

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE ZOOTECNIA**

CAROLINA HAUBERT FRANCESCHI

**EFEITO DE DIFERENTES PLASTIFICANTES NA VIDA DE PRATELEIRA DE
OVOS REVESTIDOS COM PROTEÍNA CONCENTRADA DO LEITE**

PORTO ALEGRE

2018

CAROLINA HAUBERT FRANCESCHI

**EFEITO DE DIFERENTES PLASTIFICANTES NA VIDA DE PRATELEIRA DE
OVOS REVESTIDOS COM PROTEÍNA CONCENTRADA DO LEITE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção de Grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ORIENTADOR: Ines Andretta

COORIENTADOR: Paula Gabriela da Silva Pires

PORTO ALEGRE

2018

CAROLINA HAUBERT FRANCESCHI

**EFEITO DE DIFERENTES PLASTIFICANTES NA VIDA DE PRATELEIRA DE
OVOS REVESTIDOS COM PROTEÍNA CONCENTRADA DO LEITE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção de Grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data de aprovação: ____/____/____.

Prof. Dr. Ines Andretta

Prof. Dr. Andrea Troller Pinto

Msc. Aline Fernanda Rodrigues Leuven

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que estiveram presente em todos os momentos da minha graduação. Nada seria possível sem o apoio e confiança que vocês me deram. Se hoje estou recebendo este título, grande parte é por causa de vocês. Muito Obrigada, eu amo muito vocês.

À professora Ines Andretta pela orientação, apoio e confiança. Pela disponibilidade, inclusive com prazos curtos. Pela oportunidade de realizar meu estágio no Canadá e propiciar uma das melhores experiências acadêmicas da minha vida. Muito Obrigada! Encontramos-nos no mestrado.

Agradeço a Paula Pires, por ser minha amiga e orientadora durante toda a minha graduação. Todo meu amor e conhecimento sobre ovos se deve grande parte por ti. És minha inspiração de vida. Muito Obrigada!

Às minhas amigas e futuras colegas de profissão Aline, Morgana e Juliana. Vocês tornaram a minha graduação leve e regada a muitas risadas.

À minha gata Kiara, que mesmo no auge da sua senioridade, esteve comigo nas noites de estudo durante a graduação e, inclusive, na elaboração deste TCC.

RESUMO

O ovo é um alimento completo e funcional, consumido diariamente no mundo inteiro. Algumas tecnologias podem ser utilizadas para manter a qualidade deste produto e garantir sua inocuidade. Os revestimentos são uma dessas tecnologias, que podem prolongar a vida de prateleira do produto. Inúmeras substâncias já foram testadas como alternativas de revestimento, dentre elas está a proteína concentrada do leite. Os plastificantes também podem ser utilizados na confecção dos revestimentos para conferir mobilidade. Dentre a gama de plastificantes disponíveis, o glicerol, sorbitol e propilenoglicol são os mais utilizados para revestimentos a base de proteína. Contudo, o efeito destes plastificantes na qualidade dos ovos durante o armazenamento ainda é pouco conhecido. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de revestimentos a base de proteína concentrada do leite (PCL) e de diferentes plastificantes na qualidade de ovos comerciais durante o armazenamento. Foram utilizados 336 ovos produzidos por aves da linhagem ISA Brown de idades semelhantes. Os ovos foram aleatoriamente distribuídos em quatro tratamentos: controle, ovos sem revestimento; ovos revestidos com solução de PCL contendo glicerol; ovos revestidos com solução de PCL contendo sorbitol e ovos revestidos com solução de PCL contendo propilenoglicol. Os ovos foram condicionados em sala com controle de umidade por 42 dias. Perda de peso, Unidade Haugh, índice de gema, pH do albúmen e gema foram avaliados no dia zero e semanalmente durante o período de armazenamento. Os dados foram submetidos a análise de variância utilizando o software Minitab 18 e as eventuais diferenças entre as médias foram avaliadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Após 42 dias de armazenamento, os ovos que receberam revestimento apresentaram maiores ($p < 0,05$) escores de Unidade Haugh e menor ($p < 0,05$) perda de peso e pH do albumen quando comparados ao tratamento controle. O plastificante sorbitol foi o que apresentou a menor perda de peso ($p < 0,05$) dentre os tratamentos com revestimento. No final do experimento, ovos revestidos com PCL + propilenoglicol apresentaram maior ($p < 0,05$) Unidade Haugh (71,53) em comparação com sorbitol (68,70) e glicerol (66,58). Tais resultados indicam uma qualidade superior dos ovos com revestimento em relação aos não revestidos, mesmo após 42 dias de armazenamento. O sorbitol e o propilenoglicol são alternativas viáveis ao uso do glicerol para confecção de revestimentos.

Palavras-Chave: glicerol, propilenoglicol, qualidade, sorbitol.

ABSTRACT

The egg is a complete and functional food, consumed daily worldwide. Some technologies can be used to maintain the quality of this product and ensure its safety. Coatings are the technologies that can extend the life of the product. Numerous substances have been tested as coating alternatives, and whey protein is one of them. Plasticizers can also be used in the edible films to confer for mobility. There are many available plasticizer, glycerol, sorbitol and propylene glycol are most commonly used for films based on protein. The purpose of this study was to evaluate the effect of concentrated whey protein edible films (CWP) and different plasticizers in the quality of the commercial eggs during storage. There were used 336 eggs produced by Isa Brown laying hens of similar ages. The eggs were randomly distributed in four treatments: control, uncoated eggs; Eggs coated with glycerol-containing CWP solution; eggs coated with CWP solution containing sorbitol and eggs coated with CWP solution containing propylene glycol. The eggs were stored in a room with temperature control for 42 days. Weight loss, Haugh Unit, yolk index, albumen and yolk pH were evaluated at day zero and during the storage period. The data were submitted to an analysis of variance using the software Minitab 18 and the following differences between the averages were evaluated through the Tukey test at 5% probability. After 42 days of storage, the coating treatments had higher ($p < 0.05$) Haugh Unit and yolk index and lower ($p < 0.05$) weight loss and albumen pH when compared to the control eggs. The plasticizer sorbitol presented the lower weight loss ($p < 0.05$) between the coating treatments. At the end of the experiment, eggs coated with CWP + propylene glycol had higher ($p < 0.05$) Haugh Unit (71.53) compared to sorbitol (68.70) and glycerol (66.58). These results indicated a greater quality in the coated eggs when compared to uncoated eggs, even after 42 days of storage. Sorbitol and propylene glycol are viable alternatives to the use of glycerol for coating.

