



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

MATHEUS CALIXTO SARAIVA

COBERTURA PARA OVOS À BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA E EXTRATO DE
ALHO (*Allium sativum* L.)

FORTALEZA
2024

MATHEUS CALIXTO SARAIVA

COBERTURA PARA OVOS À BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA E EXTRATO DE
ALHO (*Allium sativum L.*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Orientador: Profa. PhD. Elisabeth Mary Cunha da Silva

Coorientadora: Prof. Dra. Ana Paula Colares de Andrade

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S247c Saraiva, Matheus Calixto.
Cobertura para ovos à base de fécula de mandioca e extrato de alho (*Allium sativum* L.) / Matheus Calixto Saraiva. – 2024.
92 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2024.

Orientação: Profa. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva.

Coorientação: Profa. Dra. Ana Paula Colares de Andrade.

1. Fungos. 2. Estabilidade de alimentos. 3. Segurança dos alimentos. 4. Embalagens ativas. 5. Produtos de origem animal. I. Título.

CDD 664

MATHEUS CALIXTO SARAIVA

COBERTURA PARA OVOS À BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA E EXTRATO DE
ALHO (*Allium sativum L.*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. PhD. Elisabeth Mary Cunha da Silva (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Ana Paula Colares de Andrade (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rodrigo de Araújo Soares
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano (IFSertãoPE)

Profa. Dra. Virgínia Kelly Gonçalves Abreu
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

A Deus.

Aos meus pais, Socorro e Geraldo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Deus, pelo dom da vida e pela força para caminhar todos os dias em rumo aos meus sonhos, outrora e constantemente objetivados.

Aos meus pais, Geraldo e Socorro, e aos meus irmãos, Thiago, Felipe, Rafael e Lucas, por todo apoio, por todo amor, por toda a ajuda e a incentivar a nunca desistir dos meus sonhos.

À minha namorada Taís, que me apoiou nos momentos difíceis, sendo um pilar pra mim. Aturou meu estresse, me acalmou nas minhas angústias, compartilhou das minhas conquistas. Meu obrigado!

À Profa. PhD. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva, por toda orientação em minha formação acadêmica, pelos ensinamentos, pelos puxões de orelha, pela paciência e pela amizade.

À Profa. Dra. Ana Paula Colares de Andrade, pela ajuda, principalmente, na parte da microbiologia, com as análises, pela orientação e pelo suporte.

Ao Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas pelas valiosas dicas passadas para o melhoramento deste trabalho, pela confiança e ajuda na realização deste trabalho. Com certeza, este trabalho não seria possível sem a sua ajuda, de coração, muito obrigado!

Ao Prof. Dr. Rodrigo de Araújo Soares e à Profa. Dra. Virgínia Kelly Gonçalves Abreu pelas valiosas contribuições e sugestões em prol da melhoria deste trabalho.

À Dra. Raquel Colares e ao Dr. Fernando Portela, do Laboratório de Bioagentes Infecciosos, no Centro de Biomedicina da Universidade Federal do Ceará, Campus Porangabussu, pela ajuda com os passos iniciais desse trabalho, através da disponibilidade na realização da Concentração Inibitória Mínima (CIM). Vocês foram muito solícitos.

À equipe do Laboratório de Carnes e Pescado do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFC. À Silmara, pela ajuda com as quebras dos ovos e por não ter me deixado passar calor sozinho, kkkk. Aos técnicos Luiz Bitu e Janevane Castro, pela amizade, suporte e confiança em mim depositado. Vocês são incríveis.

Ao Dr. Adriano Mattos, da Embrapa Agroindústria Tropical, por ter disponibilizado o laboratório para realização das análises do revestimento e ter ajudado e me ensinado as análises.

À Maryana Frota, amiga que trago desde a graduação e me acompanhou também

durante o mestrado. Ouviu meus desabafos e me ajudou muito com o revestimento. Obrigado!

Ao Levi Pereira e à Profa. Dra. Larissa Morais, do laboratório de Microbiologia de Alimentos, por toda ajuda com as análises de detecção de bolores e leveduras.

À Ester, Rafael, Isaias e Luana, do grupo de Avicultura da Zootecnia, por toda ajuda, companheirismo e ensinamentos passados durante meu período no Aviário.

Às grandes amigas que levo na vida. Vocês foram um suporte na minha trajetória durante a pós-graduação. Mesmo que não tenhamos feito a pós juntos, mas vocês deixaram tudo mais leve. Muito obrigado Sabrina Ângela, Sádwa Fernandes, Andressa Barroso, Larissa Moreira, Monalisa Varela, Igor Albuquerque, Rayssa Pimentel, Gustavo Sodré, Lara Fonseca.

Gostaria de agradecer à Central Analítica-UFC/CT-INFRA/MCTI-SISANO/Pró-Equipamentos CAPES.

Aos amigos que me apoiaram e me ajudaram em diversos momentos: A todos que estiveram comigo, direta ou indiretamente, ajudando na construção desse sonho, o meu muito obrigado.

“[...] Se o caminho do seu sonho parece fácil demais, você está no caminho errado.”
(Monkey D. Luffy).

RESUMO

A qualidade dos ovos tende a diminuir após a postura, especialmente devido às trocas gasosas que ocorrem através da casca. Outro fator que afeta a qualidade dos ovos é a proliferação de microrganismos em sua superfície, como bolores. Revestimentos à base de fécula de mandioca e extrato de alho podem contribuir para o controle do crescimento microbiano e aumentar a vida de prateleira desse alimento. Nesse contexto, objetivou-se desenvolver revestimentos para ovos à base de fécula de mandioca, adicionados de extratos de alho (aquoso ou etanólico) e avaliar seus efeitos na qualidade físico-química e microbiológica de ovos brancos, durante o armazenamento à 28°C por 63 dias. Inicialmente foram obtidos extratos de alho através da homogeneização de bulbos de alho com diluentes (água destilada ou álcool etílico 70%), e determinadas as suas concentrações inibitórias mínimas. Os melhores resultados foram considerados para preparação dos revestimentos a serem testados. Na avaliação adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso com três tratamentos e que foram: OSR (ovo sem revestimento); OAA (ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho) e OEA (ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho). Ao longo do estudo, foram realizadas as seguintes análises: no revestimento (permeabilidade ao vapor de água), na casca do ovo (ângulo de contato, microscopia eletrônica de varredura, cor da casca), no ovo (perda de peso, porcentagem gema, albúmen e casca, pH da gema e clara, gravidade específica, índice de gema e unidade Haugh) e contagem de bolores. Quando comparados aos ovos controle, os revestimentos apresentaram características hidrofílicas e menor luminosidade. O revestimento à base de fécula de mandioca e extrato aquoso de alho apresentou melhor resultado para unidade Haugh e índice de gema, ao passo que o revestimento à base de fécula de mandioca e extrato etanólico de alho apresentou melhores resultados para os percentuais de casca, gema, albúmen e foi o que melhor inibiu o crescimento de bolores. Diante do exposto, constata-se que os revestimentos podem contribuir para a manutenção da qualidade de ovos brancos comerciais e para o aumento da vida de prateleira do produto, no entanto o uso do revestimento contendo fécula de mandioca e extrato etanólico de alho foi o mais eficiente no controle de bolores, principal problema em ovos comerciais.

Palavras-chave: Fungos; estabilidade de alimentos; segurança dos alimentos; embalagens ativas; produtos de origem animal.

ABSTRACT

Egg quality tends to decrease after laying, especially due to gas exchange that occurs through the shell. Another factor that affects the quality of eggs is the proliferation of microorganisms on their surface, such as mold. Cassava starch and garlic extract-based coatings can contribute to controlling microbial growth and increasing the shelf life of this food. In this context, the objective was to develop coatings for eggs based on cassava starch, added with garlic extracts (aqueous or ethanolic) and evaluate their effects on the physical-chemical and microbiological quality of white eggs, during storage at 28°C for 63 days. Initially, garlic extracts were obtained by homogenizing garlic bulbs with diluents (distilled water or 70% ethyl alcohol) and determining their minimum inhibitory concentrations. The best results were considered to prepare the coatings to be tested. In the evaluation, a completely randomized design was adopted with three treatments, which were: OSR (uncoated egg); OAA (egg coated with cassava starch, glycerol and aqueous garlic extract) and OEA (egg coated with cassava starch, glycerol and ethanolic garlic extract). Throughout the study, the following analyzes were carried out: on the coating (water vapor permeability), on the egg shell (contact angle, scanning electron microscopy, shell color), on the egg (weight loss, yolk percentage, albumen and shell, pH of the yolk and white, specific gravity, yolk index and Haugh unit) and mold count. When compared to control eggs, the coatings presented hydrophilic characteristics and lower luminosity. The coating based on cassava starch and aqueous extract of garlic presented better results for Haugh unit and yolk index, while the coating based on cassava starch and ethanolic extract of garlic presented better results for the percentages of peel, yolk, albumen and was the one that best inhibited the growth of mold. In view of the above, it appears that coatings can contribute to maintaining the quality of commercial white eggs and increasing the product's shelf life, however the use of coatings containing cassava starch and ethanolic garlic extract was the most efficient in controlling mold, the main problem in commercial eggs.

Keywords: Fungi; food stability; food safety; active packaging; animal products.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	— Estrutura do ovo de galinha	21
Figura 2	— Classificação dos ovos em relação ao peso	23
Figura 3	— Ovos contaminados por bolores	28
Figura 4	— Estrutura química da amilose (A) e da amilopectina (B)	35
Figura 5	— Transformação da aliina em alicina	38
Figura 6	— Extratos aquoso de alho (A) e etanólico de alho (B) em concentração de 20% (p/v)	42
Figura 7	— Determinação da concentração inibitória mínima dos extratos de alho sobre cepas de bolores	44
Figura 8	— Análise de ângulo de contato em casca de ovo	46
Figura 9	— Formação de filme de fécula de mandioca e extrato aquoso de alho em placa de petri	47
Figura 10	— Células de permeação contendo filme dos revestimentos analisados	47
Figura 11	— Processo de revestimento em ovos de casca branca por imersão	49
Figura 12	— Secagem dos ovos revestidos a temperatura ambiente (28°C)	49
Figura 13	— Armazenamento dos ovos em bandejas de polpa de celulose e dispostos em posições aleatórias	50
Figura 14	— Medição do peso do ovo na água para análise da gravidade específica	52
Figura 15	— Análise de cor em casca de ovos	53
Figura 16	— Imagens do ângulo de contato de diferentes soluções sobre a superfície da casca de ovo	58
Figura 17	— Análise de MEV em superfície de casca de ovo controle (A), ovo revestido com revestimento R1 (B) e ovo revestido com cobertura R2 (C) com magnificação de 20000x	61
Figura 18	— Micrografias indicando presença de trincas em casca de ovo controle (A), ovo revestido com revestido R1 (B) e ovo revestido com revestimento R2 (C) através da análise MEV com magnificação de 20000x	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Porcentagem de perda de peso de ovos em casca durante 63 dias de armazenamento a temperatura ambiente	64
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	— Valores de concentração inibitória mínima (CIM) para extratos aquoso (EAA) e etanólico de alho (EEA)	55
Tabela 2	— Valores de PVA de filmes elaborados a partir das soluções de cobertura	56
Tabela 3	— Valores médios formados entre o líquido analisado sobre a superfície de cascas de ovos revestido e não revestido	59
Tabela 4	— Coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) da casca de ovos revestidos e não revestido	63
Tabela 5	— Percentuais de gema, clara e casca em ovos de casca branca revestidos e não revestido armazenados por 63 dias a temperatura ambiente (28°C)	66
Tabela 6	— Parâmetros de qualidade para ovos revestidos e ovo controle durante armazenamento por 63 dias a temperatura ambiente (28°C)	69
Tabela 7	— Gravidade específica (g/cm^3) para ovos revestidos e ovo não revestido durante 63 dias de armazenamento a temperatura ambiente (28°C)	73
Tabela 8	— Valores de pH da gema e da clara de ovos revestidos e sem revestimento armazenados por 63 dias a temperatura ambiente (28°C)	74
Tabela 9	— Contagem de bolores (UFC/g) na superfície de casca de ovos com e sem revestimento durante 56 dias de armazenamento a temperatura ambiente (25°C)	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIM	Concentração inibitória mínima
EAA	Extrato aquoso de alho
EEA	Extrato etanólico de alho
OAA	Ovo revestido com fécula de mandioca e extrato aquoso de alho
OEA	Ovo revestido com fécula de mandioca e extrato etanólico de alho
OSR	Ovo sem revestimento
PVA	Permeabilidade ao vapor de água
UFC	Unidade formadora de colônia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo geral	18
2.2	Objetivos específicos	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	Ovos	19
3.2	Qualidade do ovo	23
3.2.1	<i>Qualidade externa</i>	24
3.2.2	<i>Qualidade interna</i>	25
3.3	Microbiologia do ovo	27
3.4	Revestimentos em ovos	30
3.4.1	<i>Matrizes biopoliméricas para elaboração de revestimentos</i>	32
3.4.1.1	Matérias-primas para produção de filmes	32
3.4.1.2	Filmes a base de polissacarídeos	33
3.4.1.3	Amido	34
3.5	Extratos vegetais com ação antimicrobiana	36
3.5.1	<i>Ação antimicrobiana do alho</i>	37
4	MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1	Material	41
4.2	Metodologia	41
4.2.1	<i>Elaboração dos extratos de alho</i>	41
4.2.2	<i>Perda de massa dos extratos</i>	42
4.2.3	<i>Concentração inibitória mínima (CIM)</i>	43
4.2.3.1	Ativação das cepas fúngicas	43
4.2.3.2	Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)	43
4.2.4	<i>Elaboração de revestimentos</i>	44
4.2.5	<i>Caracterização do revestimento</i>	45
4.2.5.1	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	45
4.2.5.2	Ângulo de contato	45
4.2.5.3	Permeabilidade ao vapor de água (PVA)	46
4.2.6	<i>Delineamento experimental</i>	48

4.2.7	<i>Qualidade dos ovos</i>	48
4.2.7.1	Obtenção e testes de qualidade	48
4.2.7.2	Porcentagem de perda de peso	50
4.2.7.3	Relação entre casca, gema e albumen	50
4.2.7.4	Unidade Haugh (UH)	51
4.2.7.5	Índice de gema (IG)	51
4.2.7.6	Determinação do pH da gema e da clara	51
4.2.7.7	Gravidade específica	52
4.2.7.8	Cor da casca	53
4.2.8	<i>Determinação de bolores</i>	53
4.3	Análise Estatística	54
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1	Concentração inibitória mínima (CIM)	55
5.2	Permeabilidade ao vapor de água (PVA)	56
5.3	Ângulo de contato	58
5.4	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	60
5.5	Análise de cor	62
5.6	Qualidade do ovo	63
5.6.1	<i>Perda de peso</i>	63
5.6.2	<i>Percentual da gema, da clara e da casca</i>	66
5.6.3	<i>Unidade Haugh e Índice de gema</i>	69
5.6.4	<i>Gravidade Específica</i>	72
5.6.5	<i>Potencial hidrogeniônico da gema e da clara</i>	74
5.7	Contagem de bolores	76
6	CONCLUSÃO	80
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICE A – APARÊNCIA DE OVOS REVESTIDOS E SEM REVESTIMENTO DURANTE ARMAZENAMENTO A TEMPERATURA AMBIENTE	94

1 INTRODUÇÃO

O ovo é um alimento de boas propriedades tecnológicas e alto valor nutricional, sendo um dos produtos de origem animal mais amplamente consumidos no mundo (Jin *et al.*, 2022; Soares *et al.*, 2021). A qualidade dos ovos pode ser determinada por características que interferem na sua aceitação, como aquelas relacionadas aos aspectos sensoriais, sanitários, tecnológicos, nutricionais e étnicos (Espíndola, 2018).

Após a postura, o ovo realiza trocas gasosas através dos poros presentes na casca, o que pode ocasionar alterações nas suas propriedades funcionais e redução da qualidade interna. Essas alterações sofrem influência das condições de armazenamento, de tal modo que quanto maior o tempo e a temperatura de estocagem, mais rápida será a perda da qualidade (Soares *et al.*, 2021). Outro fator que afeta a qualidade dos ovos é a proliferação de microrganismos na sua superfície. O crescimento de microrganismos na casca, tais como bactérias e bolores, influencia diretamente na segurança do alimento (Brooks; Taylor, 1955).

No Brasil é comum a comercialização do ovo em temperatura ambiente, o que pode favorecer o crescimento de bolores devido à alta umidade e temperatura na maior parte do país, ocasionando grandes perdas econômicas para as indústrias processadoras de ovos (Guerra *et al.*, 2012; Oliveira; Oliveira, 2013).

Com o intuito de minimizar estes problemas, o uso de revestimentos naturais sobre a superfície da casca dos ovos pode ser uma solução viável. Nos ovos é comum o uso de óleo mineral, que reduz a troca gasosa de dióxido de carbono, reduzindo a perda de peso e a degradação da qualidade do albúmen (Oliveira; Oliveira, 2013). Outros materiais vêm sendo utilizados para elaboração de revestimento em ovos, como os polissacarídeos e as proteínas (Villadiego *et al.*, 2005). Os revestimentos podem carrear diferentes aditivos, como os antimicrobianos.

Os extratos vegetais possuem potencial ação antimicrobiana, podendo ser utilizados juntamente aos revestimentos para proporcionar maior conservação aos alimentos. O alho (*Allium sativum*) possui efeito antimicrobiano devido a diversos componentes presentes em sua composição, tais como os compostos aromáticos, como a alicina, e os fenólicos os quais são os principais responsáveis por essa atividade antimicrobiana (Jiang *et al.*, 2022).

Sendo assim, a utilização de revestimentos adicionados de extratos de vegetais surge como uma alternativa para conservação de ovos, pois além de preservar o alimento, pode fornecer princípios ativos que aumentam a sua vida de prateleira.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de cobertura à base de fécula de mandioca adicionado de extrato de alho (*Allium sativum L.*) na qualidade de ovos brancos revestidos.

2.2 Objetivos Específicos

- Obter extratos aquoso e etanólico de alho;
- Determinar a Concentração Inibitória Mínima (CIM) de extrato aquoso e do extrato etanólico de alho sobre as cepas padrões dos bolores *Aspergillus flavus* (CCT 7638) e *Penicillium miczynskii* (CBMAI 1361);
- Desenvolver e caracterizar revestimentos a base de fécula de mandioca, adicionados de glicerol, de extrato aquoso de alho (EAA) ou extrato etanólico de alho (EEA);
- Aplicar os revestimentos em ovos de casca branca;
- Avaliar a qualidade dos revestimentos utilizados através de análise de ângulo de contato, microscopia eletrônica de varredura e permeabilidade ao vapor de água;
- Avaliar a qualidade de ovos revestidos armazenados em temperatura ambiente ($\approx 28^{\circ}\text{C}$) em relação à perda de peso; porcentagem de casca, albúmen e de gema; unidade Haugh; índice de gema; pH da clara e da gema; coloração da casca e gravidade específica, comparando-os com o ovo sem revestimento, nos intervalos de tempo de 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias;
- Avaliar o efeito da aplicação do revestimento contendo compostos antimicrobianos, sobre a contagem de bolores, comparando-os com o de ovos não revestidos e armazenados a temperatura ambiente (28°C) sob o intervalo de 0, 7, 14, 28, 42 e 56 dias.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Ovos

O ovo é um dos alimentos mais populares do mundo, não somente pelo seu valor comercial. É considerado um dos alimentos mais completos para a dieta humana, com larga quantidade de nutrientes, tais como vitaminas, minerais e proteínas de alto valor biológico (Liu *et al.*, 2022; Soares *et al.*, 2021). Devido a essas características, o ovo é amplamente consumido no mundo todo, tanto na forma *in natura*, como na forma de ovoprodutos (Soares *et al.*, 2021). Os ovos e os seus derivados possuem boas propriedades funcionais e tecnológicas, apresentando uma variedade de aplicações na indústria de alimentos (Koblitz, 2014). Dentre as propriedades desejadas para ovos, tem-se a formação de espuma, sendo as proteínas da clara as principais responsáveis por essa característica enquanto as da gema possuem alto poder emulsificante, características essas que tornam o ovo imprescindível na preparação de produtos de panificação e confeitaria (Seibel *et al.*, 2005).

