perdas de peso após armazenamento (Tabela 02). A maior perda de peso ocorreu nos ovos que receberam o T6 (5,62%), sendo este o único tratamento a diferir significativamente do controle (T1).

Tabela 02 – Valores médios obtidos para perdas de peso no armazenamento (PPA, %), gravidade específica (GE) e porcentagens de gema, albúmen e casca dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos e armazenados por 30 dias em temperatura ambiente.

Tratamentos	PPA	GE	% Gema	% Albúmen	% Casca
T1	4,57 ^{BC}	1,033 ^A	31,12 ^B	59,28	9,60 ^{AB}
T2	5,15 ^{AB}	1,029 ^{AB}	35,82 ^A	53,77	10,40 ^A
T3	4,48 ^{BC}	1,030 ^{AB}	32,82 ^{AB}	55,53	10,29 ^A
T4	4,07 ^C	1,034 ^A	31,80 ^{AB}	58,99	9,99 ^{AB}
T5	4,78 ^{ABC}	1,029 ^{AB}	31,71 ^{AB}	57,23	8,41 ^B
T6	5,62 ^A	1,022 ^B	32,84 ^{AB}	56,70	10,45 ^A
Valor de P	< 0,001	0,014	0,029	0,093	0,025
CV (%)	8,91	0,47	6,44	5,51	9,54

^{A,B,C} – Valores médios seguidos de letras diferentes sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística para $P < 0,05$. CV = coeficiente de variação. T1= controle; T2= 56°C/32minutos; T3= 56°C/20minutos; T4= 56°C/10minutos; T5= gelatina 2% e T6= sal 5%.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

A perda de peso ao longo do armazenamento é um processo esperado devido a movimentação da água e gases através dos poros da casca (WARDY *et al.*, 2013), porém a cobertura dos ovos com solução salina (NaCl 5%) não proporcionou obstrução dos poros conforme esperado, e agravou a perda de vapor de água do ambiente interno para o externo. O sal possui elevada higroscopicidade, tal característica ocasionou atração da água do interior do ovo para a casca, o que provavelmente potencializou a perda dessa e conseqüente maior perda de peso do ovo após o armazenamento.

Os ovos cobertos com gelatina 2% (T5) não diferiram significativamente em relação aos tratamentos térmicos e ao controle na perda de peso, o que mostra que a solução utilizada (2%) não foi suficiente para formar uma barreira adequada e impedir a perda de água para o ambiente externo. Pissinati *et al.* (2014), verificaram melhoria na manutenção do peso quando utilizaram solução de gelatina 3%.

Os ovos que foram imersos por 10 minutos a 56°C (T4) apresentaram menor perda de peso e diferiram significativamente dos referentes ao T2, porém não diferiram dos ovos do tratamento controle ($P > 0,05$). Naturalmente, os ovos possuem uma cobertura chamada cutícula. A cutícula reveste toda a superfície da casca protegendo a abertura dos poros, o que dificulta a saída da água e a penetração de bactérias através desses poros (MUNÓZ *et al.*, 2015). A lavagem dos ovos pode causar danos a cutícula da casca e exposição dos poros, resultando em perda de umidade e deterioração da qualidade interna (GOLE *et al.*, 2014). Tais informações podem explicar as diferenças encontradas entre os tratamentos T2 e T4 para a perda de peso,

pois em T4 os ovos permaneceram mergulhados em água aquecida durante 10 minutos, enquanto que em T2 esta exposição durou 32 minutos, causando maior remoção e danos a cutícula da casca.

A gravidade específica (GE) dos ovos do tratamento T6 foi significativamente menor que a dos ovos controle, e não diferiu dos ovos dos demais tratamentos. A gravidade específica é aceita como um indicador indireto da qualidade da casca de ovos frescos, e valores menores ou maiores estão relacionados a espessura das cascas (AYGUN; SERT, 2013). Neste caso, a diferença encontrada entre os tratamentos T1 e T6 para os valores de GE está relacionada com o tamanho da câmara de ar dos ovos. Após o armazenamento, o ovo envelhece e devido à perda de CO₂ e água para o ambiente externo através dos poros da casca; o tamanho da câmara de ar aumenta, diminuindo assim, a densidade do ovo e refletindo diretamente nos valores da gravidade específica. O aumento no tamanho da câmara de ar está relacionado com a perda de peso dos ovos. Neste estudo, o tratamento T6 apresentou o maior percentual de perda de peso e o menor valor de GE, o que explica tal diferença.

Os ovos referentes ao tratamento controle apresentaram porcentagem de gema significativamente menor que aqueles do tratamento 2 (35,82%). Os ovos do grupo T2 ficaram expostos 32 minutos a uma temperatura de 56°C, que foi o maior tempo de exposição ao calor. Tal exposição por período prolongado ocasionou maior perda de água oriunda do albúmen para o ambiente, dessa forma diminuiu-se o volume de albúmen e em consequência houve maior porcentagem de gema. Segundo Pissinati *et al.* (2014), existe correlação negativa entre o percentual de albúmen e gema.

Quando fresco, o ovo é composto por 9,5% de casca (incluindo as membranas da casca), 63% de albúmen e 27,5% de gema (KOVACS-NOLAN; PHILLIPS; MINE, 2005). Este estudo mostrou que quando os ovos são armazenados em temperatura ambiente, a perda de frescor se torna inevitável. Esta condição é evidenciada pela redução no percentual de albúmen ($\bar{x} = 56,9\%$) e aumento no percentual de gema ($\bar{x} = 36,7\%$), devido a reação de degradação do albúmen após armazenamento por 4 semanas em temperatura ambiente. Ao longo do período de armazenamento ocorre a liquefação do albúmen com maior liberação de água. Por ação osmótica a água atravessa a membrana vitelina da gema causando aumento e achatamento da mesma (PERRY; RODRIGUEZ-SAONA; YOUSEF, 2011; BANERJEE; KEENER, 2012).

Diferenças significativas foram observadas para UH, intensidade de vermelho e amarelo (Tabela 03). Ovos armazenados em temperatura ambiente estão susceptíveis a um declínio nos valores de UH, isto porque em temperaturas entre 5 a 29°C o albúmen tem sua qualidade comprometida, ocorrendo quebras nas ligações proteicas e diminuição da UH (SHIN *et al.*, 2012).