Keywords: glycerol, propylene glycol, quality, sorbitol.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais componentes do ovo cru inteiro.....	11
Tabela 2. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes na perda de peso acumulada (%) durante 42 dias.	22
Tabela 3. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes na Unidade Haugh durante 42 dias.	23
Tabela 4. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes no índice de gema durante 42 dias.	24
Tabela 5. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes no pH do albúmen durante 42 dias.	25
Tabela 6. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes no pH da gema durante 42 dias.	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. O ovo e sua composição nutricional.....	11
2.2. Qualidade de ovos e fatores que a afetam.....	13
2.3. Vida de prateleira.....	14
2.4. Revestimentos comestíveis.....	14
2.5. Soro de leite.....	15
2.6. Plastificantes.....	16
2.7. OBJETIVOS.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Coleta e recebimento dos ovos.....	19
3.2. Elaboração e aplicação dos revestimentos.....	20
3.3. ANÁLISES REALIZADAS.....	20
3.3.1. Perda de peso.....	20
3.3.2. Unidade Haugh.....	20
3.3.3. Índice de gema.....	21
3.3.4. pH do albúmen e gema.....	21
3.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Perda de peso.....	22
4.2. Unidade Haugh.....	23
4.3. Índice de gema.....	24
4.4. pH do albúmen.....	25
4.5. pH da gema.....	26
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o sétimo maior produtor de ovos do mundo (FAO, 2016) e com tendências de expansão. No ano de 2016 foram produzidas 39 bilhões de unidades de ovos, sendo a região Sul responsável por 15% da produção brasileira (ABPA, 2017).

A qualidade e inocuidade dos alimentos tem sido um tópico muito importante discutido em debates públicos, na indústria, pesquisa e entre os consumidores, especialmente nas últimas décadas (GRUNERT, 2005). A qualidade dos ovos pode ser afetada por inúmeros fatores, como alimentação e idade das aves, tempo de armazenamento do produto e condições de manejo (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013).

Para garantir a qualidade do produto até o consumidor, inúmeras tecnologias são estudadas para, por exemplo, aumentar a vida de prateleira de alimentos. Os revestimentos comestíveis são tecnologias estudadas há décadas para realçar a qualidade de produtos alimentícios, protegendo-os de diversos tipos de deteriorações (físicas, químicas e biológicas) (HAN, 2014).

Os revestimentos mais utilizados e estudados em ovos são: quitosana (BHALE et al., 2003; CANER e CANSIZ, 2008), proteína de soja (CHO et al., 2002) e proteína do soro de leite (CANER, 2005). Este último produto é uma mistura de proteínas globulares isoladas a partir de soro de leite, obtida durante a produção de queijos (TUNICK, 2008). O uso destes produtos como revestimentos, além de beneficiar a qualidade dos ovos, é importante do ponto de vista ambiental, uma vez que viabiliza um destino aos subprodutos de outras indústrias.

Na maioria dos casos, os plastificantes são substâncias requeridas para formar os revestimentos comestíveis, especialmente para aqueles que têm como base principal proteínas e polissacarídeos, sendo o glicerol o plastificante mais utilizado (OTONI et al., 2017). Outros plastificantes podem ser utilizados para a produção de revestimentos, incluindo açúcares (xaropes de glicose-frutose e mel), outros poliois (propilenoglicol), lipídios e derivados, além da água (HAN, 2014; SOTHORNVIT e KROCHTA, 2005). Quando comparado ao sorbitol, o glicerol tem maior eficiência plastificante, enquanto filmes à base de sorbitol são densos, mais resistentes e menos extensíveis (PARK e ZHAO, 2006).

Existem poucos estudos acerca da utilização de revestimento a base de proteína do soro de leite para ovos comerciais. Da mesma forma, o uso de diferentes plastificantes na confecção dos revestimentos comestíveis também é pouco abordado pela pesquisa científica.

Neste contexto, este estudo pretende pesquisar a proteína concentrada do leite e a inclusão de diferentes plastificantes na confecção dos revestimentos para ovos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O ovo e sua composição nutricional

O ovo de galinha tem sido utilizado na alimentação dos seres humanos desde a antiguidade. Nenhum outro alimento existente, tanto de origem vegetal ou animal, é tão frequentemente consumido ao redor do mundo. A sua popularidade está atrelada ao fato de ser um alimento de fácil preparo e que pode ser utilizado de inúmeras maneiras na alimentação humana, além de apresentar excelentes qualidades nutritivas na sua composição (STADELMAN, NEWKIRK e NEWBY, 2017).

O ovo contém proteínas, gorduras e carboidratos essenciais para a dieta humana (STADELMAN, NEWKIRK e NEWBY, 2017). Além disso, as proteínas presentes no ovo são de alta digestibilidade e apresentam excelente perfil de aminoácidos, que são similares ao requerido na nutrição humana. Os ovos também são fonte de minerais e vitaminas, e alguns estudos já demonstraram que, quando consumidos diariamente, chegam a fornecer cerca de 20-30% das recomendações diárias de vitaminas A, E e B12, além de 10-20% das exigências de folato, gorduras saturadas e insaturadas (SONG e KERVER, 2000). A composição nutricional do ovo está descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Principais componentes do ovo cru inteiro

Nutriente	Unidade	Ovo integral (Valor por 100g)
Água	g	76,15
Proteína	g	12,56
Energia	kcal	143
Lipídios totais	g	9,51
Carboidratos	g	0,72
<i>Minerais</i>		
Cálcio, Ca	mg	56
Ferro, Fe	mg	1,75
Magnésio, Mg	mg	12
Fósforo, P	mg	198
Potássio, K	mg	138
Sódio, Na	mg	142
Zinco, Zn	mg	1,29

Tabela 1.1. Continuação.

<i>Vitaminas</i>		
Vitamina A	UI	540
Vitamina E	mg	1,05
Vitamina B12	mcg	0,89
Vitamina B-6	mg	0,17
Folato	mcg	47
<i>Lipídeos</i>		
Ácidos graxos saturados	g	3,12
Ácidos graxos monoinsaturados	g	3,65
Colesterol	g	0,21

Adaptado de OLIVEIRA e OLIVEIRA (2013).