Os ovos disponíveis para consumo são, tecnicamente, óvulos não fecundados de aves (Koblitz, 2014). De acordo com a Portaria SDA nº 612, de 06 de julho de 2022, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), são chamados “ovos” apenas aqueles provenientes de galinhas. Ovos de outras espécies devem ser denominados de acordo com sua origem, por exemplo, ovo de codorna (Brasil, 2022). Vale salientar que a principal diferença entre os ovos de diferentes aves se dá praticamente pelo tamanho, uma vez que a composição química é muito semelhante, fornecendo valores próximos de calorias por massa (50 a 190 cal/100g) (Koblitz, 2014). Os ovos considerados frescos são todos aqueles que não passaram por qualquer tratamento ou processo que visem sua conservação (Brasil, 2020).

Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o consumo *per capita* de ovos no Brasil foi de 257 unidades no ano de 2021, representando aumento de 2% em relação ao ano anterior. Em comparação a outros países como México, Japão, Paraguai e China, o consumo de ovos no Brasil é baixo, porém, está se aproximando do valor de consumo de ovos nos países citados, uma vez que, o consumo de ovos nesses países é superior a 300 unidades por ano (Brito *et al.*, 2021). Em 2020, a maior produção de ovos no Brasil esteve centrada nas regiões Sudeste e Sul, com São Paulo liderando a produção de ovos no país, produzindo 1,14 bilhão de dúzias, seguido do Paraná (360,64 milhões de dúzias) e Espírito Santo (359,80 milhões de dúzias). A produção de ovos no Ceará, no ano de 2021, foi de 56,1 milhões de dúzias, cerca de 9,4% maior em relação ao ano anterior (Brito *et al.*, 2021;

IBGE, 2021). Apesar da produção de ovos no estado do Ceará ainda ser baixa, o aumento em comparação ao ano anterior mostra uma tendência de crescimento na produção, necessitando um incentivo para esclarecer a população sobre os benefícios do consumo do ovo, melhorando o mercado (Maia *et al.*, 2021).

Os ovos comerciais são ordenados em dois grupos: ovos de casca branca ou de cor (Brasil, 2023). Essa diferença de cor é devido às diferentes linhagens de aves existentes. As diferentes tonalidades são determinadas pela concentração de pigmentos protoporfirinas e biliverdinas depositadas em sua superfície (Oliveira; Oliveira, 2013).

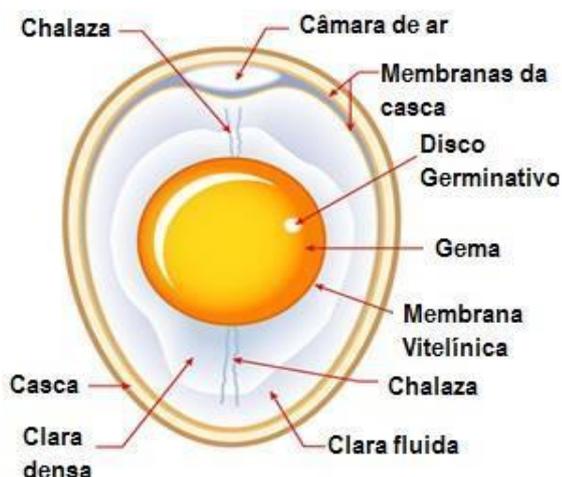
Há diversos estudos realizados no Brasil que verificaram que a maioria dos consumidores preferem consumir ovos de casca branca ao marrom (Maia *et al.*, 2021) e é possível observar essa tendência em todo o mundo, no qual a venda e consumo de ovos brancos representa mais de 70% do mercado mundial, sendo os 30% restantes representados por ovos de casca marrom ou esverdeada (Oliveira; Oliveira, 2013). Um dos critérios que mais influenciam na aceitação ou recusa de um produto, como o ovo, é a cor, porém, no ponto de vista nutricional, não há diferenças entre ovos brancos e vermelhos, ambos são igualmente ricos em proteínas, vitaminas e sais minerais (Araújo; Albino, 2011; Maia *et al.*, 2021).

O ovo é composto de quatro estruturas básicas, conforme apresentado na Figura 1: gema, clara ou albúmen, membranas e casca. A formação da estrutura da casca pela galinha dura em torno de duas semanas (Oliveira; Oliveira, 2013). Um ovo de galinha pesando em média 58 g é constituído por: 58% de albúmen: 32% de gema e a casca representa 10% do peso total (Magalhães, 2007). A proporção desses componentes pode sofrer alterações por influências genéticas, de alimentação ou climáticas. Quanto ao aspecto químico, o ovo é constituído aproximadamente de 75% de água, 12% de proteínas e 11% de lipídios (Oliveira; Oliveira, 2013).

A gema é uma dispersão de fosfoproteínas e lipoproteínas, contendo aproximadamente: 16% de proteínas, 30,6% lipídios, 51,1% de água, 1,7% de minerais e 0,6% carboidratos, sendo uma boa fonte de proteína para a dieta humana (Zhang *et al.*, 2022). A membrana vitelina envolve a gema e é formada por duas camadas: a membrana interna que se forma no ovário e a externa formada no oviduto. Após o período de ovulação uma camada lubrificante envolve a gema para que seja formado o albúmen (Oliveira; Oliveira, 2013). O valor mais expressivo de lipídios encontrados no ovo se concentra na gema, sendo rica em vitaminas lipossolúveis A, D, E e K e fosfolipídios, além de possuir lecitinas, que torna a gema do ovo um ótimo emulsificante. Os lipídios da gema são de alto valor químico e

funcional, uma vez que são de fácil dispersão em água (Magalhães, 2007; Oliveira; Oliveira, 2013).

Figura 1 - Estrutura do ovo de galinha



Fonte: Melo *et al.* (2015).

Diferentemente do albúmen, a composição da gema pode variar de acordo com o tipo de alimentação fornecida à galinha, podendo se obter ovos enriquecidos com ômega-3 ou com gemas de coloração diferenciada. A coloração amarelada da gema depende do teor de carotenoides presentes na dieta da poedeira. A utilização de pigmentos avermelhados, provenientes de fontes como páprica, pimenta ou tomate, pode tornar a coloração da gema mais alaranjada, pois muitos consumidores relacionam a cor da gema à saudabilidade e qualidade, mesmo que não haja relação de causa e efeito entre a cor da gema e os benefícios do seu consumo (Macari; Maiorka, 2017; Sünder *et al.*, 2022).

O albúmen ou clara é constituído por quatro camadas distintas que se diferenciam quanto à viscosidade e representa cerca de 60% do peso total do ovo (Oliveira; Oliveira, 2013). Embora possua traços de lipídios e carboidratos, a clara é constituída praticamente de água e proteínas, ao qual concentra mais da metade do conteúdo proteico do ovo. A quantidade média de água presente na clara varia entre 87 a 89 %, de acordo com a idade e a linhagem da poedeira, sendo maior no albúmen líquido do que no albúmen denso. O albúmen apresenta proteínas de alto valor biológico, além de ser considerado o único alimento que apresenta características tecnológicas, com propriedades de coagulação, formação de espuma, gelatinização e emulsificação (Oliveira; Oliveira, 2013; Pelegrine; Gasparetto, 2003). A clara do ovo é constituída por ovoalbumina (54%), ovotransferrina (12%), ovomucina (11%) e

lisozima (3,5%), além de traços de minerais e vitaminas (PU *et al.*, 2022). Na clara se encontram também as chalazas, proteínas que se apresentam como cordões esbranquiçados, com o objetivo de manter a gema centralizada após a postura do ovo (Oliveira; Oliveira, 2013).

O ovo possui duas membranas queratinosas, uma externa e uma interna, que se localizam entre a casca e o albúmen. As membranas da casca do ovo desempenham papel importante na manutenção da segurança e qualidade do ovo (Chen *et al.*, 2022). Ambas as membranas são formadas por fibras proteicas inter cruzadas, a primeira formada por seis fibras protéicas, e a segunda por somente três, que na extremidade mais larga do ovo, se separam para formar a câmara de ar, exercendo papel importante na respiração do embrião, permitindo as trocas gasosas com o ambiente, logo após a eclosão. Essas fibras proteicas possuem em sua composição aminoácidos, galactosamina, glucosamina, ácido siálico, glicose, manose e frutose. As membranas retêm o albúmen e previne a penetração bacteriana, devido à presença de lisozima e beta-N-acetil glucosaminidase (Nakano; Ikawa; Ozimek, 2003; Oliveira; Oliveira, 2013).

A casca é a parte externa do ovo, com função de proteger o embrião em desenvolvimento, servir como barreira à penetração de microrganismos e permitir a difusão dos gases respiratórios. Comercialmente, é o componente fundamental do ovo, servindo como embalagem natural, sendo importante para o transporte, armazenamento e posterior processamento dos ovos (Oliveira; Oliveira, 2013; Zeng *et al.*, 2022).

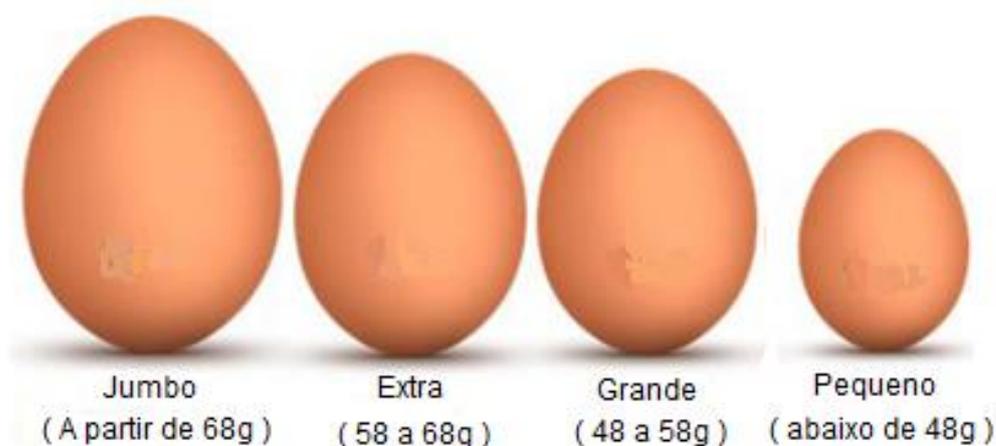
A casca do ovo é formada por dois materiais, uma matriz orgânica e uma substância formada por sais orgânicos. É composta principalmente de sais inorgânicos, representando 94% da matéria inorgânica total do ovo. O carbonato de cálcio representa cerca de 93% da composição da casca, além de carbonato de magnésio, fosfato de cálcio, matéria orgânica, proteínas e pigmentos. A casca deve ser forte o suficiente para suportar o peso do embrião e porosa para permitir as trocas gasosas (Brooks; Taylor, 1955; Oliveira; Oliveira, 2013). A casca possui pequenos poros que permitem a passagem do ar entre o meio externo e interno do ovo. A quantidade de poros encontrada na casca varia de 7000 a 17000 poros/ovo, com diâmetro entre 0,022 mm a 0,054 mm. A casca do ovo é a parte que tem o maior tempo de formação, permanecendo no interior da câmara calcígena em torno de 18 a 20 horas para completar a calcificação (Espíndola, 2018).

A classificação de ovos adota diferentes critérios de avaliação conforme as legislações vigentes de cada país, sendo importante atender esses requisitos para promover a

comercialização do produto. No Brasil, a classificação de ovos em relação ao peso (Figura 2) é normatizada pela Portaria nº747 do MAPA/2023 (Brasil, 2023):

- Ovos Tipo Jumbo - (peso mínimo de 68 g por unidade);
- Ovos Tipo Extra - (peso entre 58 g e 67,99 g por unidade);
- Ovos Tipo Grande - (peso entre 48 g e 57,99 g por unidade);
- Ovos Tipo Pequeno - (peso abaixo de 47,99 g por unidade).

Figura 2 - Classificação dos ovos em relação ao peso.



Fonte: Adaptado de Espíndola (2018).

A Portaria SDA nº 747, de 06 de fevereiro de 2023 do MAPA, também é utilizada para estabelecer parâmetros de classificação para os ovos, tais como a cor e classe de qualidade do ovo. Quanto à cor da casca, os ovos são classificados em: brancos e de cor. A cor é um dos principais parâmetros para a qualidade de um alimento, e que influencia na decisão de compra por parte dos consumidores (Gambetta *et al.*, 2011). Ovos que possuem a casca limpa e brilhante geralmente são desejáveis (Wang *et al.*, 2024) e a presença de manchas ou de substâncias que possam alterar a cor da casca do ovo pode causar rejeição desse alimento por parte da população.

Já em relação ao critério de qualidade, além do sabor e odor característicos, consideram-se também aspectos de casca, consistência da clara, dimensões da câmara de ar e características da gema, o que permite a classificação dos ovos em: Classe A e Classe B. Vale salientar que a cor da gema não é alvo de legislação (Brasil, 2017).

3.2 Qualidade do ovo

A qualidade do ovo pode ser entendida como o conjunto de características que influenciam a aceitação ou a rejeição desse alimento pelo consumidor, seja para uso doméstico ou como matéria-prima para uso industrial. A qualidade está atribuída a padrões relacionados aos aspectos internos, externos e sensoriais (odor, sabor e cor da casca) (Brasil *et al.*, 2019; Espíndola, 2018). A preocupação com a segurança dos alimentos, mais precisamente com a qualidade dos ovos vem ganhando a atenção por parte dos consumidores (Yao *et al.*, 2022). A qualidade externa e interna do ovo está relacionada a fatores genéticos e a fatores não genéticos, como os ambientais (temperatura de estocagem, umidade relativa e tempo de estocagem) (Malfatti *et al.*, 2021).

3.2.1 Qualidade externa

A qualidade externa do ovo está relacionada às características que envolvem a casca. Ovos trincados, com sujidades, casca fina, manchados, deformações, ovos quebrados no útero e ovos sem cascas são as principais causas que afetam a qualidade externa do ovo, que podem comprometer em até 10% a produção (Oliveira; Oliveira, 2013).

A qualidade da casca engloba sua integridade, estado de limpeza, textura e formato do ovo. A descoloração da casca também é um fator que pode causar rejeição no consumo do ovo, porém, esse defeito acontece somente em ovos de casca marrom, não sendo encontrado em ovos brancos (Oliveira; Oliveira, 2013). Ovos limpos e de texturas adequadas estão entre os preferidos do consumidor, visto que estes estão cada vez mais exigentes quanto à escolha do produto. As principais características que influenciam na hora da compra é a cor da casca e sua procedência, ou seja, se o ovo é caipira ou proveniente de granjas comerciais (Espíndola, 2018).

O estado de limpeza do ovo indica também questões de segurança em relação ao consumo desse alimento. As sujidades presentes no ovo podem ser oriundas de marcas de gaiola, sangue, fezes, resíduos de insetos e ácaros e bolores (Oliveira; Oliveira, 2013). Em estudo realizado por Vasconcelos (2018) foi possível notar que ovos com maiores sujidades na casca também estão relacionados com altos índices de bolores, o que causa prejuízos econômicos, pois é aconselhado o descarte de ovos contaminados com bolores.

Os ovos que possuem pequenos defeitos na casca, como trincados e sem ruptura da membrana, podem ser utilizados como matéria-prima industrial. Esse tipo de problema é o mais comum, sendo ocasionado pelo choque entre os ovos ou com uma superfície rígida. Ovos que apresentem casca trincada com vazamento do conteúdo interno podem ser causados

pela fragilidade da casca durante sua formação, ou por manuseio inadequado. Ovos nessa situação não devem ser consumidos, sendo descartados ou encaminhados a compostagem (Oliveira; Oliveira, 2013).

A qualidade da casca também é influenciada por fatores de estocagem, como tempo de armazenamento e umidade relativa. Alsobayel e Albadry (2011) verificaram que quanto maior o tempo de armazenamento, maior será o efeito adverso na casca, afetando sua espessura. A estocagem seja em temperatura ambiente ou sob refrigeração afeta o percentual de casca. Os ovos que possuem maior tempo de armazenamento apresentam uma maior porcentagem de casca quando comparados aos ovos recém-postos, devido à perda de peso que acontece durante a estocagem (Santos *et al.*, 2009).

A perda de peso ocorre, provavelmente, devido à redução da água presente no albúmen, através dos poros, pois sua proporção diminui linearmente em função do período de estocagem, sendo mais significativo em ovos mantidos em temperatura ambiente (Santos *et al.*, 2009). A perda de água e de CO₂ em ovo é algo natural e contínuo durante a estocagem, podendo ser acelerada ou retardada de acordo com as condições ambientais, como umidade relativa e temperatura (Soares *et al.*, 2021). Brooks e Taylor (1955) em seu trabalho alegaram que ovos mantidos em temperatura fixa (0 °C) têm sua taxa de perda de peso reduzida pela metade quando há aumento da umidade relativa da câmara de 80% para 90%. Ovos armazenados em temperaturas de refrigeração possuem menor perda de peso em comparação àqueles armazenados em temperatura ambiente (Santos *et al.*, 2009).

3.2.2 Qualidade Interna

A qualidade interna do ovo é dependente do conteúdo do ovo, ou seja, das qualidades da clara e da gema. As características internas de qualidade são determinadas por um conjunto de características que estão relacionadas ao pH do albúmen, altura da câmara de ar, altura da clara, unidade Haugh, índice de gema, cor da gema e manchas de sangue (Espíndola, 2018; Mollazade; Jörissen; Nüchter, 2021).

As características de qualidade interna do ovo são passíveis de alterações durante o seu desenvolvimento, assim como, condições de armazenamento também influenciam essas características, modificando suas propriedades físico-químicas e funcionais. Estas características qualitativas abrangem alterações na gema (ovos com duas gemas, manchas de sangue, manchas de carne, presença de vermes e ovos sem gema) e alterações da clara (liquefação da clara, clara manchada e bolhas de ar) (Oliveira; Oliveira, 2013). Dessa forma, o

armazenamento tem papel importante na conservação dos ovos, pois é nessa etapa que ocorrem as alterações de origem física, química e microbiológica (Seibel *et al.*, 2005).

Durante o período de armazenamento dos ovos, ocorre a perda de viscosidade do albúmen denso devido à liberação de água que estava ligada às proteínas. Essa perda de água é potencializada em condições de altas temperaturas e umidade no ambiente de estocagem. Parte da água liberada pode passar pela membrana vitelínica, chegando à gema causando também a redução de sua altura e qualidade (Oliveira; Oliveira, 2013). Se o ovo for armazenado por longos períodos, é necessário realizar um controle da umidade e temperatura do ambiente para se ter um domínio sobre a evaporação da água do ovo (Brooks; Taylor, 1955).

Existem vários métodos que permitem avaliar a qualidade interna do ovo. Esses métodos contribuem para a elaboração de diversas pesquisas científicas, e no controle de qualidade do produto nas indústrias processadoras, sendo importante conhecer os métodos de avaliação. De acordo com Soares *et al.* (2021) alguns parâmetros para a qualidade interna são: índice de gema e unidade Haugh (UH), pH da clara e da gema e a qualidade da espuma. Dentre esses, se destaca a UH, sendo um dos parâmetros mais utilizados para determinar a qualidade do albúmen (Espíndola, 2018).

Durante o armazenamento, ocorre a diminuição da elasticidade da membrana vitelina da gema, permitindo a migração da água para a clara, tendo como consequência uma diminuição da altura da gema (Li *et al.*, 2017). O índice de gema (IG) é a relação obtida entre a razão da altura (mm) pela largura (mm) da gema, indicando estado de frescor do ovo (Stadelman, 1995). A cor da gema também é um fator de qualidade avaliada no ovo, porém, não indica a idade do produto. Os ovos podem ter cor da gema variando entre amarelo claro a laranja escuro, tendo grande importância em programas de marketing de ovos na maioria dos países (Oliveira; Oliveira, 2013).