Tabela 03 – Valores médios obtidos para unidade Haugh (UH), índice gema (IG), luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) das gemas dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos e armazenados por 30 dias em temperatura ambiente.

Tratamentos	UH	IG	L*	a*	b*
T1	50,26 ^{BC}	0,31	63,31	-3,39 ^{AB}	59,00 ^{AB}
T2	85,67 ^A	0,32	58,07	-2,31 ^B	55,72 ^{AB}
T3	74,24 ^A	0,29	57,21	-2,66 ^B	51,02 ^B
T4	68,60 ^{AB}	0,26	61,98	-3,72 ^{AB}	58,54 ^{AB}
T5	49,38 ^{BC}	0,28	60,25	-4,79 ^A	56,86 ^{AB}
T6	36,67 ^C	0,25	62,88	-4,02 ^{AB}	61,22 ^A
Valor de P	< 0,001	0,193	0,114	0,011	0,050
CV (%)	17,25	15,81	6,56	29,28	8,35

^{A,B,C} – Valores médios seguidos de letras diferentes sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística para $P < 0,05$. CV = coeficiente de variação. T1= controle; T2= 56°C/32minutos; T3= 56°C/20minutos; T4= 56°C/10minutos; T5= gelatina 2% e T6= sal 5%.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

No Brasil a UH não é utilizada como um parâmetro para classificação de ovos; no entanto nos EUA este parâmetro é utilizado e os ovos podem ser classificados como qualidade AA, quando $UH \geq 72$; qualidade A, quando $72 > UH \geq 60$; qualidade B, quando $60 > UH \geq 31$; e qualidade C, quando $UH < 30$ (CANER; YÜCEER, 2015). Neste estudo os tratamentos térmicos T2 e T3 mantiveram os valores de $UH > 72$ após 30 dias de armazenamento em temperatura ambiente, diferindo significativamente do controle, o que os enquadra no padrão de qualidade AA conforme classificação utilizada nos EUA. O tratamento térmico T4 manteve o valor médio de UH dos ovos entre 72 e 60, classificando os ovos deste tratamento como qualidade A, e os demais tratamentos (T1, T5 e T6) apresentaram qualidade B, pois os valores de UH ficaram menores que 60.

Valores maiores de UH encontrados nos tratamentos T2 e T3 podem ser explicados devido a desnaturação parcial das proteínas do albúmen denso causada pela exposição ao calor por maior tempo (56°C durante 32 e 20 minutos, respectivamente) quando comparados a T4, levando a agregação entre estas proteínas e consequentemente mantendo sua altura. Estes resultados corroboram

com o estudo realizado por Perry, Rodriguez-Saona e Yousef (2011), onde a pasteurização dos ovos possibilitou a manutenção superior da UH durante o armazenamento a 25°C por 8 semanas, contudo os processos com calor prejudicaram as proteínas do albúmen.

Os tratamentos T5 e T6 não apresentaram diferença significativa quando comparados ao controle (T1) para o parâmetro de UH. Isto demonstra que os materiais utilizados como cobertura não foram eficientes nas concentrações aplicadas ou não são vantajosos para causar obstrução dos poros da casca, sendo este o caso da solução salina 5%. Para a gelatina, outros autores estudaram sua utilização como cobertura de ovos em casca (PISSINATI *et al.*, 2014), porém em concentração superior a este estudo, e obtiveram resultados positivos quando comparados ao controle para o parâmetro de Unidade Haugh após armazenamento a 25°C durante 35 dias. Outras coberturas a base de diferentes proteínas (*whey protein*, zeína e goma-laca) foram avaliadas para a manutenção da Unidade Haugh em ovos armazenados a 24°C por 5 semanas, e os ovos mantiveram qualidade AA e A nos diferentes tratamentos, enquanto o controle apresentou qualidade B (CANER; YÜCEER, 2015).

A coloração amarela das gemas está associada a um produto de boa qualidade sendo este um importante atributo para o consumidor. As xantofilas, pertencentes ao grupo dos carotenoides, são responsáveis por conferir a coloração amarela as gemas e são obtidas através da alimentação das aves, de forma natural ou através da suplementação com corantes (HARDER; CANNIATTI-BRAZACA; ARTHUR, 2007).

Neste estudo a coloração das gemas foi avaliada através de leque colorimétrico DSM® (resultados apresentados na Tabela 4), numa escala de 1 a 15. Os valores encontrados situaram-se em torno de 9 após o armazenamento em temperatura ambiente, e não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos. Em seu estudo, Barbosa *et al.* (2011), avaliaram a coloração de gemas de ovos armazenados em temperatura ambiente (26,5°C) e sob refrigeração (7,9°C) durante 35 dias, concluindo que a temperatura no armazenamento, não influenciou a pigmentação, pois os valores encontrados para ambos os tratamentos através do leque colorimétrico, foi de 10, valor este muito próximo ao encontrado neste estudo.

Apesar de auxiliar na avaliação da cor, o leque colorimétrico é uma avaliação subjetiva e varia de um avaliador para outro. Neste caso, a coloração avaliada com o auxílio de um colorímetro digital se torna mais precisa. Para o parâmetro luminosidade

(L*) não houve diferença significativa entre os tratamentos, contudo os parâmetros intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*), apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$) entre os tratamentos térmicos e de coberturas.

Todos os tratamentos apresentaram valores de a^* negativos (Tabela 03), o que demonstra que a coloração das gemas está na região do verde ($+a^*$ = vermelho; $-a^*$ = verde). O tratamento T5 apresentou o maior valor para a^* (-4,79) diferindo significativamente dos tratamentos T2 e T3 (-2,31 e -2,66, respectivamente), apesar disso os tratamentos não diferiram significativamente do controle.

Na avaliação dos valores encontrados para o parâmetro b^* , observa-se que o tratamento T3 ($b^* = 51,02$) diferiu significativamente de T6 ($b^* = 61,22$), porém não houve diferença significativa dos tratamentos com relação ao controle. Valores de b^* mais altos indicam que a gema é mais amarela do que azul ($+b^*$ = amarelo; $-b^*$ = azul). Sabe-se que os carotenoides são compostos susceptíveis à oxidação, e uma menor ou maior taxa de oxidação destes compostos em T6 e T3, respectivamente, seria uma possível explicação para a diferença significativa encontrada entre os valores de b^* destes tratamentos.