Um ovo é formado basicamente por 63% de albúmen, 27,5% de gema e 9,5% de casca. A gema concentra praticamente todo conteúdo de gordura presente em um ovo, além das vitaminas A, D e E. No albúmen se encontra mais da metade do conteúdo proteico do ovo. As proteínas do albúmen, como as ovoalbuminas e ovoglobulinas, possuem propriedades funcionais, como a gelatinização, formação de espuma, aeração e coagulação (MAZZUCO, 2008). A casca de um ovo contém cerca de 39% de cálcio na forma de CaCO_3 (carbonato de cálcio), e nas membranas da casca podem-se encontrar proteínas como o colágeno (tipo I, V e X) e glicoproteínas (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013).

A alimentação fornecida às aves é um fator importante na composição nutricional dos ovos, podendo afetar as quantidades de proteínas, lipídios, carboidratos, pigmentantes e minerais (STADELMAN, NEWKIRK e NEWBY, 2017). Kirubakaran et al. (2011) observaram que a inclusão de ingredientes alternativos, como a linhaça, milho e manjeriço foram capazes de alterar a composição nutricional do ovo, principalmente da gema. Além dos ingredientes, outros compostos adicionados nas dietas das aves, tais como ômega-3, selênio e vitamina E também podem aumentar substancialmente tais elementos na composição do ovo (SURAI e SPARKS, 2001).

2.2 Qualidade de ovos e fatores que a afetam

A qualidade de um ovo pode ser definida por inúmeras variáveis, como o peso do ovo, espessura e resistência da casca, gravidade específica, altura da câmara de ar, índice de gema, espessura do albúmen e Unidade Haugh (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013). As variáveis mencionadas acima são frequentemente utilizadas em estudos relacionados ao frescor de ovos e sua qualidade para consumo.

As características do ovo são influenciadas por fatores intrínsecos, como a genética, idade, condição nutricional e sanitária da poedeira, e também por fatores externos, tais como clima e manejo produtivo. Em relação à casca e albúmen, a qualidade dos ovos decresce com o avançar da idade da poedeira. Assim, aves mais velhas produzem ovos maiores, com menor altura de albúmen e, também, depositam menor quantidade de cálcio na casca, tornando-a menos espessa e vulnerável a trincas e quebras. A genética influencia diretamente nas características da casca, como cor, e também no peso do ovo. A sanidade da ave também é um fator decisivo para manter a qualidade da casca, da gema e do albúmen. Aves que apresentam bronquite infecciosa, por exemplo, produzem cascas com deformações e altamente frágeis e ainda liquefação da clara ou albúmen (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013).

A nutrição das aves pode alterar a qualidade dos ovos, principalmente da casca, por exemplo, quando existe deficiência de cálcio ou excesso de fósforo na dieta. As exigências de cálcio aumentam com o avançar da idade das aves, pois as aves necessitam de um aporte maior de cálcio para o ovo e para a formação da casca. O sistema produtivo também pode afetar a qualidade do ovo. Em geral, poedeiras criadas em sistemas convencionais de gaiolas produzem ovos e gemas mais leves do que aves criadas livres, em sistemas alternativos (SINGH, CHENG e SILVERSIDES, 2009).

A qualidade interna de um ovo depende basicamente de fatores que podem auxiliar na deterioração tanto do albúmen, quanto da gema. Ovos são produtos perecíveis e sofrem deterioração de sua qualidade conforme há o aumento do tempo de prateleira. Essa deterioração está ligada principalmente à perda de água e dióxido de carbono através dos poros das cascas (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013). O tempo e a temperatura de armazenamento são fatores importantes que influenciam a qualidade atribuída aos ovos de consumo. A temperatura em que o ovo é armazenado é fator crucial para manter a qualidade e diversos estudos prévios já demonstraram a necessidade de conservar ovos em refrigeração para manter a durabilidade do produto (SCOTT e SILVERSIDES, 2000.; FRANCESCHI et al., 2017).

2.3 Vida de prateleira

A vida de prateleira de um alimento é definida pela durabilidade do produto, ou seja, a quantidade de tempo em que o produto, armazenado em determinadas condições ambientais, apresenta alterações que são consideradas aceitas pelo fabricante, consumidor e pela legislação alimentar vigente (NETO et al., 1991). A legislação brasileira define um período máximo de validade para ovos de até 30 dias após sua produção (BRASIL, 1990).

A deterioração de um ovo ocorre a partir do momento de sua postura e inúmeros estudos relatam decréscimo de qualidade ao longo do período de estocagem (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013). As condições em que o ovo é armazenado estão inteiramente ligadas à sua vida de prateleira. Dentre elas, podemos citar a temperatura, umidade, manipulação e duração da armazenagem. Características ligadas a qualidade do ovo (Unidade Haugh, índice de gema, gravidade específica, peso do ovo) decrescem com o tempo de armazenamento, consequentemente diminuindo sua vida de prateleira (SAMLI, AGMA e SENKOYLU, 2005).

No Brasil, por não haver a obrigatoriedade de refrigeração nos pontos de venda, os ovos são acondicionados em temperatura ambiente no momento da postura até a distribuição final e, posteriormente, refrigerados na casa do consumidor (LANA et al., 2017). O decréscimo de qualidade do produto abre possibilidades para inúmeras tecnologias que podem ser aplicadas para aumentar a vida útil e manter a qualidade do produto para o consumidor.

2.3 Revestimentos comestíveis

Revestimentos comestíveis são produzidos através de biopolímeros e aditivos alimentares. Os biopolímeros podem ser proteínas, polissacarídeos, lipídeos, ou até uma mistura de todos citados anteriormente. Os revestimentos realçam a qualidade dos alimentos, protegendo-os de deteriorações físicas, químicas e biológicas. Também auxiliam na redução do crescimento microbiano e da oxidação de nutrientes (HAN, 2014).

O interesse no uso de revestimentos ocorre por uma crescente demanda do consumidor, que procura alimentos de alta qualidade e com boa aparência na prateleira (ARVANITOYANNIS et al, 1999). Revestimentos comestíveis e biodegradáveis são uma alternativa para conservar alimentos que já é frequentemente utilizada em frutas. Diversos estudos mostraram que a utilização de filmes comestíveis prolonga a vida de prateleira de frutas (ALI, MOHAMED e SIDDIQUI, 2012; GARCIA et al., 2012; MANTILLA et al, 2013).