A unidade Haugh (UH) é um parâmetro que indica a qualidade do ovo utilizando uma equação que correlaciona a altura do albúmen com o peso do ovo (Narushin; Romanov; Griffin, 2021). A altura do albúmen é maior em ovos mais novos do que nos mais velhos, ou seja, em ovos coletados logo após a postura, a altura da clara será maior, conseqüentemente maior a UH, significando que melhor será a qualidade do ovo (Espíndola, 2018). A UH é considerada uma medida classificatória da qualidade de ovos destinados à comercialização em alguns países como os Estados Unidos. Os ovos são considerados de qualidade excelente (AA) quando apresentam valores de UH superiores a 72; ovos de qualidade alta (A), entre 60 e 72 UH; e ovos de qualidade inferior (B) para valores de UH inferiores a 60 (USDA, 2000).

Além da avaliação visual da clara, o pH também é utilizado como medida de qualidade, sendo influenciado pelas condições de armazenamento do produto, levando-se em conta as variáveis tempo e temperatura. Em ovos frescos, o valor de pH varia em torno de 7,7, podendo chegar a 9,5 quando estocado (Oliveira; Oliveira, 2013). O pH do ovo pode sofrer variações em temperaturas de refrigeração, sendo menor quando comparado aos ovos armazenados em temperatura ambiente, aproximadamente 25 °C. Valores baixos de pH alteram algumas propriedades do ovo, como a formação de espuma. Em valores de pH mais básico oferecem melhor batimento de clara, proporcionando mais espuma (Fang; Nakagawa, 2021; Brooks; Taylor, 1955). Além do pH, a propriedade de espuma do albúmen sofre influência de diversos fatores, incluindo tempo de estocagem, temperatura e concentração de proteínas no albúmen (Ding *et al.*, 2022).

3.3 Microbiologia do ovo

De forma geral, o ovo recém-posto pela galinha é considerado estéril. Entretanto, desde o primeiro dia de idade até a embalagem final, há inúmeras oportunidades e vias de chegada de microrganismos aos ovos, tanto diretamente em sua casca como indiretamente através da poedeira. Quando o ovo está pronto para ser posto, a primeira carga microbiana pode ser recebida na passagem pela cloaca. Posteriormente, outros fatores como fezes, poeira, sujidades nas gaiolas ou ninhos aumentam o grau de contaminação na casca (Oliveira; Oliveira, 2013).

A microbiota dos ovos é constituída por diversos microrganismos, como *Streptococcus spp.*, *Lactococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Clostridium spp.*, *Enterobacteriaceae spp.*, *Carnobacterium spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Psychrobacter*, *Staphylococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Campylobacter spp.* (Sharma *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2019). Outro microrganismo de grande importância nos ovos é a *Salmonella*, responsável por surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar em produtos onde há a utilização de ovos crus em sua formulação. Cerca de 44% de todos os casos de doenças transmitidas por alimentos na Europa em 2020 foram causados por diferentes cepas de *Salmonella*, sendo 15,4% relacionados a ovos (Mihalache *et al.*, 2022). Entretanto, a presença de bolores em ovos também representa um potencial problema para a comercialização, em razão da toxicidade aguda e potencial carcinogenicidade produzida pelas micotoxinas (Vasconcelos, 2018). Fraga *et al.*, (2010) constataram que a incidência de bolores é maior em ovos que

possuem microfissuras na casca, bem como naqueles que foram armazenados em embalagens abertas.

Os bolores são um dos principais microrganismos responsáveis pelas alterações físicas e químicas em ovos. Esses microrganismos, quando presentes (Figura 3), penetram no ovo através dos poros da casca, rompendo os mecanismos de defesa, causando modificação na estrutura interna e nas características organolépticas (Vasconcelos, 2018). Dessa forma, sua presença em ovos deve ser mínima ou ausente, uma vez que ovos contaminados com fungos podem apresentar casos de toxicidade aguda e potencial carcinogênico devido à micotoxinas produzidas (Vasconcelos, 2018).

Figura 3 - Ovos contaminados por bolores.



Fonte: Oliveira; Oliveira (2013).

A ocorrência do ataque fúngico em ovos ocorre principalmente pelo armazenamento inadequado em locais de pouca ventilação, tendo maior número de casos em épocas mais quentes e de alta umidade (Oliveira; Oliveira, 2013). Os principais bolores encontrados nos ovos são os dos gêneros *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Aspergillus* e *Alternaria*, estes responsáveis principalmente por alterações físicas e químicas, tornando os ovos impróprios para consumo (Vasconcelos, 2018). Além do momento da postura, os ovos também estão sujeitos a contaminação e crescimento de bolores no ambiente de manipulação e armazenamento (Andrade *et al.*, 2004), o que possivelmente pode ser reduzido com a utilização de um revestimento na casca.

Em granjas em que os ovos são estocados em ambiente úmido, as hifas de bolores podem se desenvolver na superfície das cascas dos ovos, provocando aumento dos poros e inclusive favorecendo a penetração de bactérias (Fraga *et al.*, 2010). Os bolores rompem os mecanismos de defesa do ovo, permitindo o seu crescimento na clara que resulta na completa geleificação de suas proteínas, mudanças de cor e ruptura da membrana da gema, além de causar mudanças na coloração da gema, surgimento de manchas e modificando a estrutura, o

que torna o produto impróprio para consumo, danificando também o seu valor nutricional (Vasconcelos, 2018). Os bolores também são apontados como microrganismos responsáveis pelas alterações físicas ou químicas observadas no ovo após a postura (Stringhini *et al.*, 2009).

Mesmo com abundantes fatores que levam a contaminação dos ovos, existem, em sua estrutura, diversos mecanismos de defesa para preservar sua inocuidade. Esses mecanismos, embora eficientes, podem ser afetados pelas condições de coleta, acondicionamento e estocagem dos ovos (Oliveira; Oliveira, 2013). O albúmen, devido a sua viscosidade e pH, dificulta a invasão de bactérias que ultrapassam a barreira da casca. Fatores químicos, como a presença de lisozima no albúmen destrói a parede celular de bactérias gram-positivas (Pereira *et al.*, 2021).

Apesar de o ovo possuir esses mecanismos de defesa, não impede que haja contaminação microbiológica. Como forma de aumentar a vida de prateleira do produto pelo controle do crescimento de bactérias e bolores, etapas de lavagem vêm sendo utilizadas na produção de ovos. A lavagem pode ser considerada uma etapa de descontaminação da casca do ovo, porém, há controvérsias, uma vez que a lavagem danifica a cutícula do ovo, uma defesa natural contra microrganismos, o que pode acarretar numa maior penetração de bactérias e bolores para o seu interior (Oliveira; Oliveira, 2013).

A eficiência da etapa de lavagem leva-se em conta fatores como temperatura da água e integridade da casca (Fraga *et al.*, 2010). A Secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA (Brasil, 2022) recomenda a lavagem de ovos em águas com temperatura entre 35 °C a 45 °C, ou sob temperatura superior à do ovo em 10 °C durante toda a etapa de lavagem. Em seu trabalho, Caudill *et al.* (2010) avaliaram os efeitos do uso da água fria na lavagem da casca de ovos. Foi possível observar que a lavagem dos ovos com água fria não alterou a concentração de microrganismos dentro da casca, porém, permitiu estabilidade por cerca de cinco semanas, retardando o crescimento de bactérias e bolores. O surgimento de bolores, associado à limpeza e integridade da casca, algumas vezes é atribuído às falhas na manipulação, seja na produção ou na comercialização (Fraga *et al.*, 2010).

O armazenamento resfriado é tido como um importante controle de qualidade de ovos, retardando as reações químicas e desenvolvimento microbiológico. Em países, como os Estados Unidos, é obrigatória a estocagem do ovo sob refrigeração, porém no Brasil essa condição é facultativa, sendo comum o armazenamento em temperatura ambiente, por ser mais prático e econômico. O aumento da temperatura facilita a perda de água e de CO₂, consequentemente, diminui a qualidade do ovo (Vasconcelos, 2018). Em estudo elaborado

por Figueiredo (2008) foi possível observar que ovos armazenados em temperatura ambiente tiveram mais resultados positivos para presença de bolores, em relação àqueles armazenados sob temperatura refrigerada, ambos no mesmo intervalo de 28 dias, reiterando que o armazenamento em condições mais quentes favorece a proliferação de bolores e bactérias.

Outra forma utilizada para prevenir o crescimento de microrganismos é a utilização de embalagens, porém, deve-se tomar cuidado, pois em ovos embalados com filmes plásticos, pode ocorrer a condensação de vapores sobre a casca, favorecendo o desenvolvimento de colônias fúngicas (Fraga *et al.*, 2010). Revestimentos utilizando fécula de mandioca (Rachtanapun *et al.*, 2022), proteínas isoladas do soro de leite (Soares *et al.*, 2021), fécula de inhame (Mota *et al.*, 2017), emulsão óleo-quitosana (Torriceo *et al.*, 2014) vem sendo estudados para melhorar a qualidade interna do ovo, bem como, prevenir o crescimento de microrganismos, através da adição de compostos antifúngicos e antibacterianos.

Métodos alternativos estão sendo estudados para aumentar a vida de prateleira do ovo, conservando suas propriedades internas por mais tempo e evitando o crescimento de microrganismos, tendo em vista que após a postura, a qualidade do albúmen se reduz, há perda de água e de CO₂, aumento da câmara de ar, alteração da viscosidade e aumento do pH ocasionando perda de peso do ovo. A utilização de filmes ou revestimentos biodegradáveis, que atuam como controladores de trocas gasosas, combinado com óleos essenciais estão sendo desenvolvidos em várias pesquisas (Espíndola, 2018; Migliorini *et al.*, 2019).

3.4 Revestimentos em ovos

Revestimento ou cobertura pode ser definido como uma camada fina e contínua aplicada diretamente em produtos alimentícios sejam esses de origem animal ou vegetal (Blancas-Benitez *et al.*, 2022). A correta utilização de um revestimento é uma alternativa que pode trazer diversos benefícios ao produto e ao consumidor, preservando a integridade do alimento e aumentando o tempo de prateleira. É usado com a função de proteger a superfície do alimento contra danos físicos e biológicos, uma vez que na maioria dos alimentos frescos, como os ovos, a contaminação microbiana ocorre predominantemente na superfície (Azeredo, 2012; Espíndola, 2018).

O revestimento em ovos se dá pela imersão dos ovos em uma solução filmogênica com o intuito de se formar uma película protetora que funcione como envasamento hermético, quando seco, prevenindo a transferência de oxigênio e isolando-os da contaminação do ambiente exterior, evitando assim sua degradação (Brasil *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2021).

Observa-se interesse em uso de revestimentos em consequência da crescente demanda da população em consumir alimentos de alta qualidade e com boa aparência.

A utilização de revestimento em ovos tem como principal objetivo prolongar o seu tempo de armazenamento, em consequência da redução de problemas de contaminação microbiana e diminuição das perdas de água e dióxido de carbono, estendendo a vida de prateleira sem a necessidade de refrigeração (Brasil *et al.*, 2019; Wolter; Pinto, 2021). Devido a maior vida útil, os ovos revestidos possuem a possibilidade de alcançar mercados mais distantes, favorecendo a importação e exportação de ovos (Brasil *et al.*, 2019).

A utilização de revestimentos em ovos é aconselhada após a etapa de lavagem da casca, pois essa etapa pode afetar a cutícula presente na casca do ovo, às vezes até mesmo removendo-a completamente (Pires *et al.*, 2020). Em estudo elaborado por Leleu *et al.* (2011) foi possível observar que diferentes concentrações de produtos químicos adicionados à água de lavagem da casca do ovo, alterava a superfície do alimento, permitindo maior penetração de microrganismos. O uso de revestimentos pode minimizar os efeitos da lavagem da casca, mantendo a qualidade interna do ovo por mais tempo durante o período de estocagem (Pires *et al.*, 2020).

Os revestimentos que possuem como base os polissacarídeos ou proteínas apresentam baixa permeabilidade ao oxigênio e dióxido de carbono, no entanto, possuem baixa barreira ao vapor de água. Já os revestimentos à base de lipídeos apresentam baixa permeabilidade ao vapor de água. Os revestimentos compostos são elaborados à base de proteínas ou polissacarídeos mais lipídeos, com a finalidade de suprir as falhas existentes nos outros tipos de revestimento (Villadiego *et al.*, 2005).

Existem algumas maneiras que os revestimentos podem ser aplicados em alimentos: por imersão, aspersão, atomização, leito fluidizado e *panning* (Rios *et al.*, 2022). Para ovos, os métodos mais utilizados são os três primeiros citados.

O método de imersão consiste em mergulhar os ovos em líquido por certo período de tempo, podendo variar de acordo com a metodologia escolhida, seguida de secagem em temperatura ambiente, com ventilação forçada ou não.

A aplicação por aspersão é feita por meio de borrifador de forma a dispor o fluido na superfície da casca dos ovos, seguida de posterior secagem, similar ao método anterior. Vale ressaltar que a secagem dos revestimentos não deve ser feita sob o sol, pois a incidência solar favorece a degradação da qualidade dos ovos (Oliveira; Oliveira, 2013).

A aplicação por atomização, também conhecida como *spray drying*, no qual há a transformação de fluídos e soluções em partículas sólidas a partir da secagem em ar quente.

Ou seja, diferente dos métodos anteriores, não é necessário posterior secagem, pois o revestimento é aplicado seco (Brasil *et al.*, 2019).

3.4.1 Matrizes biopoliméricas para elaboração de revestimentos

As matérias-primas utilizadas para elaboração de revestimentos podem ter origem animal ou vegetal, ou mesmo pode-se criar um revestimento com a combinação de ambas as matérias-primas (Assis; Britto, 2014). Os revestimentos podem ser elaborados a partir de matrizes como lipídeos, polissacarídeos, proteínas, bem como de uma mistura de duas ou mais matrizes diferentes (Pires *et al.*, 2020). O uso de diferentes materiais biopoliméricos pode proporcionar diferentes características aos filmes e coberturas aplicados em alimentos, por exemplo, permeabilidade ao vapor de água e gases, teor de solubilidade, etc. A finalidade para o uso do revestimento vai determinar a matéria-prima utilizada para sua elaboração (Miranda, 2015).

3.4.1.1. Matérias-primas para produção de filmes

As proteínas são frequentemente utilizadas como materiais para formação de filmes e revestimento, pois sua estrutura permite uma fácil modificação para alcançar as propriedades de filmes desejadas. Revestimento comestível à base de proteínas permite a troca gasosa do alimento revestido, sendo uma excelente barreira ao oxigênio, CO₂ em baixa umidade relativa (Pires *et al.*, 2020), tornando uma boa opção para manutenção da qualidade interna do ovo. A principal limitação no uso de proteínas para a produção de revestimentos está relacionada com a baixa resistência mecânica e a baixa permeabilidade ao vapor de água (Miranda, 2015).

Pires (2019) avaliou o efeito do revestimento a base de proteínas de arroz sobre a qualidade de ovos comerciais. Foi possível observar que os ovos revestidos tiveram menos perda de peso quando comparado com ovos sem revestimento, preservando a qualidade por cerca de quatro semanas. No trabalho de Soares *et al.* (2021), foi utilizado revestimento a base de proteína do soro isolado adicionado de montmorilonita de sódio e metabisulfito de sódio para revestir ovos, preservando as características de frescor dos ovos por oito semanas.

Os lipídeos têm sido usados como material de revestimento em ovos desde 1807, demonstrando eficiência em preservar a qualidade interna do ovo (Pires *et al.*, 2020). Os revestimentos que possuam lipídeos como matérias-primas são utilizadas na conservação de

alimentos, para melhorar a aparência, brilho e evitar problemas como a perda de água (Moraes, 2021). Esses revestimentos apresentam baixa permeabilidade ao vapor de água, característica bastante desejada para a preservação de ovos. Porém, eles possuem baixa resistência mecânica, são opacos e podem promover alterações organolépticas nos alimentos, seja em relação à cor ou sabor, resultante de processos oxidativos (Miranda, 2015). É possível encontrar diversas fontes de cobertura à base de óleos para ovos, que proporcione a conservação do alimento (Jirawatjunya, 2013; Ryu, No e Prinyawiwatkul 2011)

3.4.1.2 Filmes a base de polissacarídeos

Os polissacarídeos são macromoléculas formadas pela condensação e desidratação de monossacarídeos, atuando como reserva energética no citoplasma de células vegetais ou componente estrutural da parede celular dos organismos (Li *et al.*, 2023; Shi; Dan; Lü, 2023). Compreendem as biomoléculas mais abundantes no mundo. Certos carboidratos como o açúcar de mesa e o amido, por exemplo, são as principais fontes energéticas para base da dieta humana, sendo a oxidação dos carboidratos a principal via metabólica liberadora de energia (Miranda, 2015).

Uma das principais fontes de amido é a mandioca, tubérculo que cresce preferencialmente em regiões tropicais e subtropicais. Devido à sua característica de ser tolerante a climas secos, é uma planta de fácil adaptação sendo uma importante cultura para a segurança alimentar (Enesi *et al.*, 2022). A produção de mandioca no Brasil se concentra nas regiões Norte e Nordeste, sendo responsável por 36,1% e 25,1% da produção nacional, respectivamente (EMBRAPA, 2018). O amido proveniente da mandioca representa 80% do peso seco dessa raiz, podendo ser utilizado em diversas produções de alimentos e também em indústria têxtil (Enesi *et al.*, 2022; Oyom *et al.*, 2022). Um dos principais produtos obtidos da mandioca, a fécula, possui baixa temperatura de gelatinização (cerca de 70°C), devido a sua cadeia e cristalinidade, o que facilita o processo de cocção. Sua alta viscosidade é também apreciada para fabricação de produtos que requerem uma textura mais coesa (Díaz *et al.*, 2018; Souza; Silva; Druzian, 2012).

A fécula de mandioca é uma boa opção como matéria-prima para elaboração de revestimentos biodegradáveis. O amido é uma matéria-prima que existe em grande quantidade, com baixo custo e de fácil manuseio, apresentando-se como uma alternativa na preparação de revestimentos comestíveis (Miranda, 2015). Os revestimentos a base de amido produzem um gel translúcido com alto brilho, durável, não-tóxico, biodegradáveis, tende a

retrogradação e são baratos, melhorando o aspecto visual dos produtos (Espíndola, 2018). A produção de revestimento à base de fécula de mandioca baseia-se no princípio da gelatinização do amido, com excesso de água. A fécula geleificada que se obtém, quando resfriada, pode formar filme devido às suas propriedades de retrogradação (Vicentini; Cereda; Câmara, 1999).

Há vários estudos que avaliaram o uso de filmes a base de fécula de mandioca como revestimento comestível em diversos produtos alimentícios, como manteiga, chocolate, frutas e verduras, óleo, pães, biscoitos, produtos de carnes, iogurtes e queijos (Matheus *et al.*, 2022). Em trabalho realizado por Souza *et al.* (2021), foi avaliado a conservação de carne bovina *in natura* revestido com cobertura à base de fécula de mandioca e beterraba acrescido de óleo de copaíba. A adição de compostos funcionais no revestimento favoreceu a conservação do alimento. Foi possível observar nesse trabalho que peças de carne revestidas tiveram uma extensão da vida de prateleira e conservação de propriedades organolépticas quando comparadas com a carne não revestida.