A alimentação das aves, manejo e período de postura refletem na coloração da gema. Aves mantidas em sistema de pastejo (soltas) apresentam ovos com gemas de coloração mais intensa do que aves mantidas em gaiolas (DVOŘÁK *et al.*, 2012). Neste estudo, os ovos foram obtidos a partir de poedeiras comerciais, que receberam alimentação balanceada, garantindo o fornecimento de todos os nutrientes necessários para a produção de ovos de qualidade. Apesar de diferenças pontuais entre alguns tratamentos, nenhum deles diferiu significativamente do controle, o que pode significar que os tratamentos aplicados, não afetam a coloração da gema após 30 dias de armazenamento em temperatura ambiente.

Não foram observadas diferenças significativas nos resultados obtidos na análise de pH do albúmen e gema entre os diferentes tratamentos (Tabela 04).

Nos ovos frescos, o pH da gema situava-se na faixa de 6,08 a 7,00 e o pH do albúmen próximo a 7,5. Este estudo confirmou que o pH do albúmen sofre aumento após 30 dias de armazenamento em temperatura ambiente, independentemente do tipo de tratamento recebido (térmico ou cobertura). Segundo estudo realizado por Samli, Agma e Senkoylu (2005), ovos frescos apresentaram valores de pH de albúmen e gema de 7,47 e 5,75, respectivamente. Após 10 dias de armazenamento à 29°C o pH apresentou valores de 9,11 para o albúmen e 6,07 para a gema. Estes resultados

vêm de encontro com os valores de pH encontrados neste estudo, onde o pH do albúmen após armazenamento, também apresentou valores acima de 9,00.

Resultados de pH semelhantes foram encontrados por Almeida *et al.* (2016), que avaliaram ovos não-lavados e não-cobertos, e ovos não-lavados e cobertos com *whey protein* concentrado, durante 42 dias armazenados em temperatura ambiente média de 20,2°C e UR média de 68%. Observaram aumento do pH do albúmen para ambos os tratamentos, onde o pH final de armazenamento situou-se entre 9,17 e 9,03. Já Perry, Rodriguez-Saona e Yousef (2011), avaliaram ovos pasteurizados a 56°C/32 minutos e observaram aumento significativo do pH do albúmen do dia 0 até a segunda semana quando armazenados à 4°C. Uma tendência semelhante foi encontrada para ovos pasteurizados e armazenados a 25°C (PERRY; RODRIGUEZ-SAONA; YOUSEF, 2011).

O CO₂ possui a capacidade de estabilizar o pH dos ovos. O aumento nos valores de pH é relatado como evidência da perda de CO₂ para o ambiente externo, através dos poros da casca conforme o ovo envelhece (BANERJEE; KEENER, 2012).

Tabela 04 – Valores médios obtidos com o leque colorimétrico (leque), pH do albúmen (pH A), pH da gema (pH G), substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico (TBARS, mg TMP/kg amostra) e estabilidade da espuma (EE, %) dos ovos submetidos aos diferentes tratamentos e armazenados por 30 dias em temperatura ambiente.

Tratamentos	Leque	pH A	pH G	TBARS	EE
T1	9,60	9,12	7,16	4,18 ^{AB}	31,23 ^B
T2	9,20	9,14	7,24	4,62 ^A	43,66 ^A
T3	9,20	9,15	6,43	3,60 ^B	41,93 ^A
T4	9,30	9,12	6,71	4,59 ^A	45,25 ^A
T5	9,00	9,09	6,44	4,22 ^{AB}	28,55 ^{BC}
T6	8,80	9,08	6,31	2,44 ^C	26,97 ^C
Valor de P	0,703	0,266	0,120	< 0,001	< 0,001
CV (%)	7,96	0,52	9,36	9,97	5,34

^{A,B,C} – Valores médios seguidos de letras diferentes sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística para P < 0,05. CV = coeficiente de variação. T1= controle; T2= 56°C/32minutos; T3= 56°C/20minutos; T4= 56°C/10minutos; T5= gelatina 2% e T6= sal 5%.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

A peroxidação lipídica mensurada pelo nível de TBARS na gema dos ovos apresentou diferença significativa (Tabela 04). Dentre os diferentes tratamentos avaliados, o tratamento T6 apresentou o menor valor de TBARS, 2,44 mg TMP/kg gema, indicando menor taxa de oxidação lipídica, diferindo significativamente do controle (T1) e dos demais tratamentos.

O resultado encontrado é controverso, pois segundo Mariutti e Bragagnolo

(2017), muitos estudos apontam o sal como um agente pró-oxidante em produtos cárneos, e sugerem três mecanismos de ação do sal na oxidação lipídica: liberação de íons ferro a partir de biomoléculas, rompimento da membrana celular com exposição de substratos lipídicos a agentes oxidantes, e capacidade de inibir enzimas antioxidantes. Contudo, estes mecanismos não estão totalmente compreendidos, e foram avaliados em carnes e seus derivados. Existem também relatos de que o sal não apresenta efeito sob a oxidação lipídica (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2017). Especificamente em ovos, a relação do sal com a oxidação lipídica e como isso reflete no conteúdo de malonaldeído (produto secundário da oxidação lipídica, detectado na análise de TBARS), é desconhecida e requer maior investigação.

Com relação aos ovos tratados termicamente, Shenga, Singh e Yadav (2010), avaliaram os níveis da oxidação lipídica de ovos pasteurizados a 57°C/15 minutos e sem tratamento (controle), armazenados a 35°C durante 15 dias e, observaram uma tendência crescente ao longo do armazenamento nos valores de TBARS. Os ovos frescos, em ambos os tratamentos, apresentaram valores de TBARS de 0,2 mg MA/kg gema, e após 15 dias de armazenamento os valores aumentaram para 3,4 mg MA/kg gema nos ovos controle, e 3,9 mg MA/kg gema nos ovos pasteurizados. Os autores atribuíram ao tratamento térmico e/ou temperatura de armazenamento elevada, a responsabilidade pelo aumento nos níveis da oxidação lipídica após armazenamento. Considerando o valor inicial de TBARS para ovos frescos, mensurado por Shenga, Singh e Yadav (2010), este estudo também demonstrou a ocorrência da oxidação lipídica dos ovos independente do tratamento aplicado, resultado este que pode estar associado ao armazenamento em temperatura ambiente.