A utilização de tratamentos na casca do ovo pode garantir a durabilidade do produto por maior tempo. O óleo mineral é a principal opção de revestimento para reduzir a movimentação de dióxido de carbono, a perda de peso dos ovos e a degradação da qualidade do albúmen (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013). Entretanto, por ter origem fóssil, é uma matéria-prima finita e capaz de poluir o meio-ambiente (KESLER e SIMON, 2015). Assim, torna-se necessário encontrar alternativas para serem utilizadas como revestimento.

Outros revestimentos, como a quitosana, foram estudados por pesquisadores. O uso da quitosana melhorou a vida de prateleira de ovos, diminuiu a porcentagem de trincas e rachaduras na casca durante armazenamento e aumentou a qualidade do produto (BHALE et al., 2003; CANER e CANSIZ., 2008; KIM et al., 2009)

Proteínas são constantemente utilizadas como material para a confecção dos filmes comestíveis. As proteínas são macromoléculas com sequências específicas de aminoácidos e estruturas moleculares. As características mais distintas das proteínas, quando comparada a outros materiais usados em revestimentos, são sua desnaturação de sua conformação, suas cargas eletrostáticas e natureza anfifílica. As estruturas secundárias, terciárias e quaternárias das proteínas podem ser facilmente desnaturadas através de tratamento térmico e assim atingindo propriedades desejáveis para os filmes comestíveis (HAN, 2014). Essas proteínas são derivadas de diferentes fontes animais e vegetais, incluindo tecidos, leite e seus derivados, ovos e grãos (GENNADIOS, 2002).

2.5 Soro de leite

O soro de leite é um coproduto da indústria de laticínios e pode ser obtido em laboratório ou na indústria por três processos principais: a) coagulação enzimática, o que resulta no coágulo de caseínas, matéria prima para a produção de queijos; b) precipitação ácida no pH isoelétrico, que transforma caseínas em soro ácido; c) separação física das micelas de caseína por microfiltração, o que gera um concentrado de micelas e as proteínas do soro, na forma de concentrado ou isolado proteico (SGARBIERI, 2004).

Os produtos derivados do soro de leite utilizados na indústria alimentícia são basicamente proteína concentrada do soro de leite (PCL) e proteína isolada do soro de leite (PIL). O PCL contém maiores concentrações de gordura e lactose do que a PIL e isto pode afetar as propriedades dos revestimentos à base deste produto (OSÉS et al., 2009). O desenvolvimento de filmes à base de PCL são uma maneira eficaz de utilizar o excesso de proteína do soro de leite.

Alguns estudos realizados em queijos (RAMOS et al., 2012), anchovas congeladas (MOTALEBI e SEYFZADEH, 2012) e salmão congelado (RODRIGUEZ-TURIENZO, COBOS e DIAS, 2012) mostraram a eficácia de revestimentos confeccionados com proteína de soro de leite (concentrada e isolada) e o aumento da vida de prateleira dos alimentos estudados. Em ovos, estudo realizado por CANER (2005) mostrou que a inclusão de diferentes concentrações de proteína de soro de leite (isolada) aumentou a eficácia de conservação do produto. Alleoni e Antunes (2004) observaram uma menor perda de peso de ovos revestidos com PCL.

Apesar de serem frequentemente estudados para a confecção de filmes comestíveis, é recomendado que essas proteínas sejam aplicadas em conjunto com substâncias plastificantes, que irão favorecer a adesão do revestimento ao alimento (ASSIS e BRITTO, 2014).

2.6 Plastificantes

Plastificantes são substâncias requeridas para a confecção de filmes comestíveis e revestimentos, especialmente quando os materiais para os filmes são polissacarídeos ou proteínas. As estruturas destes filmes são frequentemente frágeis e rígidas devido à interação extensiva entre moléculas de polímeros. Plastificantes são agentes de baixo peso molecular incorporado aos filmes para aumentar a plasticidade dos polímeros. São capazes também de interferir nas interações entre polímeros e assim induzir flexibilidade dos filmes (SOTHORNVIT e KROCHTA, 2005). A adição de plastificantes não afeta somente a elasticidade e outras propriedades mecânicas dos filmes, mas também a resistência dos revestimentos a permeabilidade de vapores e gases (SOTHORNVIT e KROCHTA, 2005).

Inúmeros fatores podem influenciar a qualidade do revestimento, dentre eles a composição, tamanho e forma dos plastificantes (CHO e RHEE, 2002). A maioria dos plastificantes são hidrofílicos e higroscópios, então são capazes de atrair moléculas de água e formar um complexo hidrodinâmico entre água e plastificante (KROCHTA, 2002). Moléculas de água em filmes funcionam como plastificantes. A água é considerada um ótimo plastificante, porém pode ser facilmente desidratada em baixa umidade relativa (GUILBERT, GONTARD e CUQ, 1995). Entretanto a adição de plastificantes com características hidrofílicas nos filmes pode reduzir perda de água, aumentar as ligações de água e manter uma alta atividade de água (HAN, 2014).

O glicerol é o plastificante mais utilizado na confecção de revestimentos comestíveis a base de proteína ou amido. O sorbitol e o propilenoglicol também são utilizados, porém em

menor escala. O estudo realizado por Sothornvit e Krochta (2001) que avaliaram diferentes plastificantes na confecção de filmes de β -lactoglobulinas, demonstrou que o glicerol foi mais eficiente como plastificante do que sorbitol e propilenoglicol. Revestimentos a base de glicerol apresentam características de maior umidade, o que dificulta a aplicação da solução de revestimento (WANG et al., 2011). Torna-se, então, interessante estudar mais sobre os plastificantes sorbitol e propilenoglicol, para a confecção de filmes comestíveis.

No entanto, informações sobre estas substâncias são escassas na literatura, sobretudo para ovos. Por isso, o estudo apresentado neste documento foi desenvolvido para testar diferentes substâncias plastificantes na confecção de revestimentos para ovos de consumo e seu efeito na vida de prateleira de ovos de consumo.

2.7 Objetivos

Avaliar diferentes plastificantes na confecção de revestimentos comestíveis a base de PCL na vida de prateleira de ovos de consumo comerciais.

2.7.1 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito do armazenamento por 42 dias na qualidade interna dos ovos.
- Estudar o efeito de revestimentos a base de PCL na qualidade interna dos ovos.
- Estudar o efeito de glicerol, sorbitol e propilenoglicol em revestimentos a base de PCL na qualidade interna dos ovos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e recebimento dos ovos

Foram utilizados 336 ovos não férteis produzidos por aves da linhagem ISA Brown. Todas as aves apresentavam a mesma idade e foram mantidas em condições similares de manejo, alimentação e ambiente. Os ovos foram coletados no dia anterior ao início do experimento, em uma granja avícola localizada na cidade de Morro Reuter – RS. Após a coleta, os ovos foram selecionados e transportados até o laboratório, localizado na UFRGS. No laboratório, a lavagem dos ovos foi realizada em solução de água e sanitizante a base de cloro em temperatura de 42 °C (Brasil, 1990).