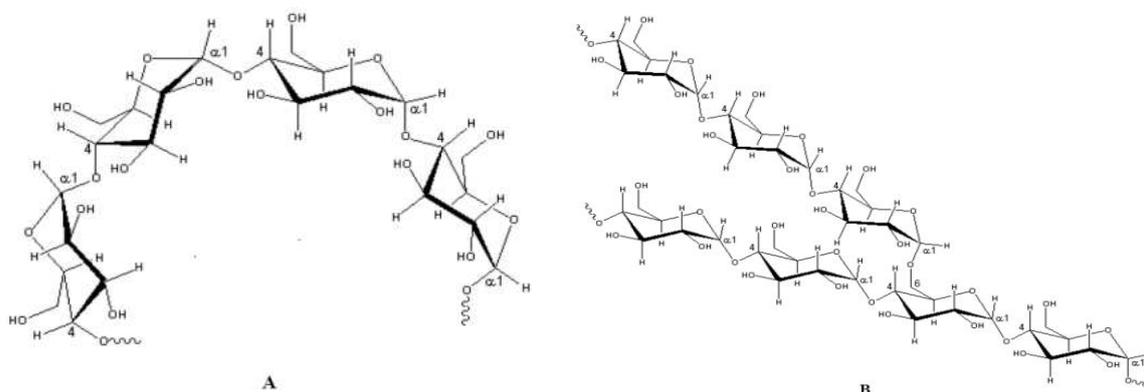
Rachtanapun *et al.* (2022) avaliaram a qualidade interna de ovos revestidos com uma mistura de fécula de mandioca, carboximetilcelulose e parafina em diferentes condições de estocagem. Os autores observaram que os ovos revestidos e armazenados a 4°C tiveram bons resultados da qualidade interna durante o período de estudo de quatro semanas. Os ovos mantidos sob refrigeração tiveram baixa perda de peso, baixa variação de unidade Haugh e não houve presença de microrganismos na casca. Já os ovos revestidos e armazenados em temperatura ambiente (30°C) tiveram uma maior perda de peso em relação ao ovo refrigerado, e também foi possível identificar presença de microrganismos na superfície. Lima *et al.* (2020) avaliaram a qualidade interna de ovos revestidos com cobertura de fécula de mandioca ou fécula de inhame e armazenados a 25 °C. O uso do revestimento nesses ovos reduziu a perda de peso e UH, mantendo seu frescor próximo ao de ovos frescos. Rodrigues *et al.* (2018) também revestiram ovos com cobertura à base de fécula de mandioca, encontrando uma maior conservação da qualidade interna desses ovos revestidos.

3.4.1.3 Amido

Amido é formado sumariamente por amilose e amilopectina (Figura 4). A amilose é um polímero glicosídico que representa cerca de 20% do peso do amido. A proporção relativa de amilose/amilopectina varia entre as diferentes fontes desse polissacarídeo. Além disso, diferentes condições de crescimento e desenvolvimento também afetam essa relação

(Lemos *et al.*, 2019). Os autores afirmam que a diferença entre as proporções de amilose e amilopectina presentes em amidos de diferentes plantas resultam em mudanças nas características físico-químicas e interações com outras moléculas, resultando diferenças na capacidade de intumescimento, solubilidade em água, propriedades microscópicas, textura e estabilidade de produtos à base de amido e nas propriedades de barreira e propriedades mecânicas de filmes a base de amido.

Figura 4 - Estrutura química da amilose (A) e da amilopectina (B)



Fonte: Denardin; Silva (2009).

O teor de amilose é um importante atributo de qualidade no amido e influencia diretamente em algumas propriedades que são usadas na indústria de alimentos como a gelatinização, a solubilidade e a textura (Lemos *et al.*, 2019). O conteúdo de amilose na fécula da mandioca pode variar de 0 a 30,3% (Zhu, 2015). Por sua vez, a amilopectina é o principal constituinte do amido, podendo por si só, formar o grânulo de amido (Denardin; Silva, 2009).

Ao entrar em contato com a água, os grânulos de amido incham devido a difusão e absorção de água nas regiões amorfas da molécula, porém, esse processo é reversível através da secagem. A utilização de água aquecida irá aumentar a absorção desta pelos grânulos de amido, levando ao seu rompimento, devido a desordenação das cadeias de amilopectina e amilose, dando-se a esse fenômeno o nome de gelatinização (Denardin; Silva, 2009; Zhu, 2015). Vale salientar que a gelatinização é um processo irreversível. A gelatinização aumenta a viscosidade do amido, sendo um importante fator para elaboração de filmes e revestimentos (Henrique; Cereda; Sarmiento, 2008). O poder de inchamento e solubilidade varia de acordo com a fonte de amido, logo, amidos de diferentes vegetais se comportam de formas distintas. (Denardin; Silva, 2009)

Quando o amido gelatinizado é resfriado, sofre o processo de retrogradação. Esse fenômeno ocorre quando o amido tende a voltar ao estado ordenado, transformando o estado

amorfo em estado cristalino novamente (Taguchi *et al.*, 2023). A amilose que ora foi exsudada dos grânulos inchados forma uma rede por meio da associação com cadeias que rodeiam os grânulos gelatinizados, tendo como consequência o aumento da viscosidade da pasta. A forte interação das cadeias promove a saída de água do sistema (Denardin; Silva, 2009).

As mudanças que ocorrem nos grânulos de amido durante a gelatinização e retrogradação são os principais determinantes do comportamento das pastas de amido. Essas propriedades têm sido medidas principalmente pelas mudanças de viscosidade durante o aquecimento e resfriamento de dispersões de amido usando equipamentos como viscoamilógrafo Brabender e mais recentemente o Rapid Visco Analyser, sendo importantes parâmetros para elaboração de revestimentos biodegradáveis a serem utilizados em alimentos (Henrique; Cereda; Sarmiento, 2008).

Nos últimos anos, o desenvolvimento de revestimentos funcionais para alimentos à base de amido tem se tornado bastante pesquisado, seja pela adição de substâncias antibacterianas, filmes com indicador de pH ou revestimentos resistentes à ultravioleta (Long, *et al.*, 2023).

3.5 Extratos vegetais com ação antimicrobiana

A utilização de diversos vegetais para auxiliar no tratamento de enfermidades data de milhares de anos, sendo esse conhecimento passado para as novas gerações de forma empírica (Brito; Silva, 2022). Os extratos de plantas possuem diversas características funcionais, como propriedades anticarcinogênica, anti-hipertensiva, antioxidante, além de poderem reduzir teor de colesterol, são utilizados em tratamentos contra diabetes, entre diversas outras utilidades (Khalid *et al.*, 2022; Tesfaye, 2021), porém uma propriedade interessante é sua ação antimicrobiana. No entanto, o uso de plantas com função medicinal deve ser avaliado de acordo com a segurança, eficácia e eficiência de seu uso (Khalid *et al.*, 2022).

As plantas possuem metabólitos secundários, como compostos fenólicos, alcaloides e terpenóides, que garantem a propriedade farmacológica desses vegetais (Ucella-Filho *et al.*, 2022). Os extratos de plantas vêm sendo utilizados no campo medicinal para tratamentos de doenças infecciosas quanto ao seu potencial antimicrobiano frente a microrganismos resistentes de importância médica (Michelin *et al.*, 2005). Se tratando da sua

utilização em alimentos, os extratos vegetais surgem como uma alternativa que pode contribuir para o aumento a vida de prateleira do produto.

As principais formas de utilização de plantas podem ser através de extratos etanólicos, extratos aquosos e óleos essenciais. O uso de extratos e óleos essenciais tornam-se viáveis visto que mantêm os compostos responsáveis pelas características funcionais dos vegetais. As plantas possuem diversos mecanismos que agem de diferentes maneiras sob os microrganismos, impedindo sua proliferação em um alimento. O *cranberry* ou oxicoco possui taninos que atuam sobre cepas de *Staphylococcus aureus*, rompendo a parede celular dessa bactéria (Gong *et al.*, 2021). Além de frutas, outros vegetais, como o coentro possuem potencial contra *Escherichia coli* (Brito; Silva, 2022). Há estudos que mostram que a canela e o gengibre são eficientes contra a proliferação de *Aspergillus niger* (Noshirvani *et al.*, 2017). Outros vegetais que possuem propriedades antimicrobianas, atuando tanto contra bactérias e bolores pertencem ao gênero *Allium*, como o alho, a cebola e a cebolinha (Demir *et al.*, 2022; Mobin *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022).

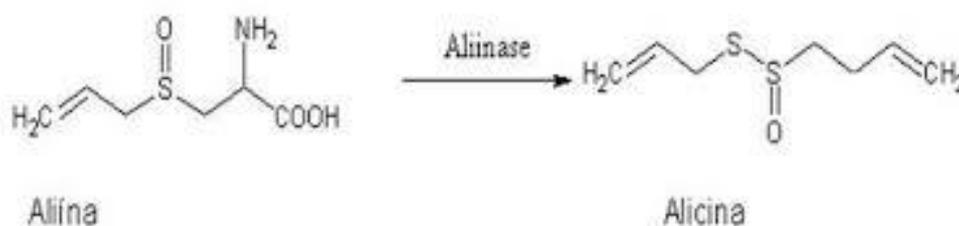
3.5.1 Ação antimicrobiana do alho

O alho (*Allium sativum L.*) é um dos condimentos culinários mais consumidos no mundo; cerca de 31 milhões de toneladas são produzidas em todo o planeta (Salim *et al.*, 2022). Este pertence ao gênero *Allium* e a família botânica *Liliaceae*, que soma mais de 700 espécies diferentes, incluindo a cebola, o alho-poró, e a cebolinha. É originário da Ásia Central e desde a antiguidade, é utilizado como alimento ou para fins terapêuticos, como no tratamento de infecções em seres humanos. Além de possuir sabor agradável, sendo utilizado em diversos pratos culinários, o alho também possui diversas outras funcionalidades biológicas, como efeito antioxidante, anti-inflamatória e protetora cardiovascular (Saraiva *et al.*, 2022). Os múltiplos efeitos farmacológicos do alho são atribuídos a diversos componentes presentes em sua composição, como os polissacarídeos, compostos sulfurados, compostos fenólicos, flavonoides e terpenos (Jiang, *et al.*, 2022). A maior parte dos fitoquímicos terapêuticos encontra-se nos bulbos, somando mais de 100 compostos biologicamente ativos, sendo os de maior destaque ajoeno, alicina e aliina (Ferreira *et al.*, 2021).

Com o avanço da resistência aos antimicrobianos, o estudo das plantas de uso medicinal tem sido cada vez mais aprofundado, visando à eficácia na prevenção de doenças infecciosas em seres humanos (Leite; Santos, 2021). Em relação ao seu efeito antimicrobiano, o principal composto presente no alho responsável por essa característica é a alicina, um

tioéster de ácido sulfúrico, que é gerado pela interação da enzima alinase com o substrato aliina (Figura 5) (Pinilla; Brandelli, 2016; Wang, *et al.*, 2022). É reportado que a alicina possui diversas atividades biológicas como atividade antibacteriana, antifúngica, antiviral e antiparasitário, bem como suas atividades funcionais, como redução de colesterol e triglicérides, afeta a formação de placas ateroscleróticas e agregação plaquetária, além de possuir propriedades anticancerígenas, anti-inflamatórias, antioxidantes, imunomoduladoras e diminui a pressão ocular (Pinilla; Noreña; Brandelli, 2017; Wang, *et al.*, 2022).

Figura 5 - Transformação da aliina em alicina.



Fonte: Machado *et al.* (2010).

Devido ao seu poder antimicrobiano, o alho tem sido estudado como potencial conservador de alimentos, evitando assim o crescimento de bactérias e fungos em alimentos crus ou processados, o que contribui para aumentar a vida útil do produto. Seu uso como conservante se dá principalmente na forma de óleo essencial, extratos ou encapsulados, sendo aplicado em conjunto com tecnologia de embalagens ativas, como filmes e revestimentos ou na forma de cápsulas (Piletti *et al.*, 2019; Salim *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2019). Pode-se utilizar o óleo essencial de alho de forma encapsulada ou desodorizado para minimizar os efeitos indesejáveis na percepção sensorial que o alho pode trazer ao alimento, como mau odor ou sabor (Nazari *et al.*, 2019). O alho evita o crescimento de microrganismos, prevenindo a ocorrência de patologias à saúde humana (Nascimento *et al.*, 2022).

Silva (2022) observou que o extrato de alho fresco diluído 128 vezes apresenta bons resultados na inibição contra algumas espécies de bactérias patogênicas, dentre elas a *E. coli* e o *Staphylococcus aureus*. A alicina quando produzida elimina e/ou inibe o desenvolvimento de bolores e bactérias presentes no meio em que foram formados, pois devido ao seu poder antioxidante provoca uma reação instantânea com os grupos livres de tiol, desativando as enzimas dos microrganismos. A alicina pode atuar contra bactérias gram positivas e gram negativas, tais como *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia*,

Salmonella, dentre outros, além de bolores como *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans* (Tesfaye, 2021).

Mouffok *et al.* (2023) avaliaram o potencial antibiótico de extrato de alho, encontrando efeito positivo contra o crescimento de 11 cepas de microrganismos, incluindo bactérias gram-positivas, gram-negativas e cepas fúngicas comumente encontradas em hospitais. A concentração inibitória mínima (CIM) e a concentração bactericida mínima (CBM) encontrada no trabalho de Mouffok *et al.* (2023) foram de 0,0125 $\mu\text{L/mL}$ e 0,025 $\mu\text{L/mL}$ respectivamente, para microrganismos como *C. albicans*, *L. monocytogenes*, *B. subtilis* e *E. coli*, indicando que o extrato de alho possui alto potencial antimicrobiano, necessitando de baixas concentrações para surgir efeito benéfico. Vale salientar que o alho, assim como o extrato derivado dele, podem ser utilizados tanto na indústria de alimentos quanto na indústria farmacêutica (Santos *et al.*, 2022).

Os compostos bioativos do alho podem ser encontrados em outras estruturas além do bulbo, como nas cascas. O extrato da casca de alho possui poder antioxidante e poder antimicrobiano. Em estudo realizado por Santos *et al.* (2022), foi comparado extratos aquosos e alcoólicos da casca de alho obtidos por diferentes métodos de extração. Os diferentes extratos obtidos tiveram alta concentração de compostos bioativos, possuindo correlação direta com o efeito bactericida contra *S. aureus* e *Lysteria monocytogenes*. Porém, faz-se necessário mais estudos sobre o extrato da casca de alho para avaliar o poder antimicrobiano contra outros microrganismos, além de verificar sua aplicação em alimentos.

Silva (2022) observou em ovos revestidos com óleo de coco e extrato oleoso de alho a manutenção da qualidade interna dos ovos; entretanto, não foi constatada ação contra *Salmonella*. O autor sugere que o maior número de *S. enteritidis* se dá pelas fissuras na casca aliado às condições de armazenamento, evidenciando que mesmo utilizando material com potencial antimicrobiano, a integridade da casca influencia na proliferação de microrganismos.

O extrato de alho pode ser utilizado como sanitizante em lavagem de ovos, devido ao seu baixo custo e fácil acesso de produção. Vicenzi *et al.* (2016), verificaram a eficiência do extrato alcoólico de alho sobre a contaminação de ovos. O extrato de alho obteve resultados semelhantes ao hipoclorito de sódio a 2%, sendo eficiente no controle da proliferação de microrganismos. Chen *et al.* (2018) avaliaram o efeito de extratos de alho (aquoso, etanólico e metanólico) com diferentes valores de pH sobre cepas patogênicas de microrganismos em plantas, verificando que os diferentes extratos obtiveram resultados positivos contra *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris*,

Fusarium proliferatum, *Alternaria brassicicola* e *Magnaporthe grisea*, porém o extrato aquoso obteve os melhores resultados em comparação aos extratos alcoólicos.

Fonseca *et al.* (2014) analisaram o método de remoção de extrato aquoso de *Allium sativum L.* onde os bulbilhos de alho *in natura* (descascados e cortados) foram imersos em 10 mL de solução fisiológica (Cloreto de Sódio 0,9%) durante vinte e quatro horas e posteriormente examinados quanto a sua capacidade de inibição antimicrobiana e antifúngica, evidenciando que o alho pode ser considerado uma alternativa para o tratamento de infecções causadas por bolores ou bactérias. Santos *et al.* (2010) relataram que extrato aquoso de alho macerado na concentração de 10% inibiu o crescimento do fungo *Aspergillus niger*. Kumar *et al.* (2018) avaliaram os efeitos do extrato de alho em pó, confirmando a capacidade inibitória antifúngica do extrato em pó, indicando que mesmo em outros estados físicos, o extrato de alho possui efeito positivo contra o crescimento de fungos. Com isso, as técnicas de obtenção do extrato do alho apresentam forte eficiência e veracidade para a aplicação em alimentos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Ovos brancos do tipo Extra foram obtidos do aviário do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. 270 ovos foram distribuídos aleatoriamente em três tratamentos: ovo sem adição de revestimento (OSR); com revestimento de fécula de mandioca (3% m/v), glicerol (0,15% m/v) e extrato aquoso de alho (OAA); com revestimento de fécula de mandioca (3% m/v), glicerol (0,15% m/v) e extrato etanólico de alho (OEA). O alho e a fécula de mandioca (Lopes®, Brasil) foram adquiridos em comércio local na cidade de Fortaleza - CE. O álcool etílico PA 95 % e o glicerol utilizados foram da marca Neon® (Brasil).

4.2 Metodologia

4.2.1 Elaboração dos extratos de alho

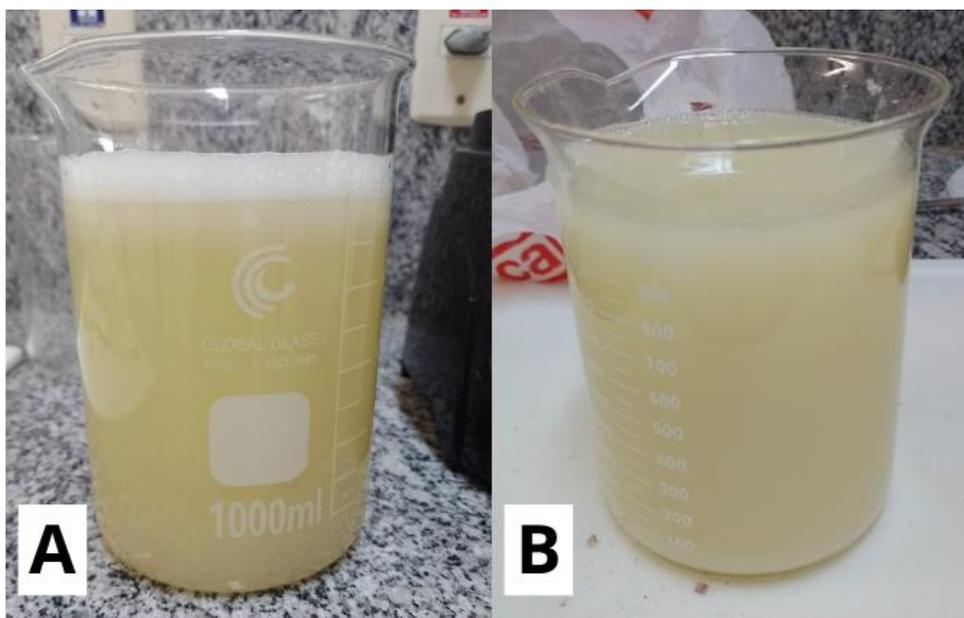
Para a obtenção do extrato aquoso de alho (EAA) foi utilizada metodologia descrita por Sadeghabadi *et al.* (2022) com adaptações. Duzentos gramas de bulbos de alho foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio (2%) por 10 minutos, sendo em seguida descascados, lavados com água corrente. Posteriormente foram homogeneizados com 1000 mL de água destilada, com auxílio de liquidificador doméstico, por cinco minutos, obtendo-se um extrato aquoso na concentração de 20% (p/v).

O extrato foi inicialmente filtrado em peneira de plástico para retirada de partículas maiores. Em seguida, foi filtrado em peneira contendo algodão estéril e por fim, em funil contendo papel filtro da marca Quanty, JP42, com poros de 0,22 µm de diâmetro, sendo acondicionado em garrafas âmbar e mantido a 7 °C até o momento de realização dos testes. A partir do extrato com 20% de concentração, foram feitas diluições a fim de se obter concentrações de 10%, 5%, 2,50%, 1,25%, 0,62%, 0,31%, 0,16%, 0,08% (p/v).

O extrato etanólico de alho (EEA) foi obtido através de metodologia semelhante à utilizada para obtenção do EAA, com adaptações. Os bulbos de alho foram triturados com álcool etílico PA 95° (Cequímica, Brasil) padronizado para 70 °INPM, em substituição à água destilada. O alho foi homogeneizado em liquidificador doméstico, pelo mesmo período de tempo. Foram obtidos extratos com mesmas concentrações obtidas na produção do EAA.

Após o preparo, o extrato etanólico foi armazenado em garrafa âmbar e mantido a temperatura de 7 °C até o momento de utilização. A Figura 6 apresenta os extratos de alho após a filtragem.

Figura 6 – Extratos aquoso de alho (A) e etanólico de alho (B) em concentração de 20% (p/v)



Fonte: Autor (2024).