A qualidade funcional do albúmen de cada tratamento foi mensurada através da análise de estabilidade da espuma (EE, %), medida pela massa (g) da drenagem líquida destas espumas e convertidas em percentual de drenado (%DR). Durante o batimento para obtenção das espumas, houve diferença de tempo entre os tratamentos para que o ponto desejado fosse atingido (ponto de “neve”). Para os ovos cobertos e o controle, o tempo de batimento necessário foi de 2 minutos. Já para os ovos tratados termicamente, o tempo de batimento requerido situou-se na faixa de 2,32 à 4,06 minutos.

Os ovos tratados termicamente apresentaram menor estabilidade de espuma, diferindo significativamente do controle e dos tratamentos com coberturas. Resultados semelhantes foram encontrados por DEV *et al.* (2010), ao avaliar ovos tratados

termicamente em banho de água quente e por micro-ondas. A estabilidade da espuma dos ovos tratados em banho foi significativamente menor (maior volume de drenado) quando comparado ao tratamento por micro-ondas e controle (não tratado).

A exposição ao calor através da imersão em banho de água quente neste estudo, pode ter causado modificações na estrutura das proteínas do albúmen, o que favorece uma taxa de drenagem maior quando comparado aos demais tratamentos não térmicos. Um estudo realizado por Wang *et al.* (2015), demonstrou a ocorrência de alterações da ovoalbumina para S-ovoalbumina (forma mais estável ao calor) em ovos armazenados em temperaturas mais elevadas. Segundo Yüceer e Caner (2014), a transformação de ovoalbumina para S-ovoalbumina interfere na estabilidade da espuma, e uma correlação positiva entre o conteúdo de S-ovoalbumina e volume drenado foi encontrada.

Os tratamentos com coberturas apresentaram alteração na estrutura do albúmen, que ficou evidente na análise de Unidade Haugh (Tabela 03). Apesar da perda em altura, os ovos cobertos apresentaram os melhores resultados na análise de estabilidade da espuma, onde o tratamento T6 apresentou o menor percentual de drenado dentre todos os tratamentos avaliados, diferindo significativamente do controle. Segundo Xu *et al.* (2017), a adição de uma pequena concentração de sal pode aumentar a interação entre as proteínas da clara do ovo e o solvente, melhorando sua viscosidade. Este possível aumento na viscosidade da clara dos ovos do tratamento T6, poderia explicar o menor valor em % de drenado obtido, quando comparado ao controle (T1), devido a um retardo na drenagem de líquido durante o tempo avaliado.

O volume de líquido drenado e a desestabilização da espuma, também estão relacionados a um aumento no pH do albúmen, o que interfere na viscosidade do mesmo, resultando na aproximação entre as bolhas de ar presentes na espuma, levando a ruptura das estruturas e aderência entre estas bolhas (PHILLIPS; WHITEHEAD; KINSELLA, 1994 *apud* ALLEONI; ANTUNES, 2004). A estabilidade da espuma do ovo é um parâmetro indiscutível para a qualidade funcional do albúmen. O uso comercial de clara de ovo depende fortemente de sua estabilidade de espuma em diversas aplicações na indústria de alimentos.

2.4 CONCLUSÃO

Temperaturas acima de 60°C são inviáveis para o tratamento térmico de ovos inteiros, mesmo em curtos períodos de tempo. Enquanto que, o tratamento térmico à 56°C apresenta efeitos benéficos sobre a qualidade interna, assegurando a manutenção da unidade Haugh.

A utilização de solução salina 5% como cobertura, propiciou menor taxa de oxidação lipídica (TBARS), e melhor estabilidade de espuma aos ovos deste tratamento.

A combinação entre tratamentos, térmico e de cobertura, é economicamente viável devido ao baixo custo do processo e material necessário, e seus efeitos positivos poderiam proporcionar a manutenção da qualidade interna de ovos inteiros por maior tempo, mesmo quando armazenados em temperatura ambiente.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 681-685, Dec. 2001. DOI: 10.1590/S0103-90162001000400005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000400005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: mar. 2019.

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Albumen foam stability and s-ovalbumin contents in eggs coated with whey protein concentrate. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 105-110, June. 2004 . DOI: 10.1590/S1516-635X2004000200006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2004000200006&lng=en&tlng=em. Acesso em: dez. 2018.

ALMEIDA, D. S. DE; *et al.* Egg shell treatment methods effect on commercial eggs quality. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 22, p. 336–341, Feb. 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140904. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000200336&lng=en&tlng=en. Acesso em: out. 2018.

ANDRADE, R.; *et al.* Wettability of gelatin coating formulations containing cellulose nanofibers on banana and eggplant epicarps. **LWT - Food Science and Technology**, [S.l.], v. 58, n. 1, p. 158–165, Sept. 2014. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.02.034. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0023643814001108>. Acesso em: out. 2018.

ANTON, M. Egg yolk: Structures, functionalities and processes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 93, n. 12, p. 2871-2880, Sept. 2013. DOI: 10.1002/jsfa.6247. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jsfa.6247>. Acesso em: set. 2017.

AYGUN, A.; SERT, D. Effects of vacuum packing on eggshell microbial activity and egg quality in table eggs under different storage temperatures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 93, n. 7, p. 1626–1632, May 2013. DOI: 10.1002/jsfa.5936. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jsfa.5936>. Acesso em: dez. 2018.

BANERJEE, P.; KEENER, K. M. Maximizing carbon dioxide content of shell eggs by rapid cooling treatment and its effect on shell egg quality. **Poultry Science**, [S.l.], v. 91, n. 6, p. 1444–1453, Jun. 2012. DOI: 10.3382/ps.2011-01504. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22582306>. Acesso em: set. 2017.

BARBOSA, V. C.; *et al.* Stability of the pigmentation of egg yolks enriched with omega-3 and carophyll stored at room temperature and under refrigeration. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 7, p. 1540–1544, July 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000700020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=4&script=sci_arttext&pid=S1516-35982011000700020&lng=en&tlng=em. Acesso em: dez. 2018.

BARBOUR, E. K.; *et al.* Preliminary attempts towards production of table eggs free from *Salmonella enteritidis*. **Journal of Cleaner Production**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 69–73, Feb. 2001. DOI: 10.1016/S0959-6526(00)00033-0. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0959652600000330>. Acesso em: nov. 2018.