3.2 Elaboração e aplicação dos revestimentos

As soluções de revestimento foram preparadas conforme a metodologia de Alleoni e Antunes (2004), utilizando 8% (m/v) de PCL (Lacprodan® 80, Viby, Dinamarca). O glicerol (Neon, São Paulo, Brasil), sorbitol (Neon, São Paulo, Brasil) ou propilenoglicol (Neon, São Paulo, Brasil) foram utilizados como plastificantes para proporcionar uma relação proteína: plastificante de 2:1 m/v. As soluções foram mantidas em um agitador magnético durante cinco minutos e então aquecidas em banho-maria (90°C) durante 30 minutos. Após confecção e resfriamento dos revestimentos os ovos foram submersos na solução preparada de PCL adicionado do plastificante para cada tratamento e armazenados em bandejas plásticas para o processo de secagem.

Os ovos foram aleatoriamente divididos em quatro tratamentos: controle, ovos sem revestimento; ovos revestidos com solução de PCL contendo glicerol; ovos revestidos com solução de PCL contendo sorbitol e ovos revestidos com solução de PCL contendo propilenoglicol. Após, os ovos foram armazenados por até 42 dias em sala com controle de temperatura (20 °C).

3.3 Análises realizadas

Para representar as características de um ovo fresco (zero dias de armazenamento), 12 ovos foram imediatamente analisados após o recebimento no laboratório. Semanalmente durante o estudo, 12 ovos de cada tratamento foram aleatoriamente separados para avaliações de qualidade, que incluíram: perda de peso (%), Unidade Haugh (UH), índice de gema, pH do albúmen e da gema.

3.3.1 Perda de peso

A avaliação de perda de peso foi realizada através de pesagem semanal utilizando uma balança de precisão ($\pm 0,001$ g; Bel, Mark M 214A, Milão, Itália). A equação utilizada para calcular a porcentagem de perda de peso acumulada está descrita abaixo:

$$\text{Perda de peso, \%} = \frac{(\text{Peso final} - \text{Peso inicial})}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

3.3.2 Unidade Haugh

A UH é uma medida de qualidade de ovos descrita por HAUGH (1937) e leva em consideração a espessura do albúmen (h) em milímetros, o peso do ovo (W) em gramas, além de considerar uma constante gravitacional de 0,37, como descrito na equação abaixo:

$$UH = 100 \log \left[h - \frac{\sqrt{(30W^{0.37} - 100)}}{100} \right] + 1,19$$

A espessura do albúmen foi medida com um paquímetro digital (TMX PD – 150, China), próximo a gema, assim como descrito em OLIVEIRA e OLIVEIRA (2013). O

departamento de agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2000) classifica os ovos através da UH. Onde classe A, quando UH maior que 72; classe A, ovos com UH entre 71 a 60; classe B, ovos com UH entre 59 a 31; ou classe C, onde a UH for menor que 30. Ovos de classe C não são destinados para consumo *in natura* (USDA, 2000).

3.3.3 Índice de gema

Para a avaliação do índice de gema foi realizada a medição de altura e largura da gema (mm) utilizando um paquímetro digital (TMX PD – 150, China). Após, o índice de gema foi calculado pela equação descrita abaixo (STADELMAN, 1986):

$$\text{Índice de gema} = \frac{(\text{Altura da gema})}{(\text{Largura da gema})}$$

3.3.4 pH do albúmen e gema

A análise de pH do albúmen e gema foi realizada após a separação manual das duas estruturas utilizando um pHmêtro digital (Kasvi – K39-0014p, Paraná, Brasil).

3.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Minitab 18 (Minitab 18 Statistical software, StateCollege, PA, United States). Os dados foram submetidos a análise de variância e as eventuais diferenças entre as médias foram avaliadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perda de peso

A perda de peso durante o período de estocagem é causada principalmente pela evaporação da água e pela perda de dióxido de carbono do albúmen através dos poros da casca (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013). Assim, o uso de revestimentos pode prevenir ou retardar essa variação no peso. Os resultados de perda de peso acumulada dos ovos estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes na perda de peso acumulada (%) dos ovos durante 42 dias.

Tratamento	Período de armazenamento (dias)						DP*
	7	14	21	28	35	42	
Controle	1,04 ^{Fa}	1,32 ^{Eb}	2,60 ^{Da}	3,45 ^{Ca}	4,55 ^{Ba}	5,39 ^{Aa}	1,60
PCL + Glicerol	0,86 ^{Fa}	1,35 ^{Eb}	2,29 ^{Da}	2,89 ^{Cb}	3,48 ^{Bb}	3,87 ^{Ab}	1,11
PCL + Sorbitol	0,97 ^{Ea}	1,18 ^{Eb}	1,73 ^{Db}	2,12 ^{Cc}	2,71 ^{Bc}	3,34 ^{Ac}	0,88
PCL + Propilenoglicol	1,01 ^{Da}	2,13 ^{Ca}	2,64 ^{Ba}	2,78 ^{Bb}	3,60 ^{Ab}	3,98 ^{Ab}	1,06

^{A-F} Médias na mesma linha com diferentes letras maiúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

^{a-c} Médias na mesma coluna com diferentes letras minúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

PCL = proteína concentrada do leite.

*Desvio Padrão.

Ovos que foram revestidos com PCL apresentaram menor ($p < 0,05$) perda de peso acumulada a partir do 28º dia de experimento, quando comparados ao tratamento controle. Em estudo realizado por CANER (2005), observou-se que o uso de revestimentos de proteína isolada do leite em diferentes concentrações diminuiu a perda de peso ao longo das quatro semanas de experimento.

A partir dos 21 dias de armazenamento, os ovos revestidos com PCL e sorbitol apresentaram menor perda de peso ($p < 0,05$) em relação aos demais tratamentos. Plastificantes que são menos higroscópios do que o glicerol (como o sorbitol) podem promover as propriedades de barreira de água nos filmes à base de proteínas (WAN, KIM e LEE, 2005). O sorbitol interage mais com a água e, conseqüentemente, pode formar complexos mais resistentes (GOMES e FERREIRA, 2015). A permeabilidade do oxigênio é menor quando o

plastificante utilizado é o sorbitol (MCHUGH e KROCHTA, 1994), o que possivelmente explica a menor perda de peso dos ovos ao longo do experimento.