4.2.2 Perda de massa dos extratos

Foi realizada a análise de perda de massa dos extratos, como forma de estimar a volatilidade do líquido. Foram medidos 10 mL de cada extrato e transferidos para um recipiente, sendo em seguida levados para uma balança analítica. Por um minuto verificou-se a variação de peso do extrato. A perda de massa dos extratos foi determinada com a utilização da Equação 1:

$$PM = \Delta M / t \quad (1)$$

Onde: PM é a perda de massa dos extratos, ΔM é a variação de massa de extrato em gramas e t o tempo em segundos.

4.2.3 Concentração inibitória mínima (CIM)

4.2.3.1 Ativação das cepas fúngicas

As cepas de bolor *Aspergillus flavus* (CCT 7638) e *Penicillium miczynskii* (CBMAI 1361) utilizadas para a realização do teste foram adquiridas, respectivamente, da Coleção da Embrapa Agroindústria Tropical e da Coleção Brasileira de Micro-organismos de Ambiente e Indústria (CPQBA/UNICAMP). Para a manutenção da viabilidade das cepas, um leve toque na cabeça conidial dos bolores foi feita com o auxílio de palitos de madeira estéreis (121 °C/ 20 minutos), e depois foram transferidos para placas de Petri contendo Malt Extract Agar estéril (MA – 20 g de extrato de malte, 20 g de ágar e 1 L de água destilada), conforme Soares *et al.* (2018). As placas foram incubadas por 5 dias a 25°C, seguida de armazenamento refrigerado (-10 °C).

A padronização dos inóculos foi feita a partir de placas crescidas com bolores, as quais foram cobertas com 10 mL de água destilada contendo duas gotas de tween 80. Com o auxílio de uma pinça, os esporos foram suspensos na solução, que foi filtrada em gaze estéril e recolhida em béquer. Para a obtenção da concentração de esporos necessária, 1 mL do filtrado foi diluído em tubo com 9 mL de água destilada estéril, seguida de homogeneização. Uma alíquota de 10 µL desta suspensão de esporos foi colocada em câmara de Neubauer até seu completo preenchimento, sendo levada em seguida para contagem em microscópio ótico com aumento de até 400 vezes. Diluições sucessivas foram feitas até alcançar a concentração padrão de 10^6 esporos.mL⁻¹ de solução.

4.2.3.2 Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)

O potencial antifúngico *in vitro* dos extratos aquoso e etanólico de *Allium sativum* foram determinados sobre as cepas fúngicas de *Penicillium miczynskii* (CBMAI 1361) e *Aspergillus flavus* (CCT 7638). As análises foram realizadas no Laboratório de Bioagentes Infecciosos, no Centro de Biomedicina da Universidade Federal do Ceará, Campus Porangabussu.

A CIM foi determinada através do método de microdiluição em caldo utilizando microplacas de 96 poços com volume de 200 µL (Microtest™-Becton Dickinson and Co.) conforme descrito por Dias (2020), com adaptações (Figura 7). As concentrações dos extratos, 10%, 5%, 2,50%, 1,25%, 0,62%, 0,31%, 0,16%, 0,08% (p/v), foram obtidas através de

diluições em água destilada estéril e caldo Saboraud Dextrose contendo o inóculo (10^6 UFC/mL) previamente preparado, considerando o volume final de 200 μ L em cada poço. Foram realizados controles para verificar a viabilidade dos microrganismos em estudo (controle positivo) e a inocuidade das soluções testadas (controle negativo).

Figura 7 - Determinação da concentração inibitória mínima dos extratos de alho sobre cepas de bolores



Fonte: Autor (2024).

Após a inoculação do meio nas placas, foram realizadas as leituras da densidade óptica a 630 nm no tempo inicial (T0) e após 48 horas de incubação (T48) a 35°C, utilizando o leitor de absorvância (ELx 808, BioTek instruments). Os resultados foram obtidos pela diferença das leituras de absorvância ($T48-T0 \leq 0,05$), sendo considerada a CIM, a menor concentração dos extratos de *Allium sativum* que inibiram o crescimento dos microrganismos.

4.2.4 Elaboração de revestimentos

Foram elaborados dois revestimentos: R1- fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; R2- fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho.

A metodologia de elaboração dos revestimentos seguiu a metodologia de Espíndola (2018) com adaptações. Inicialmente a fécula foi pesada em quantidade suficiente para atingir uma concentração de 3% em relação ao volume de água utilizado. A quantidade de glicerol adicionada foi a necessária para atingir a concentração de 0,15% em relação a quantidade de água usada. Esses ingredientes foram dissolvidos em água destilada (25°C) até completa homogeneização da solução. Em seguida, as suspensões foram aquecidas até 70°C, com o intuito de favorecer a geleificação do amido, sendo em seguida resfriada a temperatura

de 25°C. O extrato de alho foi incorporado ao revestimento após o resfriamento, seguindo a concentração com melhor desempenho, determinada pelo teste CIM.

4.2.5 Caracterização do revestimento

4.2.5.1 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A análise MEV foi realizada na Central Analítica, do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, para verificar se o revestimento aderiu corretamente em toda a superfície da casca do ovo, bem como, visualizar a estrutura do revestimento. As cascas dos ovos revestidos foram mantidas em temperatura ambiente, após a quebra (aproximadamente 28°C) por 72 h, com o objetivo de eliminar qualquer resíduo de água e/ou substâncias voláteis adsorvidas no material. A metodologia aplicada foi adaptada de Rodrigues e Ávila (2017). As imagens foram obtidas aplicando-se um potencial de 10 kV em filamento de tungstênio, com uso do equipamento Inspect S20, FEI (EUA), sendo as cascas suportadas em fita de carbono, as quais foram fixadas em um porta-amostra de cobre.

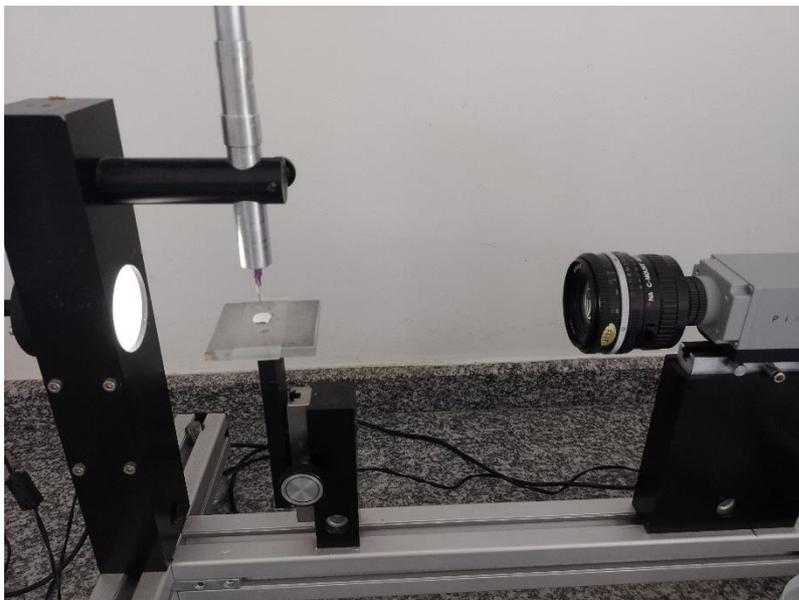
4.2.5.2 Ângulo de contato

A análise de ângulo de contato foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Biomassa, da Embrapa Agroindústria Tropical. O ângulo de contato foi determinado através de análise do formato de gotículas, utilizando um medidor óptico GBX Instrumentation Scientific, França, de acordo com metodologia utilizada por Pan *et al.* (2023) com modificações. Inicialmente, os ovos tiveram seu conteúdo interno descartado e a parte interna das cascas foi lavada em água corrente, seca à temperatura ambiente (aproximadamente 28°C). Em seguida foram cortadas em pedaços mais planos possíveis de 1 cm², com o auxílio de uma tesoura. As cascas foram separadas em cinco tratamentos, sendo utilizados três substâncias para verificar o grau de afinidade com a casca (água destilada, revestimento com extrato aquoso de alho, revestimento com extrato alcóolico de alho).

Uma seringa de precisão foi utilizada para aplicar gotas de água ou dos revestimentos sobre a superfície da casca do ovo (Figura 8). As imagens do ângulo de contato foram capturadas por uma câmera, e editadas no programa VisioDrop, no qual foi possível identificar o ângulo de contato (θ) formado, através da análise da imagem. Os ângulos dos lados direito e esquerdo da imagem da gota formada com as diferentes soluções foram

calculados e automaticamente, estabelecido o valor médio, o qual foi denominado ângulo de contato de equilíbrio, após alcançar um valor constante, por, pelo menos dois minutos (Iost, 2010).

Figura 8 - Análise de ângulo de contato em casca de ovo



Fonte: Autor (2024).

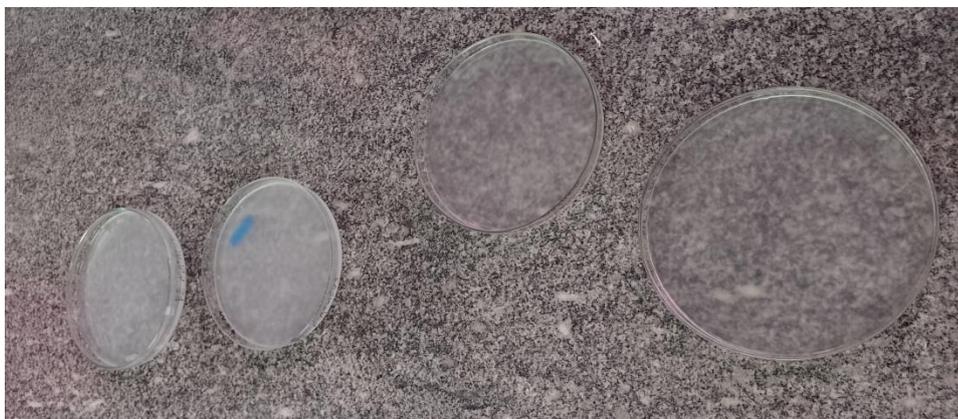
Como padrão, utilizou-se a casca do ovo sem revestimento e como líquido gotejado, a água destilada. Analisou-se também o ângulo de contato do revestimento R1 na casca sem revestimento, assim como o revestimento R2. Já as cascas revestidas, foram analisadas sua interação com a água destilada.

4.2.5.3 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

A permeabilidade ao vapor de água dos revestimentos foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Biomassa, da Embrapa Agroindústria Tropical, sendo determinada seguindo metodologia descrita pela *American Society for Testing and Materials* - ASTM E96-00 (ASTM, 2000), com adaptações.

Para a realização dessa análise, os revestimentos R1 e R2 passaram por etapa de retirada de ar através de sonificação, utilizando equipamento de banho-maria com ultrassom acoplado a bomba de vácuo. Após essa etapa, os revestimentos foram transferidos para placa de Petri contendo filme de acetato e postos para secagem em estufa a 60°C por 24 horas, para a formação de filme (Figura 9).

Figura 9 – Formação de filme de fécula de mandioca e extrato aquoso de alho em placa de Petri.



Fonte: Autor (2024).

Após o período de secagem, os filmes foram cortados em discos de 49 mm de diâmetro e 0,3 mm de espessura. Os filmes foram alocados em células acrílicas para análise da PVA. Foi analisada a PVA nos filmes obtidas a partir do revestimento R1 (fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho) e do revestimento R2 (fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho).

Os filmes em formato de disco foram selados no topo das células, as quais foram pesadas em balança analítica e alocadas em dessecador vertical com circulação de ar, contendo sílica gel (0 % UR) previamente secas a 105 °C por 24 horas. Cinco células acrílicas circulares contendo discos de filme de cada tratamento (área exposta $\approx 15.2 \text{ cm}^2$) e água destilada (2 mL) foram colocadas em dessecador com umidade relativa em torno de 40% (Figura 10). Os valores de PVA ($\text{g}\cdot\text{mm} / \text{kPa}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^2$) foram calculados utilizando a Equação 2:

Figura 10 - Células de permeação contendo filmes dos revestimentos analisados.



Fonte: Autor (2024).

$$PVA = G \times e / S \times t \times A \quad (2)$$

onde G é a massa obtida (g); e é a espessura do filme (mm); S é pressão de vapor saturado a 25 °C (kPa); t é hora (h); e A é a área exposta de cada amostra (m²).

4.2.6 Delineamento experimental

Após a avaliação dos extratos, foram definidos os percentuais de fécula de mandioca e de glicerol para elaboração do revestimento. O delineamento utilizado para análise de permeabilidade ao vapor de água foi delineamento ao acaso. Para as variáveis de qualidade dos ovos, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 10, sendo 3 tratamentos e 10 tempos de análise, com 3 repetições de cada tratamento.

4.2.7 Qualidade dos ovos

4.2.7.1 Obtenção e testes de qualidade de ovos

Os ovos foram obtidos de galinhas do Aviário do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. As galinhas possuíam 34 semanas de idade no momento da coleta dos ovos. Foram selecionados 270 ovos, divididos em 3 grupos (OSR, OAA e OEA). Os ovos foram escolhidos por não apresentarem trincas e fissuras, sendo analisado pela ovoscopia, e foram selecionados em relação ao peso, sendo classificados como Extra (Brasil, 2023).

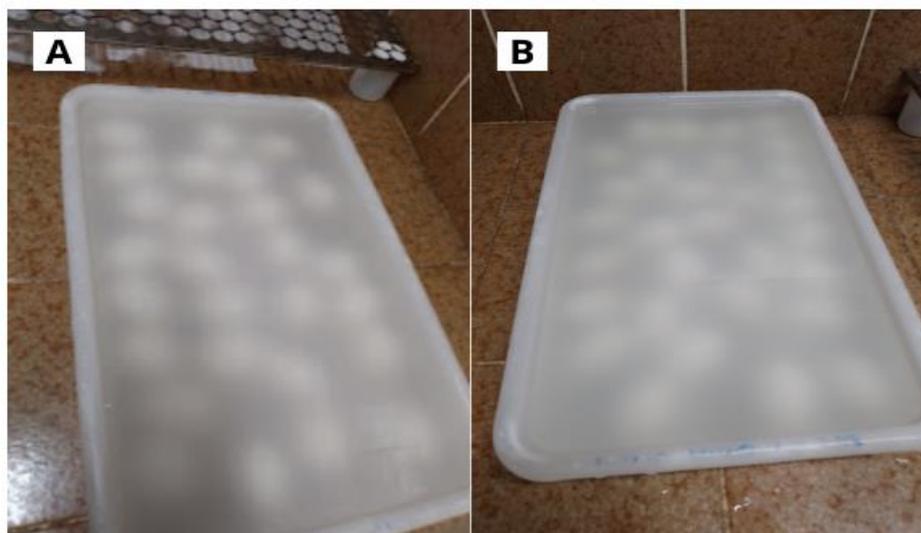
Os ovos utilizados neste trabalho foram armazenados em local com temperatura média de 28,35 ± 1,05 °C, e umidade relativa média de 73 ± 0,05%, durante os 63 dias (~10 semanas) de estudo.

Para as análises físico-químicas foram utilizados 270 ovos, sendo nove ovos para cada tempo de estocagem (1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63) distribuído entre três tratamentos; OSR – ovo controle (sem revestimento), OAA – ovo revestido com revestimento R1 e, OEA – ovo revestido com revestimento R2.

Para revestir os ovos, estes foram imersos por um minuto na solução de revestimento (Figura 11). Em seguida, foram colocados sob uma tela de alumínio (Figura 12)

para a secagem em temperatura ambiente (28°C). Depois de secos, foram armazenados em bandejas de polpa de celulose, separadas aleatoriamente, e retirados de acordo com o dia de análise físico-química.

Figura 11 - Processo de revestimento em ovos de casca branca por imersão.



A: Ovos imersos em solução de cobertura de fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; B: Ovos imersos em solução de cobertura de fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho.

Fonte: Autor (2024).

Figura 12 – Secagem dos ovos revestidos a temperatura ambiente (28°C).



Fonte: Autor (2024).

Após a pesagem, os ovos foram estocados em bandejas de polpa de celulose (Figura 13) e a temperatura ambiente tendo em vista ser a maneira mais comumente utilizada de conservação nas cidades brasileiras (Pereira; Carvalho; Prado, 2002).

Figura 13 – Armazenamento dos ovos em bandejas de polpa de celulose e dispostos em posições aleatórias.



Fonte: Autor (2024).

4.2.7.2 Porcentagem de perda de peso

Os ovos foram pesados individualmente no tempo 0 (zero) e após cada dia de análise para verificar a perda de peso decorrente das trocas gasosas e perda de água do ovo. Assim, pela diferença entre o peso inicial e final do tempo de armazenagem, foi quantificada a perda de peso em gramas. Para determinação desse valor foi utilizada a Equação 3:

$$Perda\ de\ peso = \frac{Peso\ inicial - Peso\ final}{Peso\ inicial} \times 100 \quad (3)$$

4.2.7.3 Relação entre casca, gema e albúmen

A relação de gema foi determinada através da pesagem e posterior quebra do ovo, sendo feita em seguida a pesagem da gema, utilizando a Equação 4 para determinar esse valor. Após a separação do conteúdo interno, a casca foi lavada para retirada do albúmen remanescente e seca à temperatura ambiente (28°C) por 72 horas. Decorrido esse tempo, a casca foi pesada com o auxílio de balança analítica e sua porcentagem em relação ao ovo inteiro foi determinada utilizando a Equação 5. Já a porcentagem de albúmen foi estimada pela diferença de 100 das porcentagens de casca e da gema, conforme Equação 6.

$$\% \text{Gema} = (PG/PO) \times 100 \quad (4)$$

$$\% \text{Casca} = (PC/PO) \times 100 \quad (5)$$

$$\% \text{Albúmen} = 100 - \% \text{gema} - \% \text{casca} \quad (6)$$

Onde: PG é o peso da gema em gramas, PC é o peso da casca em gramas e PO é o peso do ovo em gramas.

4.2.7.4 Unidade Haugh (UH)

Os ovos foram quebrados sobre uma superfície plana para medir a altura do albúmen com o uso de um micrômetro. A medida foi realizada no ponto médio entre a extremidade da gema e a extremidade externa do albúmen denso. Os valores de unidade Haugh levam em consideração a relação logarítmica entre a altura do albúmen denso e o peso do ovo. A Equação 7 foi utilizada para este cálculo (Oliveira; Oliveira, 2013):

$$HU = 100 \log (H + 7,57 - 1,7PO^{0,37}) \quad (7)$$

onde H é a altura do albúmen em milímetros e PO é o peso do ovo em gramas (Souza *et al.*, 1994). A classificação dos ovos foi baseada nos Padrões Norte-Americanos para qualidade de ovos individuais em casca (USDA, 2000).

4.2.7.5 Índice de Gema (IG)

A altura e o diâmetro da gema foram mensurados com o uso de um micrômetro e régua, respectivamente. O índice (IG) foi obtido através da razão da altura pelo diâmetro da gema, conforme Equação 8 (Stadelman, 1995):

$$IG = Ha/Hd \quad (8)$$

Onde: Ha é a altura da gema e Hd é o diâmetro da gema, ambas em milímetros.

4.2.7.6 Determinação do pH da gema e da clara

A mensuração foi feita com o uso de um potenciômetro digital de bancada (Kasvi, modelo K39-1410A, Brasil). Após a determinação de IG e HU, a gema foi separada da clara para realização da leitura do potencial hidrogeniônico. A gema foi transferida para um béquer e o eletrodo do pHmetro foi imerso na gema, realizando a determinação de seu pH. Em seguida, de forma similar, foi realizada a leitura do potencial hidrogeniônico do albúmen.

4.2.7.7 Gravidade específica

A determinação foi feita através da pesagem do ovo submerso em água destilada, conforme Freitas *et al.* (2004). Em um béquer, foi adicionada água destilada e medido sua temperatura com o auxílio de um termômetro. Posteriormente o ovo foi imerso no béquer contendo a água destilada, e com o auxílio de um suporte específico foi medido o peso, por meio da utilização de balança analítica para esse fim, conforme apresentado na Figura 14. Através da Equação 9, foi possível determinar a gravidade específica.