BENJAKUL, S.; KAEWMANEE, T. Sodium chloride preservation in duck eggs. **Egg Innovations and Strategies for Improvements**, Oxford, Capítulo 39, p.415–426, Dec. 2017. DOI: 10.1016/B978-0-12-800879-9.00039-1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312152663_Sodium_Chloride_Preservation_in_Duck_Eggs. Acesso em: fev. 2019.

BHALE, S.; *et al.* Chitosan coating improves shelf life of eggs. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 68, n. 7, p. 2378–2383, Sept. 2003. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb05776.x. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05776.x>. Acesso em: out. 2018.

BRACKETT, R. E.; *et al.* Thermal inactivation kinetics of *Salmonella* spp. within intact eggs heated using humidity-controlled air. **Journal of food protection**, [S.l.], v. 64, n. 7, p. 934–938, July 2001. DOI:10.4315/0362-028X-64.7.934. Disponível em: <https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-64.7.934>. Acesso em: nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Defesa Agropecuária. Divisão de Inspeção de Carnes e Derivados – DICAR. Portaria nº 01, de 21 de fevereiro de 1990. Normas gerais de inspeção de ovos e derivados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n.44, p. 4321, 6 de mar. 1990. Seção 1.

BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, DF, jun. 2017. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos/decreto-n-9013-2017_alt-decreto-9069-2017_pt.pdf/view. Acesso em: mar. 2019.

CANER, C.; CANSIZ, Ö. Chitosan coating minimises eggshell breakage and improves egg quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 88, n. 1, p. 56–61, Jan. 2008. DOI: 10.1002/jsfa.2962. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jsfa.2962>. Acesso em: nov. 2018.

CANER, C.; YÜCEER, M. Maintaining functional properties of shell eggs by ultrasound treatment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 95, n. 14, p. 2880–2891, Nov. 2015. DOI: 10.1002/jsfa.7029. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jsfa.7029>. Acesso em: set. 2017.

CHEN, X. D.; *et al.* Diffusion of sodium chloride through chicken eggshell in relation to an ancient method of egg preservation. **Food and Bioproducts Processing: Transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part C**, [S.l.], v. 77, n. 1, p. 40–46, Mar. 1999. DOI: 10.1205/096030899532240. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0960308599701380>. Acesso em: fev. 2019.

DAVIDSON, L.J. 2003 October 14. **Method for production of pasteurized in-shell chicken eggs**. U.S. patent 6632464.

DEHGHANI, S.; HOSSEINI, S. V.; REGENSTEIN, J. M. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 240, n. 1, p. 505-513, Feb. 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.07.034. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/search/advanced?docId=10.1016/j.foodchem.2017.07.034>. Acesso em: out. 2018.

DEV, S. R. S.; *et al.* Selected Post-Heating Properties of Microwave or Hot Water Heated Egg White for In-Shell Pasteurization, **International Journal of Food Properties**, [S.l.], v. 13, n. 4, p. 778-788, June 2010. DOI: 10.1080/10942910902894906. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942910902894906>. Acesso em: dez. 2018.

DUAN, X.; *et al.* Effect of oxidative modification on structural and foaming properties of egg white protein. **Food Hydrocolloids**, [S.l.], v. 75, p. 223–228, Feb. 2018. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.08.008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X17306963?via%3Dihub>. Acesso em: mar. 2019.

DVOŘÁK, P.; *et al.* Possibilities of enhancing the colour of egg yolk. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 92, n. 4, p. 853–856, Mar. 2012. DOI: 10.1002/jsfa.4657. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jsfa.4657>. Acesso em: dez. 2018.

FAKHOURI, F. M.; *et al.* Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biology and Technology**, [S.l.], v. 109, p. 57–64, Nov. 2015. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2015.05.015 Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0925521415300272>. Acesso em: out. 2018.

FEDDERN, V.; *et al.* Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 3, p. 322–333, June 2017. DOI: 10.1590/1413-70542017413002317. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=4&script=sci_arttext&pid=S1413-70542017000300322&lng=en&tlng=em. Acesso em: dez. 2018.

GEVEKE, D. J.; *et al.* Inactivation of *Salmonella* in shell eggs by hot water immersion and its effect on quality. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 81, n. 3, p. M709–M714, Mar. 2016. DOI: 10.1111/1750-3841.13233. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/1750-3841.13233>. Acesso: out. 2018.

GIAMPIETRO, A.; *et al.* Estudo da metodologia de TBARS em ovos. **Revista do Avisite**, Campinas, n. 13, p. 18-18, 2008. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/index.php?page=cet&subpage=trabalhostecnicos&id=126>. Acesso em: set. 2017.

GOLE, V. C.; *et al.* Effect of egg washing and correlation between eggshell characteristics and egg penetration by various *Salmonella typhimurium* strains. **PLoS ONE**, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 1-12, 12 p. Mar. 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0090987. Disponível em: <http://web-a-ebsohost.ez74.periodicos.capes.gov.br/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=e4a561bf-e33d-4340-8f64-afc4473baa15%40sessionmgr4010>. Acesso em: out. 2018.

GÓMEZ-ESTACA, J.; *et al.* Effects of gelatin origin, bovine-hide and tuna-skin, on the properties of compound gelatin-chitosan films. **Food Hydrocolloids**, [S.l.], v. 25, n. 6, p. 1461–1469, Aug. 2011. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.01.007. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0268005X11000191>. Acesso em: out. 2018.

HANK, C. R.; *et al.* The effect of shell egg pasteurization on the protein quality of albumen. **Poultry Science**, [S.l.], v. 80, n. 6, p. 821–824, June 2001. DOI: 10.1093/ps/80.6.821. Disponível em: <https://academic.oup.com/ps/article/80/6/821/1488137>. Acesso em: out. 2018.

HARDER, M. N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, [S.l.], v. 102, n. 563–564, p. 339–342, Jan. 2007. Disponível em: http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf12_2007/339-342.pdf. Acesso em: dez. 2018.

HARMAN, N. L.; LEEDS, A. R.; GRIFFIN, B. A. Increased dietary cholesterol does not increase plasma low density lipoprotein when accompanied by an energy-restricted diet and weight loss. **European Journal of Nutrition**, [S.l.], v. 47, n. 6, p. 287–293, Sept. 2008. DOI: 10.1007/s00394-008-0730-y. Disponível em: <https://link.springer-com.ez74.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00394-008-0730-y>. Acesso em: out. 2017.