4.2 Unidade Haugh

A UH decresceu ($p < 0,05$) ao longo do tempo de armazenamento dos ovos. Os resultados da análise de UH são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes na Unidade Haugh durante 42 dias.

Tratamento	Período de armazenamento (dias)							DP*
	0	7	14	21	28	35	42	
Controle	82,01 ^{Aa}	79,65 ^{Ba}	75,32 ^{Cb}	70,89 ^{Dc}	66,48 ^{Ec}	63,23 ^{Fc}	58,46 ^{Gd}	8,10
PCL + Glicerol	82,01 ^{Aa}	81,80 ^{Aa}	77,26 ^{Bb}	73,64 ^{Cb}	71,28 ^{Db}	68,63 ^{Eb}	66,58 ^{Fc}	5,80
PCL + Sorbitol	82,01 ^{Aa}	81,30 ^{Aa}	77,07 ^{Bb}	74,90 ^{Cb}	71,39 ^{Db}	69,57 ^{DEb}	68,79 ^{Eb}	5,19
PCL + Propilenoglicol	82,01 ^{Aa}	81,21 ^{Aa}	81,75 ^{Aa}	79,00 ^{Aa}	77,84 ^{Aa}	73,05 ^{Ba}	71,53 ^{Ba}	5,29

^{A-G} Médias na mesma linha com diferentes letras maiúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

^{a-d} Médias na mesma coluna com diferentes letras minúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

PCL = proteína concentrada do leite.

*Desvio Padrão

A UH do tratamento controle foi menor ($p < 0,05$) em comparação com os ovos revestidos com PCL a partir dos 21 dias de armazenamento. Após 14 dias e até o último dia de experimento, o tratamento com o plastificante propilenoglicol conferiu maior ($p < 0,05$) UH aos ovos em comparação aos outros plastificantes testados. Isto demonstra uma qualidade superior no revestimento produzido com este plastificante. Tais resultados divergem do estudo realizado por Sotornvit e Krochta (2005) que demonstraram que o propilenoglicol tem menores chances de interromper ligações entre cadeias proteicas e formar um revestimento eficiente. O propilenoglicol, dentre todos plastificantes, apresenta o menor peso molecular e isto auxilia na incorporação da proteína no momento de confecção dos filmes (SOTHORNVIT e KROCHTA, 2005). O estudo realizado por Wan, Kim e Lee (2005) mostrou que é necessário encontrar a melhor relação proteína:plastificante para que o propilenoglicol forme um revestimento eficiente. No 42º dia de experimento, o tratamento com glicerol foi o que obteve menor ($p < 0,05$) UH dentre os ovos revestidos.

4.3 Índice de gema

O índice de gema é uma medida de frescor dos ovos e é baseada na relação entre altura e largura da gema (YUCEER e CANER, 2014). No geral, o índice de gema diminuiu ($p < 0,05$) com o aumento o tempo de estocagem (Tabela 4). O índice de gema do tratamento controle foi menor ($p < 0,05$) a partir dos 14 dias de experimento em comparação com os ovos que receberam revestimento de PCL.

Tabela 4. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes no índice de gema durante 42 dias.

Tratamento	Período de armazenamento (dias)							DP*
	0	7	14	21	28	35	42	
Controle	0,485 ^{Aa}	0,445 ^{Bbc}	0,403 ^{Cc}	0,380 ^{Db}	0,364 ^{Ec}	0,356 ^{Fc}	0,331 ^{Gc}	0,05
PCL + Glicerol	0,485 ^{Aa}	0,458 ^{Bab}	0,429 ^{Cb}	0,407 ^{Da}	0,398 ^{Dab}	0,381 ^{Eb}	0,364 ^{Fab}	0,04
PCL + Sorbitol	0,485 ^{Aa}	0,472 ^{Ba}	0,449 ^{Ca}	0,408 ^{Da}	0,389 ^{Eb}	0,373 ^{Fb}	0,351 ^{Gbc}	0,04
PCL + Propilenoglicol	0,485 ^{Aa}	0,441 ^{BCc}	0,453 ^{Aba}	0,424 ^{BCa}	0,408 ^{CDa}	0,406 ^{CDa}	0,381 ^{Da}	0,04

^{A-F} Médias na mesma linha com diferentes letras maiúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

^{a-c} Médias na mesma coluna com diferentes letras minúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

PCL = proteína concentrada do leite.

*Desvio Padrão.

Os valores de índice de gema dos tratamentos glicerol, sorbitol e propilenoglicol reduziram em 0,121; 0,134 e 0,104 durante o período experimental. Ao final do experimento, os tratamentos com propilenoglicol e glicerol apresentaram índices de gema maiores ($p < 0,05$) em relação ao tratamento controle. De acordo com esses resultados, os revestimentos produzidos com propilenoglicol e glicerol têm efeitos potenciais conservantes nos valores de índice de gema durante o período de armazenamento dos ovos.

Os ovos que foram revestidos reduziram efetivamente a transferência de massa (perda de água e CO₂) do albúmen através da casca durante o armazenamento. Consequentemente, esse processo inibe a liquefação do albúmen e absorção de água pela gema, minimizando assim a redução da qualidade da gema. Resultados semelhantes quanto ao efeito protetor dos revestimentos na qualidade da gema foram observados no estudo de CANER e YUCEER (2015).

4.4 pH do albúmen

Ovos apresentam dióxido de carbono (CO₂) contido na região do albúmen. O dióxido de carbono evapora através dos poros presentes na casca dos ovos. O pH do albúmen é inicialmente cerca de 7,6 – 8. O aumento da idade do ovo e a perda de dióxido de carbono pela casca ocasionam uma alcalinização do meio, elevando o pH para cerca de 8,9 – 9,4 após 14 dias (SILVERSIDES, 2001). Assim, o pH do albúmen pode ser utilizado como parâmetro para indicar o frescor dos ovos.

Todos os revestimentos de PCL apresentaram efeito ($p < 0,05$) no controle do pH do albúmen após 35 dias de experimento (Tabela 5). Ao final do experimento, os revestimentos com glicerol e sorbitol foram mais eficazes ($p < 0,05$) na manutenção do pH, quando comparado ao tratamento propilenoglicol.