Figura 14 - Medição do peso do ovo na água para análise da gravidade específica



Fonte: Autor (2024).

$$GE = PO / (PA \times f) \quad (9)$$

Onde: GE é a gravidade específica do ovo; PO é o peso do ovo no ar, PA é o peso do ovo submerso em água destilada e f é o fator de correção da temperatura da água.

4.2.7.8 Cor da casca

A avaliação da cor da casca (Figura 15) foi realizada utilizando um colorímetro Minolta (Chroma Meter CR-400, Tóquio, Japão), calibrado por meio de placa de cerâmica branca, utilizando-se o iluminante D65 e operando no sistema CIELAB (CIE, 1996), definido por L^* , a^* , b^* . As coordenadas L^* , a^* , b^* foram obtidos através da média de cinco leituras tomadas em diferentes partes da casca do ovo. As coordenadas a^* e b^* foram transformadas em coordenadas polares: (h^*) $HUE = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ e (C^*) $Chroma = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. A análise de cor foi realizada sete dias após a cobertura do ovo.

Figura 15 - Análise de cor em casca de ovos



Fonte: Autor (2024).

4.2.8. Determinação de bolores

A determinação de bolores foi realizada no Laboratório de Microbiologia de Alimentos (LMA), do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. Para a determinação de bolores na casca dos ovos brancos, foi utilizado o método de contagem de unidades formadoras de colônia (UFC), com base na metodologia aplicada pela *American Public Health Association* (APHA, 2015). As análises foram realizadas nos tempos 1, 7, 14, 28, 42 e 56 dias. Esses intervalos foram utilizados, pois notou-se que a contagem de bolores não estava alta nos primeiros dias, não necessitando assim, a realização semanal da análise.

Vinte e cinco gramas de casca de ovos foram maceradas e adicionadas em 225 mL de água peptonada esterilizada para se obter a diluição de 10^{-1} , ao qual a partir desta foi

obtida as outras concentrações utilizadas no estudo. A preparação do inóculo e o plaqueamento foram realizados em capela de fluxo laminar. Após a adição da casca do ovo em água peptonada, a mistura foi agitada por aproximadamente um minuto para melhor homogeneização da solução.

Em seguida, 1 mL da diluição 10^{-1} foi transferida para um tubo de ensaio contendo 9 mL de água peptonada, obtendo-se assim amostra de diluição 10^{-2} . Foi realizado o mesmo procedimento para obter solução com a concentração de 10^{-3} . Alíquotas de 0,1 mL foi transferida para placa de Petri descartável contendo meio PDA-AC (ágar batata dextrose) acidificado com ácido tartárico (2,4/300 mL), para favorecer o crescimento de bolores e leveduras.

O inóculo foi espalhado usando a técnica de *spread plate*, utilizando para isso uma alça de Drigalski. As placas foram incubadas a uma temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$, por 5 dias, e em seguida, foi realizada a contagem das colônias presentes.

Após a contagem das unidades formadoras de colônia (UFC/g de amostra) os dados foram transformados pela função $y=\text{Log}10x$, sendo x o número de UFC/g.

4.3 Análise Estatística

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas foram expressos como médias \pm desvio-padrão e submetidos à análise de regressão, Análise de Variância (ANOVA), sendo as médias, comparadas pelo teste de Tukey a um nível de 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada com o auxílio dos softwares Minitab 10 e Microsoft Office Excel 2010.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Concentração inibitória mínima (CIM)

A CIM do extrato de alho sobre as cepas de *Penicillium miczynskii* e *Aspergillus flavus* foi definida como a concentração capaz de impedir totalmente o crescimento desses bolores. Na avaliação dos resultados (Tabela 1) observou-se que ambos os extratos apresentaram ação antimicrobiana sobre os tipos de bolores avaliados. Entretanto, o extrato aquoso apresentou maior eficácia na inibição do *A. flavus*, visto que a concentração necessária para inibição deste tipo de bolor foi menor para este extrato. Além disso, salienta-se que para a escolha de um agente com ação antimicrobiana, quanto menor sua concentração, mais eficiente ela é e isso favorece sua escolha quanto da sua utilização

Tabela 1 - Valores de concentração inibitória mínima (CIM) para extratos aquoso (EAA) e etanólico de alho (EEA).

Bolores avaliados	CIM 100%	
	EAA	EEA
<i>Penicillium miczynskii</i>	0,16	0,16
<i>Aspergillus flavus</i>	0,62	2,50

Fonte: Autor (2024).

A maior eficiência para o extrato aquoso pode estar associada à estabilidade da alicina em relação ao solvente de extração. Segundo Parra *et al.* (2014), a alicina é mais instável em meio alcóolico do que em meio aquoso, influenciando os resultados do teste de CIM. Os autores demonstraram que a meia-vida da alicina em extrato aquoso foi de 6,5 dias e no meio alcóolico foi de 3,2 dias. Segundo Savairam *et al.* (2023), a meia vida biológica da alicina é estimada em 1 ano à 4 °C no próprio alho, podendo variar quando dissolvida em diferentes solventes.

Mouffok *et al.* (2023) encontraram uma CIM para o extrato aquoso de alho no valor de 0,01% capaz de inibir diversos microrganismos, dentre fungos e bactérias, como *C. albicans*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *B. subtilis* e *E. coli*. Souza e Soares (2013) relataram CIM de 3% do extrato aquoso de alho para inibir o crescimento do fungo *Aspergillus niger*. Bakri e Douglas (2005) determinaram uma CIM de 8,9% de extrato aquoso de alho para *C. albicans* e de 1,1% para *F. nucleatum*. Com base nesses resultados é possível observar que os

extratos obtidos neste trabalho se apresentam eficientes como agente inibidor, por possuírem valores de CIM menores dos que encontrados nos trabalhos citados.

Foi realizado o cálculo da velocidade da perda de massa do extrato etanólico de alho para verificar a perda de peso do extrato em consequência da volatilidade do solvente. Foi possível verificar que o extrato etanólico perde $1,19 \times 10^{-4}$ g por segundo. Para o extrato aquoso foi realizado o mesmo teste, porém, não houve perda significativa de massa no tempo testado. Vale salientar que o teste foi feito com os extratos sob a mesma temperatura de 7 °C. A perda de massa do extrato etanólico evidencia a maior volatilidade do álcool em relação à água, ou seja, a facilidade do líquido se transformar em vapor, sob as mesmas condições de pressão e temperatura. A alicina também é uma molécula volátil (Santos, 2013) e pouco miscível em solução aquosa. A combinação de dois componentes voláteis pode favorecer a alta perda de massa que ocorre no extrato etanólico em relação ao extrato aquoso de alho.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que o alho é eficaz contra o crescimento de fungos de importância médica e zootécnica, sendo eficaz em concentrações baixas.

5.2 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

A permeabilidade ao vapor de água é a taxa de transmissão de vapor de água por unidade de área através do filme com espessura conhecida, induzida por um gradiente de pressão entre duas superfícies específicas, de umidade relativa e temperatura conhecidas (Farias *et al.*, 2012). Filmes à base de polissacarídeos, como amidos de forma geral, não são eficientes como barreira de umidade (Miranda, 2015), porém, estudos apontam que revestimentos à base desse material ajudam a manter a qualidade interna do ovo durante o tempo de armazenagem (Pires *et al.*, 2020). A Tabela 2 apresenta os valores de PVA para filmes elaborados a partir das soluções de cobertura estudadas.

Tabela 2 - Valores de PVA de filmes elaborados a partir das soluções de cobertura.

Amostra	PVA (10^{-10} (g/Pa.s.m))
R1	$4,30 \pm 0,21^a$
R2	$5,05 \pm 0,35^b$

R1 – revestimento à base de fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; R2 – revestimento à base de fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho. Valores representados por média \pm desvio padrão. Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença

significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.
Fonte: Autor (2024).

Houve diferença de PVA entre as amostras, sendo o revestimento a base de fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho, o que apresentou menor valor de permeabilidade. O valor de PVA mais baixo para a amostra R1 pode ser explicado pela utilização do extrato aquoso, que apresenta menor volatilidade quanto comparada ao extrato etanólico de alho. É possível notar características hidrofílicas dos revestimentos R1 e R2 com base nos valores de PVA encontrados para eles, indicando baixa eficiência ao barrar a passagem do vapor de água. A maior volatilidade do álcool etílico e da alicina presentes na amostra R2 pode criar espaços vazios no filme, aumentando a permeação do vapor de água.

Filmes à base de polissacarídeos, como amidos de forma geral, não são eficientes como barreira de umidade, porém, estudos apontam que revestimentos à base desse material podem ajudar a manter a qualidade interna do ovo durante o tempo de armazenamento (Pires et al., 2020; Sharaf Edin; Ibrahimn; Tahergorabi, 2019; Mendonça et al., 2023). Revestimentos que possuem baixo valor de PVA possuem mais eficiência em preservar a qualidade interna do ovo, por diminuir a transferência do vapor de água.

Long *et al.* (2023) afirmam que revestimentos a base de amidos possuem boa propriedades de barreira contra O₂ e CO₂, porém, tem baixas propriedades mecânicas e baixa barreira contra o vapor de água. Estevez-Areco *et al.* (2020), avaliaram as características físico-químicas de filmes à base de fécula de mandioca adicionados de óxido de zinco e extrato de alecrim. Os valores de PVA encontrados para o filme controle (somente à base de fécula de mandioca) e o filme adicionado de óxido de zinco e extrato de alecrim foram de $2,9 \times 10^{-10}$ e $1,7 \times 10^{-10}$ g.Pa⁻¹.s⁻¹.m⁻¹, respectivamente. Esses filmes eram constituídos por fécula de mandioca, sorbitol, glicerol, água, ácido cítrico, hipofosfito de sódio. Devido a presença de mais plastificantes utilizados na elaboração do revestimento, foi possível obter filmes com valores de PVA inferiores aos encontrados neste estudo.

Pérez-Vergara *et al.* (2020) verificaram que os valores de PVA de filmes elaborados com 3% de fécula de mandioca variaram entre 0,0618 a $0,14 \times 10^{-10}$ g.Pa⁻¹.s⁻¹.m⁻¹ ao alterar as concentrações da cera de abelha (0,5 a 0,9%) e de extrato etanólico de própolis (1,0 a 4,0%). Valores tão pequenos foram alcançados devido principalmente à cera de abelha adicionada, por se tratar de material lipídico. Com base nesses resultados, infere-se que é possível realizar melhorias nos revestimentos elaborados neste estudo, com adição de substâncias que diminuam o valor de PVA, aumentando a eficácia da cobertura.

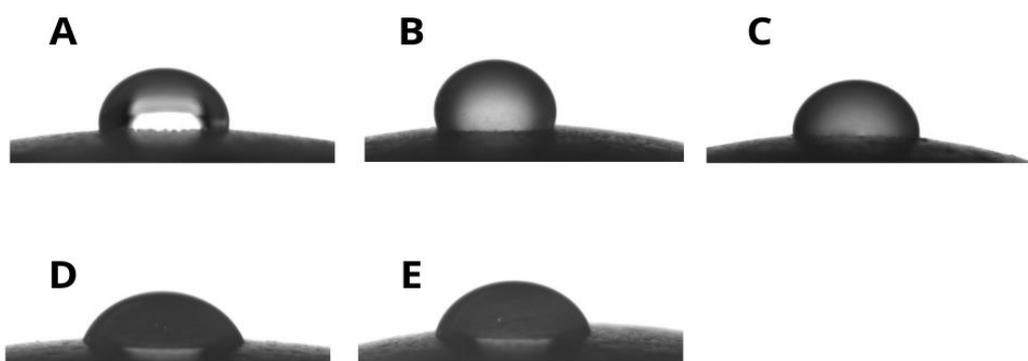
5.3 Ângulo de contato

O ângulo de contato θ (teta), é conhecido como o ângulo formado quando uma gota de um líquido é depositada sobre uma superfície sólida, sendo este ângulo delimitado entre a superfície e uma reta tangente à superfície da gota (Silva *et al.*, 2020). A partir do ângulo de contato é possível identificar se a superfície é hidrofóbica ou hidrofílica, bem como, caracterizar a molhabilidade de uma superfície sólida.

A Figura 16 representa a variação do ângulo de contato para os diferentes líquidos (água destilada, revestimento R1 e revestimento R2) nas superfícies de cascas de ovos brancos. Os valores médios do ângulo θ encontrados nas situações A, B, C, D e E (Figura 16) estão representados na Tabela 3:

Constatou-se que o ovo sem revestimento (Figura 16A) possui uma superfície mais hidrofóbica quando comparado aos ovos revestidos, uma vez que o valor de θ encontrado foi de $91,78^\circ$. Valores acima de 90° indicam uma má molhabilidade da solução sobre a superfície, mostrando que não há diferença de polaridade entre os meios envolvidos, já ângulos abaixo de 90° indicam boa interação e melhor molhabilidade (Fabien *et al.*, 2024).

Figura 16 - Imagens do ângulo de contato de diferentes soluções sobre a superfície da casca de ovo



A: água sobre casca de ovo não revestido; B: revestimento R1 sobre casca de ovo não revestido; C: revestimento R2 sobre casca de ovo não revestido; D: água sobre casca de ovo revestido com revestimento R1; E: água sobre casca de ovo revestido com revestimento R2.

Fonte: Autor (2024).

Tabela 3 – Valores médios formados entre o líquido analisado sobre a superfície de cascas de ovos revestidos e não revestido.

Tratamento	Líquido analisado	ângulo θ
OSR	Água destilada	91,78°
	Revestimento R1	88,88°
	Revestimento R2	86,04°
OAA	Água destilada	67,63°
OEA	Água destilada	56,23°

OSR – ovo sem revestimento; OAA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho, OEA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho; R1 – revestimento à base de fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; R2 – revestimento à base de fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho.

Fonte: Autor (2024).

Mesmo o ângulo θ sendo igual a 91,78° no ovo sem revestimento, não indica que a superfície seja hidrofóbica, pois no caso de superfícies hidrofóbicas o ângulo de contato deve ser superior a 150° (Alcântra, 2015). Naturalmente o ovo quando posto, possui uma cutícula externa a casca, sendo constituída por material orgânico, principalmente glicoproteínas insolúveis em água, que pode explicar a leve hidrofobicidade da superfície (Oliveira; Oliveira, 2013). É interessante destacar que os ovos utilizados nesta análise não sofreram etapa de lavagem, o que possibilitaria a retirada dessa cutícula.

É possível verificar que entre as cascas de ovos não revestidas (Figuras 16A, 16B, 16C), o revestimento com extrato etanólico (Figura 16C) obteve maior molhabilidade sobre a casca, apresentando ângulo θ de 86,04°. Essa melhor interação pode ter sido por causa da película presente na casca, que apresenta características lipofílicas, não proporcionando uma boa interação com o revestimento R1, tendo em vista que este revestimento utilizou extrato aquoso em sua composição. A composição do revestimento, contendo glicerol e extrato de alho (aquoso ou alcoólico) pode favorecer a interação do mesmo com a casca do ovo, facilitando a molhabilidade.

Como os ângulos de contato dos revestimentos na casca de ovo não revestida são menores do que 90°, isto indica que os revestimentos cobrem de forma uniforme toda a superfície da casca do ovo, ou seja, indica a hidrofilia da superfície. Tais resultados corroboram com o resultado obtido na análise de PVA, indicando que os revestimentos possuem características hidrofílicas.

Por outro lado, se as cascas de ovos estão revestidas com as diferentes soluções de cobertura, e se adiciona uma gota de água destilada sobre a superfície (Figuras 16D e 16E), é

possível verificar a maior afinidade da água com essas coberturas do que com a casca de ovo não revestida. Os valores encontrados para o ângulo formado de uma gota de água na superfície revestida com os revestimentos R1 e R2 foram de 67,36° e 56,23°, respectivamente, indicando que o revestimento com extrato etanólico possui melhor interação com a água. Vale salientar que o formato da superfície influencia no valor do ângulo de contato, uma vez que o ovo não apresenta superfície plana. Segundo Pan *et al.* (2023), um maior ângulo de contato apresentado pela gota de água na superfície da casca do ovo com revestimento indica que as interações entre o revestimento e a gota de água são fracas e que o revestimento possui excelente impermeabilização.

Revestimentos a base de carboidratos tendem a ter mais afinidade com a água, apresentando assim no teste de ângulo de contato, valores de θ menores que 90°. Uma forma eficiente para aumentar a hidrofobicidade do revestimento é a utilização de fontes lipídicas ao revestimento, como visto no trabalho de Pan *et al.* (2023), que ao revestir o ovo com goma gelana e óleo de farelo de arroz, à medida que aumentava a concentração de óleo (0,10%, 0,15% e 0,20%), o valor do ângulo de contato encontrado aumentava, sendo de 81,80°, 88,15° e 90,56°, respectivamente. Utilizando o revestimento R1 o ângulo θ foi de 67,63°, já com o revestimento R2 foi de 56,23°, indicando que o extrato aquoso de alho possui mais eficiência em impermeabilizar a superfície do ovo.

Fonseca, Mazzuco e Rigo (2018), verificaram o ângulo de contato em ovos comerciais revestidos com diferentes materiais poliméricos (quitosana, carboximetilcelulose e cera de carnaúba). No ovo controle e no revestido com cera de carnaúba, foram obtidos ângulos de 95° e 96°, respectivamente. O valor de θ encontrado para o ovo sem revestimento é condizente com o resultado encontrado neste trabalho (91,78°). O ovo revestido com a carboximetilcelulose (CMC) apresentou menor valor de ângulo de contato (79°), indicando boa interação com a água.

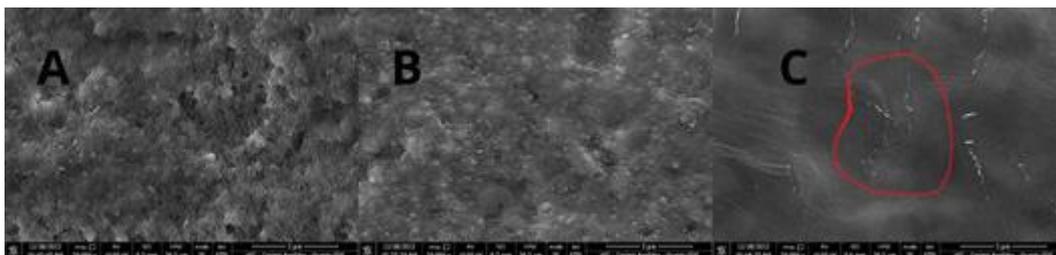
5.4 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As micrografias eletrônicas de varredura superficiais das cascas dos ovos estudados são observadas na Figura 17. Verificou-se que ovos controle e o revestido com fécula de mandioca e extrato aquoso de alho apresentaram superfície rugosa (Figuras 17A, 17B). A morfologia da casca do ovo pode sofrer mudanças relacionadas a transformações biológicas e por fatores relacionados ao ciclo fisiológico da ave (Silva, 2019). A cobertura utilizada não forma um filme compacto, o que torna possível observar poros na superfície da

casca.

Observa-se que as imagens das amostras controle (17A) e da amostra coberta com o revestimento R1 (17B) são semelhantes, embora esta contenha revestimento em sua superfície. O revestimento R1 utilizado na amostra representada pela Figura 18B por possuir extrato aquoso, pode ter proporcionado uma aparência rugosa na superfície da casca do ovo similar a amostra controle. Na imagem 17C, é possível notar uma superfície mais lisa em comparação as imagens 17A e 17B, podendo ser explicada pela presença do revestimento R2, no entanto é possível observar falhas no revestimento, com presenças de rachaduras, podendo ter sido provocadas pela volatilidade do álcool utilizado em sua elaboração.

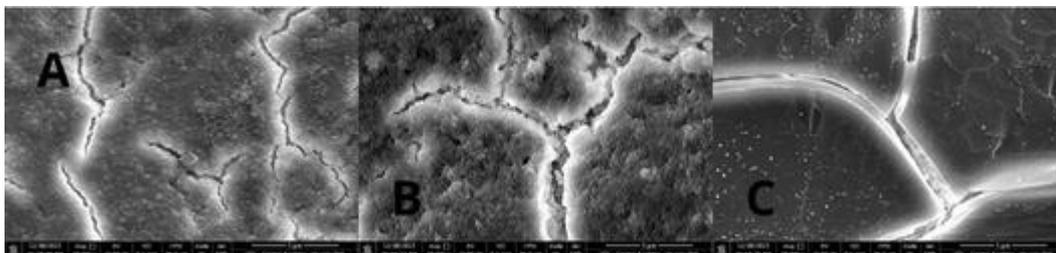
Figura 17 - Análise de MEV em superfície de cascas de ovo controle (A), ovo revestido com revestimento R1 (B) e ovo revestido com cobertura R2 (C) com magnificação de 20000x.