HEMPE, J. M.; LAUXEN, R. C.; SAVAGE, J. E. Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. **Poultry Science**, [S.l.], v. 67, n. 6, p. 902–907, 1988. DOI: 10.3382/ps.0670902. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0670902>. Acesso em: out. 2017.

HINCKE, M. T.; *et al.* The eggshell: structure, composition and mineralization. **Frontiers in Bioscience**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 1266–1280, Jan. 2012. DOI: 10.2741/3985. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269791417_The_eggshell_structure_composition_and_mineralization. Acesso em: out. 2017.

ISLAM, K. M. S.; SCHWEIGERT, F. J. Comparison of three spectrophotometric methods for analysis of egg yolk carotenoids. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 172, p. 233–237, Apr. 2015. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.045. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614014125?via%3Dihub>. Acesso em: out. 2017.

JAMES, C.; LECHEVALIER, V.; KETTERINGHAM, L. Surface pasteurisation of shell eggs. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v. 53, n. 2, p. 193–197, June 2002. DOI: 10.1016/S0260-8774(01)00156-X. Disponível em: [https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/search/advanced?docId=10.1016/S0260-8774\(01\)00156-X](https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/search/advanced?docId=10.1016/S0260-8774(01)00156-X). Acesso em: out. 2018.

KAMOTANI, S.; *et al.* Consumer acceptance of ozone-treated whole shell eggs.

Journal of Food Science, [S.l.], v. 75, n. 2, p. S103-S107. Mar. 2010. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01468.x. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2009.01468.x>. Acesso em: out. 2017.

KARPIŃSKA, M.; BOROWSKI, J.; DANOWSKA-OZIEWICZ, M. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 72, n. 1, p. 5–9, Jan. 2001. DOI: 10.1016/S0308-8146(00)00171-0. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814600001710>. Acesso em: out. 2017.

KAWEEWONG, K.; *et al.* Solubilization and identification of hen eggshell membrane proteins during different times of chicken embryo development using the proteomic approach. **Protein Journal**, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 297–308, Apr. 2013. DOI: 10.1007/s10930-013-9487-0. Disponível em: <https://link-springer-com.ez74.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10930-013-9487-0>. Acesso em: out. 2017.

KIM, S. H.; *et al.* Effect of plasticizer concentration and solvent types on shelf-life of eggs coated with chitosan. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 71, n. 4, May 2006. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00008.x. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2006.00008.x>. Acesso em: nov. 2018.

KOVACS-NOLAN, J.; PHILLIPS, M.; MINE, Y. Advances in the value of eggs and egg components for human health. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 53, n. 22, p. 8421-8431, Nov. 2005. DOI: 10.1021/jf050964f. Disponível em: <https://pubs-acrs-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1021/jf050964f>. Acesso em: nov. 2018.

LAI, K. M.; *et al.* Changes in physicochemical properties of egg white and yolk proteins from duck shell eggs due to hydrostatic pressure treatment. **Poultry Science**, [S.l.], v. 89, n. 4, p. 729–737, Apr. 2010. DOI: 10.3382/ps.2009-00244. Disponível em: <https://academic.oup.com/ps/article-lookup/doi/10.3382/ps.2009-00244>. Acesso em: out. 2017.

LANA, S. R. V; *et al.* Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 18, n. 1, p. 140–151, Mar. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402017000100013>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-99402017000100140. Acesso em: nov. 2018.

LAU, S. K.; *et al.* Challenges in radiofrequency pasteurization of shell eggs: coagulation rings. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 81, n. 10, p. E2492–E2502, Oct. 2016. DOI: 10.1111/1750-3841.13440. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/1750-3841.13440>. Acesso em: nov. 2018.

LI, J.; *et al.* Combination effects of NaOH and NaCl on the rheology and gel characteristics of hen egg white proteins. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 250, p. 1–6, June 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.01.031. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0308814618300323>. Acesso em: dez. 2018.

LIU, Y. C.; *et al.* Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 211, p. 687–693, Nov. 2016. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.05.056. Disponível em: https://ac-els-cdn.ez74.periodicos.capes.gov.br/S0308814616307361/1-s2.0-S0308814616307361-main.pdf?_tid=ee32b9fe-8ef5-4395-aa78-cae9a38d070c&acdnat=1549742214_9a9d8c284fc37d401d20a5e3709fb09c. Acesso em: out. 2017.

LOKAEWMANEE, K.; *et al.* Eggshell quality, eggshell structure and small intestinal histology in laying hens fed dietary pantoea-6® and plant extracts. **Italian Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 13, n. 2, p. 332–339, Jan. 2014. DOI: 10.4081/ijas.2014.3163. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.4081/ijas.2014.3163>. Acesso em: set. 2017.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. **Food Research International**, [S.l.], v. 94, p. 90–100, Apr. 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.02.003. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0963996917300558>. Acesso em: fev. 2019.

MIJAN, M. AL; KIM, D. H.; KWAK, H. S. Physicochemical properties of nanopowdered eggshell. **International Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 49, n. 7, p. 1751–1757, July 2014. DOI: 10.1111/ijfs.12451. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/ijfs.12451>. Acesso em: out. 2017.

MINE, Y. Recent advances in egg protein functionality in the food system. **World's Poultry Science Journal**, [S.l.], v. 58, n.1, p. 31–39, Mar. 2002. DOI: 10.1079/WPS20020005. Disponível em: <https://doi-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/10.1079/WPS20020005>. Acesso em: nov. 2018.

MORSY, M. K.; *et al.* Efficacy of antimicrobial pullulan-based coating to improve internal quality and shelf-life of chicken eggs during storage. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 80, n. 5, p. M1066–M1074, May 2015. DOI: 10.1111/1750-3841.12855. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/1750-3841.12855>. Acesso em: out. 2018.

MUÑOZ, A.; *et al.* Importance of eggshell cuticle composition and maturity for avoiding trans-shell *Salmonella* contamination in chicken eggs. **Food Control**, [S.l.], v. 55, p. 31–38, Sept. 2015. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.02.028. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0956713515001103>. Acesso em: out. 2017.

NYS, Y.; *et al.* Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. **Comptes Rendus - Palevol**, [S.l.], v. 3, n. 6–7 SPEC.ISS., p. 549–562, 2004. DOI: 10.1016/j.crpv.2004.08.002. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/search/advanced?docId=10.1016/j.crpv.2004.08.002>. Acesso em: out. 2017.