Tabela 5. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes no pH do albúmen durante 42 dias.

Tratamento	Período de armazenamento (dias)							DP*
	0	7	14	21	28	35	42	
Controle	8,04 ^{Ea}	8,34 ^{Da}	8,70 ^{Cb}	9,08 ^{Ba}	9,21 ^{Ba}	9,45 ^{Aa}	9,48 ^{Aa}	0,53
PCL + Glicerol	8,04 ^{Da}	8,18 ^{CDab}	8,44 ^{BCc}	8,58 ^{Bb}	8,67 ^{ABb}	8,69 ^{ABd}	8,91 ^{Ac}	0,36
PCL + Sorbitol	8,04 ^{Ca}	7,89 ^{Cb}	8,51 ^{Bc}	8,90 ^{Aa}	8,76 ^{Ab}	8,97 ^{Ac}	8,96 ^{Ac}	0,45
PCL + Propilenoglicol	8,04 ^{Ca}	7,74 ^{Db}	8,95 ^{Ba}	8,95 ^{Ba}	9,14 ^{Aba}	9,27 ^{Ab}	9,27 ^{Ab}	0,61

^{A-E}Médias na mesma linha com diferentes letras maiúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

^{a-d}Médias na mesma coluna com diferentes letras minúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

PCL = proteína concentrada do leite.

*Desvio Padrão.

De acordo com estes resultados, ovos que receberam o revestimento a base de PCL diminuiram a permeação de CO₂ através da casca. Resultado semelhante foi encontrando por CANER (2005), que estudou revestimentos a base de proteína isolada do leite em diferentes concentrações.

4.5 pH da gema

O pH da gema aumentou ($p < 0,05$) durante o período de armazenamento (Tabela 6), provavelmente pela incorporação de água na estrutura da gema (OLIVEIRA e OLIVEIRA

Oliveira, 2013). Ao final dos 42 dias, não houve influência do revestimento e dos plastificantes no pH da gema.

Tabela 6. Efeito do revestimento de proteína concentrada do leite e de diferentes plastificantes no pH da gema durante 42 dias.

Tratamento	Período de armazenamento (dias)							DP*
	0	7	14	21	28	35	42	
Controle	6,24 ^{Ca}	6,45 ^{Ba}	6,58 ^{Ba}	6,91 ^{Aa}	6,96 ^{Aa}	6,96 ^{Aa}	7,00 ^{Aa}	0,31
PCL + Glicerol	6,24 ^{Ba}	6,25 ^{Ba}	6,66 ^{Aa}	6,86 ^{Aab}	6,87 ^{Aa}	6,88 ^{Aa}	6,90 ^{Aa}	0,41
PCL + Sorbitol	6,24 ^{Da}	6,38 ^{CDa}	6,64 ^{ABCDa}	6,44 ^{BCDb}	6,92 ^{Aba}	6,87 ^{ABCa}	7,01 ^{Aa}	0,48
PCL + Propilenoglicol	6,24 ^{Ca}	6,54 ^{BCa}	6,61 ^{ABCa}	6,70 ^{ABab}	6,84 ^{ABa}	6,97 ^{ABa}	6,99 ^{Aa}	0,40

^{A-D}Médias na mesma linha com diferentes letras maiúsculas são significativamente diferentes ($p < 0.05$).

^{a-b}Médias na mesma coluna com diferentes letras minúsculas são significativamente diferentes ($p < 0.05$).

PCL = proteína concentrada do leite.

*Desvio Padrão.

O uso de revestimentos é uma tecnologia interessante para a manutenção da qualidade de alimentos. Como estudado neste trabalho, a mesma relação é válida para ovos. Os plastificantes são facilmente incorporados aos revestimentos e formam uma solução que pode ser prontamente utilizada pela indústria. Também é importante destacar que a aplicação de camadas de revestimento pode facilmente agregar valor aos ovos no momento da venda e ao consumidor. Assim, o uso de revestimentos é uma atitude viável para a indústria de ovos.

5. Conclusões

- Este estudo evidenciou a importância do uso de revestimentos comestíveis para manter a qualidade de ovos e, conseqüentemente, aumentar a vida de prateleira do produto.
- Os plastificantes sorbitol e propilenoglicol são alternativas para a substituição do glicerol em revestimentos para ovos.
- O uso de revestimento a base de PCL com diferentes plastificantes auxilia na manutenção da qualidade interna dos ovos.

6. Referências Bibliográficas

- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. 2017.
- ALI, |A.; MOHAMED, M. T. M.; SIDDIQUI, Y-. Control of anthracnose by chitosan through stimulation of defence-related enzymes in Eksotika II papaya (*Carica papaya L.*) fruit. **Journal of Biology and Life Science**, Las Vegas, v. 3, n. 1, 2012.
- ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Internal quality of eggs coated with whey protein concentrate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 276-280, 2004.
- ARVANITTOYANNIS, I. S. et al. Application of quality control methods for assessing wine authenticity: Use of multivariate analysis (chemometrics). **Trends in Food Science & Technology**, Northwich, v. 10, n. 10, p. 321-336, 1999.
- ASSIS, O. B. G.; DE BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 87, 2014.
- BHALE, S. et al. Chitosan coating improves shelf life of eggs. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 7, p. 2378-2383, 2003.
- BRASIL. Portaria nº 1, de 21 de fevereiro de 1990. Normas gerais de inspeção de ovos e derivados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 fev. 1990. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/LegislacaoFederal>. Acesso em: 10 de mai. 2018.
- CANER, C. Whey protein isolate coating and concentration effects on egg shelf life. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 85, n. 13, p. 2143-2148, 2005.
- CANER, C.; CANSIZ, Ö. Chitosan coating minimises eggshell breakage and improves egg quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 88, n. 1, p. 56-61, 2008.
- CANER, C.; YUCEER, M. Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. **Poultry Science**, Virginia, v. 94, n. 7, p. 1665-1677, 2015.
- CHO, J. M. et al. Effects of soy protein isolate coating on egg breakage and quality of eggs during storage. **Food Science and Biotechnology**, Seoul, v. 11, n. 4, p. 392-396, 2002.
- CHO, S. Y.; RHEE, C. Sorption characteristics of soy protein films and their relation to mechanical properties. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 35, n. 2, p. 151-157, 2002.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nation. **Production livestock primary statistics**, 2016.
- FRANCESCHI C. H. et al., Evaluation of the quality in conventional eggs stored in different temperatures. In: 2017 Poultry Science Association Annual Meeting, 2017, Orlando. **Anais...** Orlando: PSA, 2017.