Fonte: Autor (2024).

Notou-se que ambas as cascas de ovos avaliadas apresentaram fissuras/trincas em sua superfície (Figura 18). Nas figuras 18B e 18C, é possível observar que dentro das fissuras, há a presença dos revestimentos utilizados nos tratamentos, de forma a preencher essa falha. O preenchimento das trincas não foi total, podendo ser explicado pela viscosidade das coberturas utilizadas. Como na amostra 18A, não houve a deposição de nenhum material para cobrir as rachaduras, pode ter favorecido a perda de qualidade mais acentuada nesse tratamento em relação aos outros ovos. Ovos que apresentam rachaduras em sua superfície podem degradar mais rapidamente, facilitando a contaminação de microrganismos e as trocas gasosas. Preencher as ranhuras e/ou os orifícios dos poros da casca pode prolongar a vida de prateleira do ovo.

Figura 18 - Micrografias indicando presença de trincas em casca de ovo controle (A), ovo revestido com revestimento R1 (B) e ovo revestido com revestimento R2 (C) através da análise de MEV com magnificação de 20000x.



Fonte: Autor (2024).

Yuan *et al.* (2022) verificaram que ovos sem tratamento apresentaram rachaduras em sua superfície, e que ovos revestidos com cobertura de pectina apresentaram superfícies lisas. Segundo esses autores, o tempo de armazenamento influencia na profundidade e largura das fissuras, bem como, diminuir a espessura do revestimento. As imagens geradas (Figuras 17 e 18) neste trabalho foram de ovos com sete dias de armazenamento, não sendo realizadas imagens de tempos posteriores. Com base no que foi dito por Yuan *et al.* (2022), as fissuras de ovos mais velhos seriam maiores aos encontrados em ovos frescos, permitindo a maior degradação da qualidade e facilitando a entrada de microrganismos.

Os resultados deste trabalho foram condizentes com os resultados apresentados em trabalho de Sun *et al.* (2021), ao verificarem que ovos sem revestimento apresentavam superfície mais irregular, enquanto que ovos revestidos apresentaram-se mais lisas e sem grandes fissuras.

5.5 Análise de cor

Os valores obtidos para os parâmetros L^* , a^* e b^* nas amostras do estudo estão apresentados na Tabela 4.

Constatou-se que houve diferença significativa somente no parâmetro L^* , indicando que o ovo OSR apresentou maior luminosidade quando comparada com a amostra OAA, porém é estatisticamente igual ao ovo revestido com solução R2 (Tabela 4). É possível observar que a presença de revestimento sobre a superfície da casca do ovo tende a diminuir sua luminosidade, pois de acordo com Mendonça *et al.* (2023), revestimentos a base de amido podem conter pigmentos amarelados que alteram o parâmetro L^* .

Tabela 4 - Coordenadas de cor (L*, a* e b*) da casca de ovos revestidos e não revestido.

Amostra	L*	a*	b*	C*	H
OSR	95,30 ± 0,54 ^a	-0,65 ± 0,17 ^a	3,47 ± 0,76 ^a	3,53 ± 0,77 ^a	100,70 ± 1,64 ^a
OAA	93,89 ± 0,77 ^b	-0,67 ± 0,25 ^a	4,57 ± 2,57 ^a	4,63 ± 2,56 ^a	99,89 ± 3,82 ^a
OEA	94,73 ± 0,74 ^{ab}	-0,77 ± 0,09 ^a	4,31 ± 1,28 ^a	4,38 ± 1,28 ^a	100,54 ± 1,62 ^a

OSR – ovo sem revestimento; OAA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extratoa quoso de alho, OEA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho. Valores representados por médias ± desvio padrão. Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Autor, 2024.

Johnston *et al.* (2011), avaliaram a aceitação de ovos de casca branca e vermelha comercializados em La Paz, Bolívia, e verificaram que o parâmetro luminosidade encontrado nos ovos de casca branca foi de 83,2, sendo inferior aos valores encontrados nesta pesquisa. Orellana *et al.* (2023), avaliaram o efeito da translucidez e a luminosidade da casca na eclosão de ovos de matrizes de corte, encontrando valor de L* de 80,7, também inferior aos encontrados no presente estudo. A diferença entre os valores encontrados por esses autores e os deste trabalho talvez se deva a linhagem (Oliveira; Oliveira, 2013). Além disso, os ovos utilizados nos trabalhos dos autores citados acima não foram revestidos.

Os resultados apresentados na Tabela 4 são condizentes com os apresentados por Mendonça *et al.* (2023). Os autores verificaram que ovos não revestidos possuem valor da coordenada L* de 92,33, sendo superior aos valores encontrados para ovos revestidos (variando de 87,58 a 90,46). Em relação a coordenada b*, Mendonça *et al.* (2023) verificaram que o ovo não revestido apresentou valor inferior aos ovos revestidos, enfatizando que o uso de amido para constituir revestimento tende a afetar esse valor, pois pode conter pigmentos amarelados. Neste trabalho, a coordenada L* para ovos revestidos apresentou-se menor quando comparado ao ovo não revestido, podendo ser explicado pelo revestimento utilizado.

O uso de revestimentos a base de amido modifica a luminosidade da casca, e pode influenciar na coordenada b* tornando a casca mais amarela, o que pode impactar na aceitação de ovo de casca branca.

5.6 Qualidade do ovo

5.6.1 Perda de peso

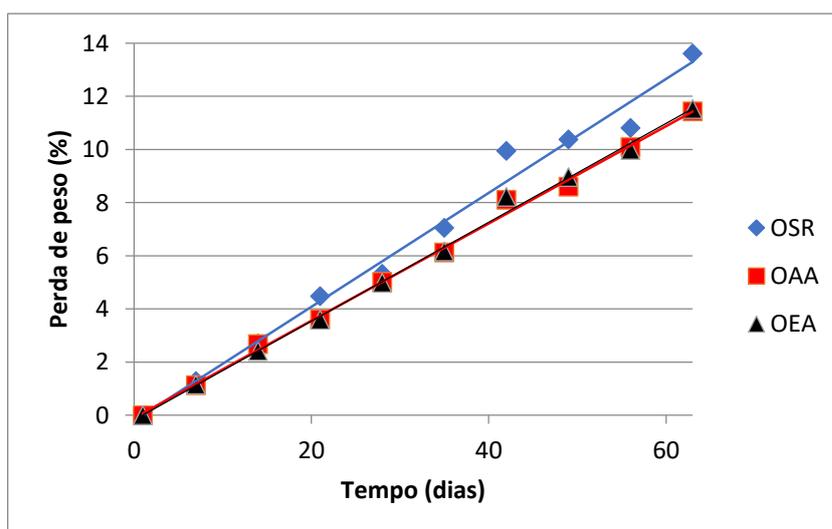
Os ovos foram pesados com o auxílio de balança analítica para realizar a

classificação dos mesmos em relação ao seu peso. O peso médio dos ovos do grupo controle foi de 59,35 g, do grupo OAA (ovos revestidos com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho) foi de 59,58 g, já para o último grupo OEA (ovos revestidos com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho), o peso médio dos ovos utilizados foi de 59,22 g, indicando que todos os ovos se classificavam como ovos tipo Extra, conforme preconizado na Portaria nº747 do MAPA/2023.

Os ovos perderam peso durante todo o período de estudo, independentemente de estarem revestidos ou não, de forma proporcional ao avanço do tempo, porém o grau de perda de peso foi diferente entre as amostras, como mostrado no Gráfico 1. Através de análise de regressão, verificou-se que o ovo não revestido (OSR) apresentou maior porcentagem de perda de peso em relação aos ovos revestidos, por apresentar maior inclinação na reta. Os ovos revestidos não apresentaram diferença estatística entre si ($p < 0,05$) por todo o período de análise.

Os resultados mostrados no Gráfico 1 corroboram com os dados obtidos na análise de PVA. Foi demonstrado que a utilização de coberturas diminui a passagem de vapor de água, implicando na menor perda de água, principal responsável pela perda de peso do ovo (Oliveira; Oliveira, 2013).

Gráfico 1 - Porcentagem de perda de peso de ovos em casca durante 63 dias de armazenamento a temperatura de ambiente



Ovo sem revestimento (OSR); Ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho (OAA); Ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho (OEA).

Fonte: Autor (2024).

Essa perda de peso é decorrente da transferência de água e de dióxido de carbono

para o ambiente, através dos poros presentes na casca. De acordo com Pissinati *et al.* (2014), quando os ovos são armazenados por longos períodos, ocorre a transformação da ovoalbumina em S-ovoalbumina, tendo como consequência a dissociação do complexo ovomucinalisozima, com a destruição do gel de ovomucina, facilitando a evaporação da água pelos poros da casca.

A perda de peso é influenciada pela temperatura e umidade relativa do ambiente, bem como o tempo de armazenamento (Oliveira; Oliveira, 2013). Dessa forma, a perda de peso se torna um importante parâmetro a ser avaliado para acompanhar a qualidade do ovo, visto que após a postura, os ovos já começam a reduzir sua qualidade interna (Espíndola, 2018). Uma forma de amenizar a perda de qualidade do ovo durante o período de estocagem é a utilização de revestimentos.

Mendonça *et al.* (2023), avaliaram a qualidade interna de ovos revestidos com cobertura de amido de babaçu e plastificantes. Nesse estudo, o ovo sem revestimento, armazenado em temperatura de 25°C por 28 dias, também apresentou perda de peso (4,59%), sendo esta perda inferior ao valor encontrado para o ovo sem revestimento deste trabalho, para o mesmo período. Além disso, os autores verificaram que os 4 tratamentos de ovos revestidos apresentaram perda de peso menor do que o ovo controle (3,29 a 3,52 %) e não apresentaram diferença significativa entre si. Este resultado está de acordo com o observado no presente estudo e demonstra que coberturas a base de amido são capazes de retardar a perda de peso durante o armazenamento de ovos.

Yuan *et al.* (2022) verificaram que ovos revestidos com quitosana e pectina tiveram menor perda de peso em relação ao ovo sem revestimento, pelo período estudado de 8 semanas, sendo que no fim do estudo, o ovo controle apresentou perda de aproximadamente 11%, enquanto que os ovos revestidos, a perda variou de 7 a 10%. Soares *et al.* (2021), ao avaliarem a qualidade de ovos revestidos com proteínas isoladas do soro de leite, observaram que após oito semanas em armazenamento sob temperatura ambiente (25°C) e com umidade relativa de 70%, os ovos controle e revestidos tiveram perda de peso com valores de 14,50 e 11,65% respectivamente.

A película formada sobre a casca do ovo após a secagem do líquido de cobertura age como uma barreira contra a transferência de umidade para o ambiente (Soares *et al.*, 2021). Espíndola (2018) observou que ovos sem revestimento e com cobertura contendo 1% de fécula de mandioca apresentaram maior perda de peso quando comparado com aqueles revestidos com coberturas com níveis de 3 e 5% de fécula de mandioca (4,02, 3,97, 3,17 e 2,22% de perda, respectivamente), indicando que o uso de coberturas ajuda a prevenir a perda

de peso de ovos durante o armazenamento.

O amido, proveniente das diversas fontes vegetais, contém compostos que facilitam a formação de películas de baixa permeabilidade ao oxigênio, reduzindo a taxa de respiração de produtos *in natura*. O menor espaço de transferência de gás ocasionada em revestimentos à base de amido se dá pelo processo de recristalização que reduz as regiões amorfas do amido (Espíndola, 2018).

5.6.2 Percentual da gema, da clara e da casca

Os dados referentes aos percentuais de gema, albúmen e da casca dos ovos estudados estão presentes na Tabela 05. O percentual de gema apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com o tempo de estocagem, aumentando seu valor com o passar do tempo, em decorrência da transferência de água do albúmen para a gema (Salgado *et al.*, 2018), independente do tratamento utilizado. É possível notar que não houve diferença ($p < 0,05$) entre a porcentagem de gema entre os ovos não revestido e revestidos. Vale destacar que nas primeiras semanas, a porcentagem de gema na amostra OAA (ovo revestido com cobertura R1) apresentou-se maior quando comparada com as outras duas amostras, já no período final de análise (a partir do 49º dia de estudo) o ovo OEA apresentou menor porcentagem de gema. Segundo Oliveira e Oliveira (2013), a quantidade de gema no ovo varia entre 25 a 33%. Com base nesse dado, pode-se notar que a partir do 56º dia de análise, o percentual da gema dos ovos OSR e OAA não se encontram mais dentro dos valores estabelecidos pelos autores (Tabela 5).

Tabela 5 - Percentuais de gema, clara e casca em ovos de casca branca revestidos e não revestido armazenados por 63 dias a temperatura ambiente (28°C).

(Continua)									
Tempo (dias)	% Gema			% Albúmen			% Casca		
	OSR	OAA	OEA	OSR	OAA	OEA	OSR	OAA	OEA
1	26,10 ± 1,00 ^{abA}	26,36 ± 0,60 ^{aA}	24,68 ± 1,22 ^{bA}	63,34 ± 0,90 ^{bA}	61,05 ± 0,95 ^{aA}	62,00 ± 1,67 ^{aAB}	10,55 ± 0,14 ^{aAB}	10,58 ± 0,46 ^{aAB}	11,33 ± 0,51 ^{bAB}
7	27,03 ± 1,20 ^{aAB}	30,48 ± 1,39 ^{bBC}	25,45 ± 1,25 ^{aA}	63,04 ± 1,19 ^{aA}	59,27 ± 1,62 ^{bBC}	64,21 ± 1,13 ^{aA}	9,93 ± 0,51 ^{aB}	9,83 ± 0,60 ^{aB}	10,35 ± 0,47 ^{aABC}
14	30,15 ± 1,24 ^{aC}	29,06 ± 0,88 ^{aB}	30,49 ± 1,14 ^{aCD}	59,85 ± 1,49 ^{aBC}	60,78 ± 0,94 ^{aB}	59,47 ± 1,42 ^{aCD}	10,01 ± 0,46 ^{aB}	10,16 ± 0,47 ^{aAB}	10,04 ± 0,60 ^{aBC}

Tabela 5 - Percentuais de gema, clara e casca em ovos de casca branca revestidos e não revestido armazenados por 63 dias a temperatura ambiente (28°C).

(Conclusão)									
Tempo (dias)	% Gema			% Albúmen			% Casca		
	OSR	OAA	OEA	OSR	OAA	OEA	OSR	OAA	OEA
21	28,87 ± 0,97 ^{aBC}	31,59 ± 0,57 ^{bCD}	28,27 ± 1,02 ^{aB}	61,02 ± 0,88 ^{aAB}	58,30 ± 0,32 ^{bC}	61,41 ± 0,91 ^{aBC}	10,11 ± 0,36 ^{aB}	10,11 ± 0,54 ^{aAB}	10,32 ± 0,68 ^{aABC}
28	30,26 ± 1,20 ^{aC}	33,15 ± 0,69 ^{aCE}	32,01 ± 0,68 ^{aCDE}	59,24 ± 1,74 ^{aBC}	57,33 ± 0,93 ^{bDE}	58,26 ± 0,63 ^{aDEF}	10,50 ± 0,62 ^{aAB}	10,52 ± 0,49 ^{aAB}	9,73 ± 0,67 ^{aC}
35	30,30 ± 0,91 ^{aC}	31,36 ± 0,98 ^{aC}	29,84 ± 1,09 ^{aBC}	58,90 ± 0,92 ^{abBC}	58,17 ± 0,91 ^{aC}	59,93 ± 0,86 ^{bCD}	10,80 ± 0,46 ^{aAB}	10,46 ± 0,45 ^{aAB}	10,24 ± 0,72 ^{aABC}
42	32,82 ± 0,84 ^{aD}	31,47 ± 0,79 ^{abCD}	30,05 ± 1,20 ^{bBC}	56,47 ± 0,96 ^{aD}	57,41 ± 0,93 ^{abCD}	58,94 ± 1,44 ^{bCDE}	10,71 ± 0,61 ^{aAB}	11,12 ± 0,63 ^{aAB}	11,01 ± 0,68 ^{aBC}
49	30,31 ± 0,98 ^{aC}	31,67 /± 0,50 ^{abCD}	31,87 ± 0,99 ^{bCDE}	58,13 ± 1,01 ^{aCD}	57,33 ± 0,91 ^{aCD}	56,62 ± 1,28 ^{aEFG}	11,56 ± 1,11 ^{aA}	11,00 ± 0,52 ^{aAB}	11,51 ± 0,61 ^{aA}
56	36,33 ± 1,42 ^{aE}	36,14 ± 0,75 ^{aF}	32,43 ± 0,65 ^{bDE}	52,66 ± 1,45 ^{aE}	52,68 ± 0,62 ^{aF}	56,08 ± 1,24 ^{bFG}	11,01 ± 0,43 ^{aAB}	11,18 ± 0,55 ^{aA}	11,49 ± 0,92 ^{aA}
63	36,60 ± 0,50 ^{aE}	34,01 ± 0,59 ^b	34,21 ± 1,23 ^{bE}	52,78 ± 0,30 ^{aE}	54,65 ± 1,21 ^{aEF}	55,22 ± 1,30 ^{aG}	10,61 ± 0,20 ^{aAB}	11,34 ± 1,25 ^{aA}	10,57 ± 0,90 ^{aABC}

OSR – ovo sem revestimento; OAA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; OEA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho.

Valores representados por média ± desvio padrão. Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tempos analisados; letras maiúsculas iguais na mesma linha para mesmo parâmetro indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Autor (2024).

Espíndola (2018), em seu estudo com ovos revestidos com solução de diferentes concentrações de fécula de mandioca (0, 1, 3 e 5%) notaram que os ovos apresentaram diferença no percentual de gema, porém, aos 21 dias de análise, os ovos revestidos com 0 e 1% apresentaram maiores valores de percentuais de gema. De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, os ovos revestidos começaram a apresentar aumento da quantidade de gema a partir do 14º dia de armazenamento. Vale salientar que os ovos no trabalho de Espíndola (2018) estiveram armazenados em ambiente com temperatura média de 20°C, inferior à temperatura verificada neste estudo, o que afeta na menor perda de qualidade da matéria-prima. Por sua vez, Salgado *et al.* (2018) verificaram que ovos revestidos com gelatina a 6% e própolis a 15% obtiveram menores valores percentuais de gema quando comparados com ovos sem tratamento. O aumento ou a diminuição do peso da gema pode ser atribuído à

transferência de água do albúmen para a gema (Salgado *et al.*, 2018).

A concentração de albúmen teve resultado inverso ao encontrado na gema, havendo diminuição do seu percentual em relação ao tempo, pois ocorre a passagem de água da clara para a gema, como mencionado por Salgado *et al.* (2018). Os resultados contidos na Tabela 5 são próximos aos dados apresentados por Espíndola (2018) e Salgado *et al.* (2018). Em relação às amostras comparadas entre si, é possível observar que nas primeiras semanas de análise, os ovos revestidos com a cobertura R1 tiveram menores valores percentuais de albúmen, ao passo que nos últimos períodos estudados, o ovo revestido com R2 obteve valores maiores nesse parâmetro.

Segundo Oliveira e Oliveira (2013), o ovo apresenta percentual de clara variando de 57 a 65%. Dessa forma, é possível notar que a partir do 42º dia de estudo, o ovo não revestido apresentou porcentagem de clara inferior aos valores sugeridos pelos autores, enquanto que o ovo OEA apresentou valor inferior com 49 dias, e o ovo OAA com 56 dias. Mota *et al.* (2017), avaliaram ovos revestidos com fécula de mandioca e de inhame, constatando que o uso de revestimentos não influencia na transferência de água do albúmen para a gema, porém, são capazes de prolongar a vida do ovo. Os resultados deste trabalho condizem com os encontrados por Mendonça *et al.* (2023), ao verificar que ovos revestidos apresentam percentual de clara maior do que ovo não revestido, indicando que o uso do revestimento pode prolongar a vida de prateleira de ovos por proporcionar manutenção da qualidade do ovo.