OMANA, D. A.; WANG, J.; WU, J. Co-extraction of egg white proteins using ion-exchange chromatography from ovomucin-removed egg whites. **Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences**, [S.l.], v. 878, n. 21, p. 1771–1776, July 2010. DOI: 10.1016/j.jchromb.2010.04.037. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/search/advanced?docId=10.1016/j.jchromb.2010.04.037>. Acesso em: out. 2017.

OSAWA, C. C.; *et al.* Avaliação físico-química de bolo de chocolate com coberturas comestíveis à base de gelatina, ácido esteárico, amido modificado ou cera de carnaúba. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 92–99, Mar. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000100015>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612009000100015&lng=en&nrm=iso. Acesso em: nov. 2018.

PAPASTERGIADIS, A.; *et al.* Malondialdehyde measurement in oxidized foods: Evaluation of the spectrophotometric thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) Test in various foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 60, n. 38, p. 9589–9594, Sept. 2012. DOI: 10.1021/jf302451c. Disponível em: <https://pubs-acs-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1021/jf302451c>. Acesso em: mar. 2019.

PASCOAL, L. A. F.; *et al.* Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 9, n.1, p. 150-157, jan./mar. 2008. Disponível em: <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/912/580>. Acesso em: out. 2017.

PASQUALI, F.; *et al.* Hot air treatment for surface decontamination of table eggs. **Food Control**, [S.l.], v. 21, n. 4, p. 431–435, Apr. 2010. DOI: 10.1016/j.foodcont.2009.07.003. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0956713509002151>. Acesso em: out. 2018.

PERRY, J. J.; RODRIGUEZ-ROMO, L. A.; YOUSEF, A. E. Inactivation of *Salmonella enterica* serovar enteritidis in shell eggs by sequential application of heat and ozone. **Letters in Applied Microbiology**, [S.l.], v. 46, n. 6, p. 620–625, June 2008. DOI: 10.1111/j.1472-765X.2008.02367.x. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/j.1472-765X.2008.02367.x>. Acesso em: out. 2017.

PERRY, J. J.; RODRIGUEZ-SAONA, L. E.; YOUSEF, A. E. Quality of shell eggs pasteurized with heat or heat-ozone combination during extended storage. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 76, n. 7, p. S437-S444, Sept. 2011. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02294.x. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2011.02294.x>. Acesso em: out. 2017.

PHILLIPS, L. G.; HAQUE, Z.; KINSELLA, J. E. A method of the measurement of foam formation and stability. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 53, n. 4, p. 1074-1077, 1987.

PILLAI, M. M.; *et al.* Egg shell membrane – a potential natural scaffold for human meniscal tissue engineering: an in vitro study. **RSC Adv.**, [S.l.], v. 5, n. 93, p. 76019–76025, 2015. DOI: 10.1039/c5ra09959e. Disponível em: <http://xlink.rsc.org/?DOI=C5RA09959E>>. Acesso em: out. 2017.

PISSINATI, A.; *et al.* Internal quality of eggs subjected to different types of coating and stored for 35 days at 25°C. **Semina-Ciencias Agrarias**, [S.l.], v. 35, n. 1, p. 531–540, jan./fev. 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p531. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/13587>. Acesso em: nov. 2018.

QIU, N.; *et al.* Comparative proteomic analysis of egg white proteins under various storage temperatures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 60, n. 31, p. 7746–7753, Aug. 2012. DOI: 10.1021/jf302100m. Disponível em: <https://pubs->

acs-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1021/jf302100m. Acesso em: out. 2017.

RADI, M.; *et al.* Effect of gelatin-based edible coatings incorporated with Aloe vera and black and green tea extracts on the shelf life of fresh-cut oranges. **Journal of Food Quality**, [S.l.], v. 2017, p. 1-10, 2017. DOI: 10.1155/2017/9764650. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2017/9764650/>. Acesso em: nov. 2018.

RAIKOS, V.; CAMPBELL, L.; EUSTON, S. R. Effects of sucrose and sodium chloride on foaming properties of egg white proteins. **Food Research International**, [S.l.], v. 40, n. 3, p. 347–355, Apr. 2007. DOI: 10.1016/j.foodres.2006.10.008. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0963996906001657>. Acesso em: mar. 2019.

RIVAS, A.; *et al.* Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of blended orange and carrot juice. **LWT - Food Science and Technology**, [S.l.], v. 39, n. 10, p. 1163–1170, Dec. 2006. DOI: 10.1016/j.lwt.2005.07.002. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0023643805001544>. Acesso em: out. 2018.

ROBERTS, J. R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, [S.l.], v. 41, p. 161–177, 2004. DOI: 10.2141/jpsa.41.161. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article. Acesso em: out. 2017.

RODRIGUEZ-ROMO, L. A.; *et al.* Research note: penetration of ozone gas across the shell of hen eggs. **Ozone: Science and Engineering**, [S.l.], v. 29, n. 2, p. 147–150, Apr. 2007. DOI: 10.1080/01919510601187087. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01919510601187087>. Acesso em: out. 2017.

ROSE-MARTEL, M.; DU, J.; HINCKE, M. T. Proteomic analysis provides new insight into the chicken eggshell cuticle. **Journal of Proteomics**, [S.l.], v. 75, n. 9, p. 2697–2706, May 2012. DOI: 10.1016/j.jprot.2012.03.019. Disponível em: https://ac-els-cdn.ez74.periodicos.capes.gov.br/S1874391912001522/1-s2.0-S1874391912001522-main.pdf?_tid=081b7219-69e0-4fd0-bed4-99caa402ec31&acdnat=1549750991_dd82d2d28e00c4c3e5f8297e0029a4ef. Acesso em: out. 2017.

RUXTON, C. H. S.; DERBYSHIRE, E.; GIBSON, S. The nutritional properties and health benefits of eggs. **Nutrition & Food Science**, [S.l.], v. 40, n. 3, p. 263-279, May 2010. DOI: 10.1108/00346651011043961. Disponível em: <https://www-emeraldinsight-com.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1108/00346651011043961>. Acesso em: out. 2017.

RYU, K. N.; NO, H. K.; PRINYAWIWATKUL, W. Internal quality and shelf life of eggs coated with oils from different sources. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 76, n. 5, June/July 2011. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02177.x. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2011.02177.x>. Acesso em: out. 2018.