- GARCIA, L. C. et al. Effect of Antimicrobial Starch Edible Coating on Shelf-Life of Fresh Strawberries. **Packaging Technology and Science**, Lansing, v. 25, n. 7, p. 413-425, 2012.
- GENNADIOS, A. Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. In: **Protein-based films and coatings**. CRC Press, 2002. p. 21-62.
- GOMES, A. F.; FERREIRA, M. C. M.; GOZZO, A. M. In Avaliação do efeito do sorbitol e do glicerol nas características físicas, térmicas e mecânicas de hidrogel de amido de milho reticulado com glutaraldeído. Congresso Brasileiro em Engenharia Química em Iniciação Científica.,Campinas, **Anais**..v. 1, n. 3, p. 1931-1936, 2015.
- GRUNERT K. G. Food quality and safety: consumer perception and demand. **European Review of Agricultural Economics**, Netherlands, v.32, p. 369-391, 2005.
- GUILBERT, S.; GONTARD, N.; CUQ, B. Technology and applications of edible protective films. **Packaging Technology and Science**, Lansing, v. 8, n. 6, p. 339-346, 1995.
- HAN, J. H. Edible films and coating: a review. In **Inovation in Food Packaging**. Academic Press, 2014, p. 213-239.
- HAUGH, R. R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v. 43, p. 552-555, 1937.
- KESLER, S. E.; SIMON, A. C. **Mineral resources, economics and the environment**. ed. 2 Cambridge University Press, 2015, p.446.
- KIM, S. H. et al. Effects of chitosan coating and storage position on quality and shelf life of eggs. **International Journal of Food Science & Technology**, Londres, v. 44, n. 7, p. 1351-1359, 2009.
- KIRUBAKARAN, A. et al., Effects of flaxseed, sardines, pearl millet, and holy basil leaves on production traits of layers and fatty acid composition of egg yolks. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, n. 1, p. 147-156, 2011.
- KROCHTA, J. M. Protein as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. In: GENNADIOS, A. editor. **Protein-based films and coatings**, Boca Raton, CRC press, 2002, p. 1-41.
- LANA, S. R. V. et al. Efeito da temperatura e período de armazenamento sobre a qualidade de ovos de poedeiras. **Archivos de Zootecnia**, Málaga, v. 67, n. 257, p. 93-98, 2017.
- MANTILLA, N. et al. Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). **LWT-Food Science and Technology**, Athens, v. 51, n. 1, p. 37-43, 2013.
- MAZZUCO, H. Ovo: alimento funcional, perfeito à saúde. **Revista Avicultura Industrial**, Itu, v. 2, p 12-16, 2008.

- MCHUGH, T. H.; KROCHTA, J. M. Sorbitol-vs glycerol-plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 4, p. 841-845, 1994.
- MOTALEBI, A. A.; SEYFZADEH, M. Effects of whey protein edible coating on bacterial, chemical and sensory characteristics of frozen common Kilka (*Clupeonellia delitula*). **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, Teerã, v. 11, n. 1, p. 132-144, 2012.
- NETO, R. T et al., **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Manual Técnico nº 6. Campinas, ITAL, p. 65-83, 1991.
- OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: UFLA, 2013. 223 p.
- OSÉS, J. et al. Development and characterization of composite edible films based on whey protein isolate and mesquite gum. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 92, n. 1, p. 56-62, 2009.
- OTONI, C. G. Recent advances on edible films based on fruits and vegetables – a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 16, p. 1151-1169, 2017.
- PARK, S.; ZHAO, Y. Development and characterization of edible films from cranberry pomace extracts. **Journal of Food Science**, Chicago, v.71, n.2, p. 95-101, 2006.
- RAMOS, O. L. et al. Evaluation of antimicrobial edible coatings from a whey protein isolate base to improve the shelf life of cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 11, p. 6282-6292, 2012.
- RODRIGUEZ-TURIENZO, L. COBOS, A.; DIAZ, O. Effects of edible coatings based on ultrasound-treated whey proteins in quality attributes of frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Berlim, v. 14, p. 92-98, 2012.
- 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**, Champaign, v. 14, n. 3, p. 548-553, 2005.
- SCOTT, T.A; SILVERSIDES, F. G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 12, p. 1725-1729, 2000.
- SGARBIERI, V. C. et al. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, Campinas, 2004.
- SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 1240-1245, 2001.
- SINGH, R.; CHENG, K. M.; SILVERSIDES F.G. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 2, p. 256-264, 2009.
- SONG, W. O.; KERVER, J. M. Nutritional contribution of eggs to American diets. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v.19, n.5, p. 556S-562S, 2000.

- SOTHORNVIT, R.; KROCHTA, J. M. Plasticizers effect on mechanical properties of : **Journal of Food Engineering**, Texas, 2001. p. 403-433.
- SOTHORNVIT, R.; KROCHTA, J. M. Plasticizers in edible films and coatings. In: **Innovations in food packaging**. 2005. p. 403-433.
- STADELMAN, W. J. The preservation of egg quality in shell eggs. In egg science and technology. **Stadelman. WJ and Cotteril. OJ Avi Publishing Com. Inc. Westport. Connecticut**, 1986.
- STADELMAN, W. J.; NEWKIRK, D.; NEWBY, L. **Egg science and technology**. 4th ed. New York: Routledge, 2017. 592 p.
- SURAI, P. F; SPARKS, N. H. C. Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 7-15, 2001.
- TUNICK, M. Whey protein production and utilization. **United States Department of Agriculture (USDA)**. 2008.
- USDA U.S. Department of Agriculture. 2000. **United States standards, grades and weigh classes for shell eggs**. Washington, D.C.
- WAN, V. C. H.; KIM, M. S. LEE, S. Y. Water vapor permeability and mechanical properties of soy protein isolate edible films composed of different plasticizer combinations. **Journal of food science**, Chicago, v. 70, n. 6, 2005.
- WANG, X. et al. Barrier and mechanical properties of carrot puree films. **Food Bioproduction Process**, London, v. 89, n. 2, p. 149-156, 2011.
- YUCEER, Muhammed; CANER, Cengiz. Antimicrobial lysozyme–chitosan coatings affect functional properties and shelf life of chicken eggs during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 94, n. 1, p. 153-162, 2014.