SAH, M. K.; RATH, S. N. Soluble eggshell membrane: A natural protein to improve the properties of biomaterials used for tissue engineering applications. **Materials Science and Engineering C**, [S.l.], v.67, p. 807-821, Oct. 2016. DOI: 10.1016/j.msec.2016.05.005. Disponível em: https://ac-els-cdn.ez74.periodicos.capes.gov.br/S0928493116304209/1-s2.0-S0928493116304209-main.pdf?_tid=fd89fdc8-2c87-4824-8e99-6126735219ef&acdnat=1549751847_9b4a3dc3b494c6387edf1209986b77a3. Acesso em: out. 2017.

SAMLI, H. E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 548–553, Oct. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1093/japr/14.3.548>. Disponível em: <https://academic.oup.com/japr/article/14/3/548/832549>. Acesso em: nov. 2018.

SCHUMAN, J. D.; *et al.* Immersion heat treatments for inactivation of *Salmonella* enteritidis with intact eggs. **Journal of Applied Microbiology**, [S.l.], v. 83, n. 4, p. 438–444, Sept. 1997. DOI: 10.1046/j.1365-2672.1997.00253.x. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1046/j.1365-2672.1997.00253.x>. Acesso em: out. 2018.

SHENGA, E.; SINGH, R. P.; YADAV, A. S. Effect of pasteurization of shell egg on its quality characteristics under ambient storage. **Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 47, n. 4, p. 420–425, Aug. 2010. DOI: 10.1007/s13197-010-0069-2. Disponível em: <https://link-springer-com.ez74.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s13197-010-0069-2>. Acesso em: out. 2017.

SHIN, D.; *et al.* Effect of various refrigeration temperatures on quality of shell eggs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 92, n. 7, p. 1341-1345, May 2012. DOI: 10.1002/jsfa.4699. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jsfa.4699>. Acesso em: dez. 2018.

STADELMAN, W. J.; *et al.* Pasteurization of eggs in the shell. **Poultry Science**, [S.l.], v. 75, n. 9, p. 1122–1125, Sept. 1996. DOI: 10.3382/ps.0751122. Disponível em: <https://academic.oup.com/ps/article/75/9/1122/1504876>. Acesso em: nov. 2018.

ŚWIĄTKIEWICZ, S.; *et al.* Dietary factors improving eggshell quality: an updated review with special emphasis on microelements and feed additives. **World's Poultry Science Journal**, [S.l.], v. 71, n. 1, p. 83–94, Mar. 2015. DOI:10.1017/S0043933915000082. Disponível em: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0043933915000082. Acesso em: out. 2017.

SUPPAKUL, P.; JUTAKORN, K.; BANGCHOKEDDEE, Y. Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v. 98, n. 2, p. 207–213, May 2010. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.12.027. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0260877409006207>. Acesso em: out. 2018.

SUPUT, D.; *et al.* Edible films and coatings: Sources, properties and application. **Food and Feed Research**, [S.l.], v. 42, n. 1, p. 11–22, Jan. 2015. DOI: 10.5937/FFR1501011S. Disponível em: <https://doaj.org/article/d459df080dca4f9b95c15c348ec15482>. Acesso em: nov. 2018.

TORRICO, D. D.; *et al.* Effects of initial albumen quality and mineral oil-chitosan emulsion coating on internal quality and shelf-life of eggs during room temperature storage. **International Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 46, n. 9, p. 1783–1792, Sept. 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2011.02665.x. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/j.1365-2621.2011.02665.x>. Acesso em: out. 2018.

USDA, United States Department of Agriculture. **Egg-Grading Manual**, 2000. Disponível em: <https://www.ams.usda.gov/publications/content/egg-grading-manual>. Acesso em: 28 de out. 2017.

Xu, L.; *et al.* Effects of salting treatment on the physicochemical properties, textural properties, and microstructures of duck eggs. **PLoS ONE**, [S.l.], v. 12, n. 8, p. 1-17, Aug. 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0182912. Disponível em: <http://web-b-eb-scohost.ez74.periodicos.capes.gov.br/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=b372395c-023d-46ec-93f8-a3d44d93f0f7%40sessionmgr101>. Acesso em: fev. 2019.

WANG, J.; *et al.* Proteomics analysis of egg white proteins from different egg varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 60, n. 1, p. 272–

282, Jan. 2012. DOI: 10.1021/jf2033973. Disponível em: <https://pubs-acsc-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1021/jf2033973>. Acesso em: out. 2017.

WANG, X.; *et al.* Effect of dietary protein sources and storage temperatures on egg internal quality of stored shell eggs. **Animal Nutrition**, [S.l.], v. 1, n. 4, p. 299–304, Dec. 2015. DOI: 10.1016/j.aninu.2015.12.003. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez74.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2405654515300433?via%3Dihub>. Acesso em: out. 2017.

WARDY, W.; *et al.* Soybean oil-chitosan emulsion affects internal quality and shelf-life of eggs stored at 25 and 4°C. **International Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 48, n. 6, p. 1148–1156, June 2013. DOI: 10.1111/ijfs.12068. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/ijfs.12068>. Acesso em: out. 2018.

YAMAUCHI, K.; *et al.* Increased collagen accumulation in eggshell membrane after feeding with dietary wood charcoal powder and vinegar. **Connective Tissue Research**, [S.l.], v. 54, n. 6, p. 416–425, Oct. 2013. DOI: 10.3109/03008207.2013.834895. Disponível em: <http://web-b-ebscost.ez74.periodicos.capes.gov.br/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=4f3733de-9974-49d4-8d82-05ac5f805127%40pdc-v-sessmgr01>. Acesso em: out. 2017.

YÜCEER, M.; ADAY, M. S.; CANER, C. Ozone treatment of shell eggs to preserve functional quality and enhance shelf life during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 96, n. 8, p. 2755–2763, June 2016. DOI: 10.1002/jsfa.7440. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jsfa.7440>. Acesso em: set. 2017.

YÜCEER, M.; CANER, C. Antimicrobial lysozyme-chitosan coatings affect functional properties and shelf life of chicken eggs during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 94, n. 1, p. 153–162, Jan. 2014. DOI: 10.1002/jsfa.6322. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez74.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jsfa.6322>. Acesso em: out. 2017.