É possível notar que não houve diferença significativa entre as porcentagens da casca das amostras analisadas durante o estudo ($p < 0,05$), com exceção no primeiro dia, que houve diferença entre a amostra OEA (coberta com revestimento R2), com as demais amostras, talvez por uma maior deposição do revestimento nessa amostra. Os resultados estão de acordo com os dados apresentados por Pissinati *et al.* (2014), ao observar que o percentual da casca em ovos revestidos e não revestidos se mantiveram sem diferença estatística durante todo o período de estudo. A fina película que o revestimento cria não interfere no percentual da casca sobre o peso integral do ovo. Segundo Vilela (2012), a casca do ovo representa entre 9 a 14% do peso total do ovo, indicando que o efeito de revestir o ovo não altera essa proporção.

5.6.3 Unidade Haugh e Índice de gema

O escore de Unidade Haugh (UH) tem sido utilizado como medida de qualidade em diversas pesquisas sobre qualidade de ovos, de tal modo que quanto maior o valor da unidade Haugh, melhor será a qualidade do ovo e mais fresco esse alimento será (Alleoni; Antunes, 2001). Os valores obtidos da (UH) e índice de gema estão contidos na Tabela 6. A UH decresceu com o tempo para todas as amostras, independentemente de estarem revestidas ou não, porém o grau de declínio foi diferente entre as amostras. Na primeira semana, o ovo revestido com R1 obteve melhor resultado comparado às outras amostras. Esse resultado pode ser explicado devido à interação desse revestimento com a casca do ovo. Esse resultado ratifica os valores indicados na Tabela 2, indicando que a menor permeabilidade ao vapor de água na amostra OAA diminuiu a passagem do vapor de água, preservando a qualidade interna do ovo.

Tabela 6 - Parâmetros de qualidade para ovos revestidos e ovo controle durante armazenamento por 63 dias a temperatura ambiente (28°C).

Tempo (dias)	Unidade Haugh			Índice da gema		
	OSR	OAA	OEA	OSR	OAA	OEA
1	83,33 ±	81,19 ±	80,25 ±	0,48 ±	0,49 ±	0,48 ±
	2,72 ^{aA}	1,17 ^{aA}	0,94 ^{aA}	0,15 ^{aA}	0,20 ^{aAB}	0,03 ^{aA}
7	71,23 ±	76,83 ±	72,93 ±	0,31 ±	0,41 ±	0,41 ±
	2,40 ^{bB}	0,54 ^{aB}	0,62 ^{bB}	0,00 ^{bA}	0,05 ^{aA}	0,05 ^{aAB}
14	64,84 ±	72,42 ±	65,47 ±	0,23 ±	0,39 ±	0,42 ±
	1,85 ^{bC}	0,56 ^{aC}	0,90 ^{cC}	0,02 ^{bB}	0,06 ^{aB}	0,06 ^{aB}
21	55,12 ±	69,94 ±	58,95 ±	0,40 ±	0,44 ±	0,43 ±
	0,75 ^{cD}	0,65 ^{aD}	0,83 ^{bD}	0,06 ^{aA}	0,03 ^{aAB}	0,03 ^{aC}
28	34,18 ±	56,74 ±	49,49 ±	0,15 ±	0,24 ±	0,21 ±
	1,31 ^{cE}	0,38 ^{aE}	0,58 ^{bE}	0,01 ^{bCD}	0,02 ^{aC}	0,04 ^{aD}
35	18,64 ±	46,94 ±	38,19 ±	0,13 ±	0,21 ±	0,16 ±
	0,87 ^{cF}	0,93 ^{aF}	0,67 ^{bF}	0,02 ^{bCDE}	0,05 ^{aCD}	0,03 ^{abDE}
42	14,98 ±	31,12 ±	26,86 ±	0,12 ±	0,15 ±	0,12 ±
	0,70 ^{cG}	0,64 ^{aG}	0,79 ^{bG}	0,01 ^{bDE}	0,02 ^{aCD}	0,01 ^{bE}
49	13,77 ±	28,44 ±	21,17 ±	0,09 ±	0,13 ±	0,11 ±
	0,54 ^{cG}	0,46 ^{aH}	0,62 ^{bH}	0,01 ^{aE}	0,03 ^{aCD}	0,02 ^{aE}

(Continua)

Tabela 6 - Parâmetros de qualidade para ovos revestidos e ovo controle durante armazenamento por 63 dias a temperatura ambiente (28°C).

Tempo (dias)	Unidade Haugh			Índice da gema		
	OSR	OAA	OEA	OSR	OAA	OEA
56	13,41 ±	25,57 ±	18,63 ±	0,09 ±	0,11 ±	0,10 ±
	0,29 ^{cGH}	0,79 ^{aI}	0,64 ^{bI}	0,01 ^{aE}	0,03 ^{aD}	0,01 ^{aE}
63	10,14 ±	20,87 ±	13,12 ±	0,10 ±	0,11 ±	0,11 ±
	0,74 ^{cH}	0,96 ^{aJ}	0,77 ^{bJ}	0,03 ^{aDE}	0,01 ^{aCD}	0,01 ^{aE}

OSR – ovo sem revestimento; OAA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; OEA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho. Valores representados por média ± desvio padrão. Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos; letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tempos de armazenamento pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Autor (2024).

O Apêndice 1 mostra a aparência interna dos ovos no decorrer dos períodos de armazenamento. É possível notar a presença de albúmen denso no ovo OAA e também no ovo OEA ainda no 28º dia de armazenamento a temperatura ambiente. O ovo OSR do 35º dia apresentou gema bastante dispersa. A partir do 42º dia de análise, em todas as amostras, o albúmen já estava liquefeito, não havendo distinção do albúmen denso e o albúmen líquido.

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2000), os ovos podem ser classificados com qualidade AA, quando o valor de UH for superior a 72; com qualidade A, quando a UH estiver entre 72 e 60; e qualidade B quando for menor que 60. Os sete primeiros dias de análise, os ovos se encontram com qualidade AA. Destaca-se que a legislação brasileira não exige a utilização do score de unidade Haugh para avaliar a qualidade do ovo, porém essa medida tem sido aceita para mensurar a qualidade do albúmen em pesquisas, por isso a utilização desse sistema de classificação estadunidense (Alleoni; Antunes, 2001). Na terceira semana de estudo, os ovos controle e OEA diminuíram sua qualidade para A, enquanto que o ovo OAA se manteve na classificação AA. Entretanto, no 21º dia, somente o ovo OAA se manteve em classificação A, ao passo que as outras amostras já se encontravam em qualidade B.

É possível observar que a partir do 35º dia, todos os ovos se encontram com a classificação inaceitável para consumo, de acordo com Oliveira *et al.* (2017), ao afirmar que ovos com valores de unidade Haugh abaixo de 50 estão inaptos para o consumo. Os revestimentos à base de fécula de mandioca utilizados neste trabalho foram capazes de preservar a qualidade de frescor do ovo, mesmo em condições de armazenamento consideradas quentes (valores de temperatura de armazenamento chegaram a 31,2°C), em pelo

menos uma semana.

Resultados semelhantes foram encontrados por Espíndola (2018) ao verificar que ovos revestidos com fécula de mandioca apresentaram maiores valores de UH do que aquele sem revestimento. A autora verificou que aos 28 dias de armazenamento, os ovos já se encontravam com UH na faixa de 50, sendo classificado como de qualidade B, de acordo com a USDA. Neste estudo, os ovos revestidos com a cobertura R2 apresentaram resultados semelhantes aos ovos analisados por Espíndola (2018).

Rachtanapun *et al.* (2022) verificaram que ovos revestidos com fécula de mandioca, carboximetil celulose e parafina, tiveram valores de UH diferentes em 28 dias de armazenamento de acordo com a temperatura de estocagem. Em condições de armazenamento de 25°C, os ovos revestidos obtiveram valores de UH de 73, enquanto o controle apresentou valor de 45. Já sob estocagem à 30°C, os ovos revestidos e controle tiveram valores de UH de 47 e 37, respectivamente. Os valores expostos na Tabela 6 condizem com os encontrados por esses autores, tendo em vista que em 28 dias, os ovos de ambos os trabalhos já podiam ser classificados como qualidade B. Mendonça *et al.* (2023), obtiveram menor valor de UH (16,93) para o ovo sem revestimento e estocado por 28 dias, quando comparado aos ovos revestidos com fécula e óleo de babaçu (variando entre 48,99 a 53,10) sob o mesmo tempo de estocagem. É possível notar que o uso do revestimento apresentou efeito positivo em relação a unidade Haugh por retardar a diminuição desse valor, quando comparado ao ovo não revestido.

O índice de gema (IG) é uma medida de frescor de ovos sendo baseado na relação entre a altura da gema e a sua largura (Franceschi, 2018). Observa-se que o IG dos ovos estudados diminuiu com o tempo de estocagem, pois a água migrou do albúmen para a gema, através da membrana vitelina, ficando retida. O aumento do volume da gema enfraquece a membrana vitelina, tornando a gema mais fraca e achatada, mais larga, diminuindo o valor do IG (Soares *et al.*, 2021).

O IG do tratamento controle foi menor a partir do sétimo dia de experimento, mantendo-se assim até o 49º dia de análise. A partir desse dia, não houve diferença significativa nesse parâmetro para as amostras avaliadas, conforme mostrado na Tabela 6. Esses resultados ratificam os valores apresentados na Tabela 5, evidenciando que o aumento da porcentagem de gema no ovo, devido à passagem de água do albúmen para a gema, faz com que a mesma se expanda, diminuindo sua altura e aumentando o seu diâmetro.

O ovo pode ser classificado em grupos de qualidades diferentes, com base no valor do índice de gema encontrado. Recebe classificação AA ($IG \geq 0,42$); A ($0,35 < IG \leq$

0,41), B ($0,17 < IG \leq 0,34$), C ($IG \leq 0,17$) (Li *et al.*, 2017). No entanto, os valores ideais para esse parâmetro se encontram na faixa entre 0,39 a 0,45 (Oliveira; Oliveira, 2013). Com base nessa classificação, o ovo controle deste estudo obteve classificação AA somente no primeiro dia de análise, já os ovos revestidos mantiveram esse padrão até o 21º dia de análise. A partir do 28º dia de estudo, o IG decaiu rapidamente, apresentando valores de 0,15, 0,24 e 0,21, para os ovos OSR, OAA e OEA, respectivamente.

Com base nos dados mostrados na Tabela 6, nota-se que revestimento à base de fécula de mandioca adicionado de extrato aquoso de alho pode retardar a degradação do albúmen e da gema, desacelerando a perda de qualidade, preservando o frescor do ovo por uma semana. O uso do revestimento à base de fécula de mandioca e extrato etanólico de alho também retarda a perda de qualidade do ovo armazenado em temperatura ambiente.

5.6.4 Gravidade Específica

A gravidade específica é uma análise que estima a quantidade de casca depositada, sendo relacionada com a porcentagem da casca. Essa análise permite a avaliação indireta da qualidade da casca, sem haver a quebra do ovo (Harder *et al.*, 2008; Oliveira; Oliveira, 2013). Quanto maior o valor obtido para a gravidade específica, melhor será a qualidade da casca, salientando que existem fatores que afetam a gravidade específica do ovo, como peso da matéria-prima, idade da poedeira, temperatura e tempo de estocagem (Fernandes, 2021).

Segundo Harder *et al.* (2008), a resistência à quebra da casca do ovo é diretamente proporcional a gravidade específica, de tal forma que quanto maior a densidade do ovo, maior será a resistência à quebra. Freitas *et al.* (2004) afirmam que a gravidade específica pode sofrer alteração de seu valor devido as fissuras na casca, influenciando na fragilidade da casca em ovos mais velhos.

É possível observar que os valores encontrados para a gravidade específica diminuíram com o aumento do tempo de armazenamento (Tabela 7). Os tratamentos não apresentaram diferença quando comparados entre si, indicando que a combinação da fécula de mandioca, com glicerol e extrato aquoso ou etanólico de alho, não interferem negativamente na densidade dos ovos.

Tabela 7 – Gravidade específica (g/cm^3) para ovos revestidos e ovo não revestido durante 63 dias de armazenamento a temperatura ambiente (28C).

Tempo (dias)	OSR	OAA	OEA
1	$1,085 \pm 0,089^{\text{aA}}$	$1,083 \pm 0,007^{\text{aA}}$	$1,089 \pm 0,003^{\text{aA}}$
7	$1,077 \pm 0,004^{\text{aAB}}$	$1,075 \pm 0,006^{\text{aA}}$	$1,079 \pm 0,004^{\text{aB}}$
14	$1,059 \pm 0,005^{\text{aABC}}$	$1,059 \pm 0,005^{\text{aB}}$	$1,063 \pm 0,005^{\text{aC}}$
21	$1,041 \pm 0,010^{\text{aABCD}}$	$1,045 \pm 0,008^{\text{aC}}$	$1,046 \pm 0,007^{\text{aD}}$
28	$1,033 \pm 0,002^{\text{aBCD}}$	$1,033 \pm 0,008^{\text{aD}}$	$1,031 \pm 0,007^{\text{aE}}$
35	$1,015 \pm 0,008^{\text{aCD}}$	$1,020 \pm 0,012^{\text{aE}}$	$1,017 \pm 0,010^{\text{aF}}$
42	$1,009 \pm 0,010^{\text{aD}}$	$1,008 \pm 0,005^{\text{aF}}$	$1,005 \pm 0,003^{\text{aG}}$
49	$1,003 \pm 0,001^{\text{aD}}$	$1,005 \pm 0,005^{\text{aF}}$	$1,002 \pm 0,004^{\text{aG}}$
56	$1,003 \pm 0,000^{\text{aD}}$	$1,004 \pm 0,002^{\text{aF}}$	$1,003 \pm 0,002^{\text{aG}}$
63	$1,002 \pm 0,003^{\text{aD}}$	$1,002 \pm 0,002^{\text{aF}}$	$1,001 \pm 0,001^{\text{aG}}$

OSR – ovo sem revestimento; OAA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; OEA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho. Valores representados por média \pm desvio padrão. Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos; letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tempos de armazenamento pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte:Autor (2024).

Os resultados deste trabalho condizem com os valores encontrados por Salgado *et al.* (2018) ao constatarem que ovos revestidos com diferentes soluções (gelatina e própolis) não tiveram diferença significativa quando comparados com o ovo controle. Porém, ovo revestido com óleo mineral teve resultados maiores em relação às outras amostras, devido à hidrofobicidade do óleo, diminuindo a perda de peso por evaporação da água. Pissinati *et al.* (2014), não encontraram diferenças significativas entre os ovos revestidos com gelatina e os ovos controle, ou seja, ovos sem revestimento, nos dias 7, 28 e 35.

Segundo Oliveira e Oliveira (2013), valores normais de densidade se encontram na faixa de $1,080$ e $1,084 \text{ g/cm}^3$. De forma complementar, Rosa e Ávila (2000) citado por Henriques, Rodrigues e Uczay (2018), afirmam que ovos com casca de qualidade inferior apresentam valores de gravidade específica menor que $1,07 \text{ g/cm}^3$. Dessa forma, a partir do 14º dia de estudo (Tabela 7), os ovos dos três tratamentos se mostraram abaixo do valor ideal indicado pela literatura, sendo esses valores influenciados por fatores como idade da poedeira, temperatura e tempo de estocagem.

De acordo com Lana *et al.* (2017), a gravidade específica do ovo decresce com o tempo de armazenamento e com as condições de estocagem, pois são fatores que afetam a

velocidade da perda de água. Nota-se que o uso de revestimento não afeta a gravidade específica do ovo.

5.6.5 Potencial hidrogeniônico da gema e da clara

O pH é uma medida de qualidade que varia de acordo com as condições de armazenamento do ovo, servindo como um indicativo de frescor do ovo (Espíndola, 2018). Em ovos recém-postos, o pH do albúmen pode variar entre 7,6 e 8,5. O aumento da idade do ovo e a perda de dióxido de carbono pela casca provocam uma alcalinização da clara, podendo alcançar o valor de 9,7 (Oliveira; Oliveira, 2013; Franceschi, 2018).

O pH da gema de um ovo fresco, geralmente está em torno de 6,0, podendo atingir valores próximos a 6,9 de acordo com o tempo de armazenamento (Oliveira; Oliveira, 2013). A variação do pH da gema ocorre devido as trocas gasosas pelos poros da casca do ovo, que provoca um aumento da alcalinidade da gema, ou pela incorporação da água do albúmen para a gema, tornando o pH da gema mais próximo da neutralidade (Espíndola, 2018; Franceschi, 2018).

A Tabela 8 apresenta os valores obtidos da medição do potencial hidrogeniônico da gema e da clara dos ovos analisados. Com base nos dados apresentados na Tabela 8, é possível observar que os valores de pH da gema não variaram entre os tratamentos, porém, em relação ao tempo, o valor do pH aumenta, ultrapassando o valor de 7. O aumento do valor do pH da gema está relacionado com a degradação do ovo e a transferência da água do albúmen para a gema.

Tabela 8 - Valores de pH da gema e da clara de ovos revestidos e sem revestimento armazenados por 63 dias a temperatura ambiente (28°C).

(Continua)

Tempo (dias)	pH gema			pH albúmen		
	OSR	OAA	OEA	OSR	OAA	OEA
1	6,10 ± 0,03 ^{aA}	6,15 ± 0,07 ^{aA}	6,17 ± 0,18 ^{aA}	8,22 ± 0,14 ^{aA}	8,13 ± 0,10 ^{aA}	8,26 ± 0,16 ^{aA}
7	6,28 ± 0,18 ^{aAB}	6,28 ± 0,11 ^{aAB}	6,25 ± 0,20 ^{aA}	8,26 ± 0,69 ^{aA}	8,24 ± 0,15 ^{aAB}	8,28 ± 0,17 ^{aA}
14	6,36 ± 0,25 ^{aBCDE}	6,43 ± 0,20 ^{aABC}	6,40 ± 0,13 ^{aAB}	8,43 ± 0,18 ^{aAB}	8,32 ± 0,21 ^{aAB}	8,34 ± 0,22 ^{aA}

Tabela 8 - Valores de pH da gema e da clara de ovos revestidos e sem revestimento armazenados por 63 dias a temperatura ambiente (28°C).

Tempo (dias)	pH gema			pH albúmen			(Conclusão)
	OSR	OAA	OEA	OSR	OAA	OEA	
21	6,46 ± 0,27 ^{aABC}	6,47 ± 0,20 ^{aABCD}	6,44 ± 0,24 ^{aAB}	8,78 ± 0,06 ^{aBC}	8,51 ± 0,24 ^{bBC}	8,55 ± 0,21 ^{bAB}	
28	6,51 ± 0,26 ^{aBCD}	6,51 ± 0,35 ^{aABCD}	6,50 ± 0,21 ^{aABC}	8,80 ± 0,00 ^{aBC}	8,48 ± 0,16 ^{bBC}	8,55 ± 0,16 ^{bABC}	
35	6,76 ± 0,14 ^{aCDE}	6,73 ± 0,41 ^{aBCD}	6,76 ± 0,24 ^{aBC}	9,05 ± 0,07 ^{aCD}	8,81 ± 0,21 ^{bCD}	8,92 ± 0,10 ^{abCD}	
42	6,87 ± 0,36 ^{aDEF}	6,82 ± 0,48 ^{aBCD}	6,91 ± 0,30 ^{aCDE}	9,00 ± 0,12 ^{aCD}	8,86 ± 0,18 ^{aDE}	8,90 ± 0,05 ^{aBCD}	
49	6,89 ± 0,19 ^{aDEF}	6,80 ± 0,46 ^{aBCD}	6,84 ± 0,25 ^{aCD}	9,41 ± 0,29 ^{aDE}	8,94 ± 0,33 ^{bDE}	8,99 ± 0,37 ^{bDE}	
56	6,93 ± 0,18 ^{abEF}	6,96 ± 0,54 ^{aCD}	7,18 ± 0,20 ^{aDE}	9,58 ± 0,29 ^{aE}	9,17 ± 0,16 ^{bEF}	9,31 ± 0,40 ^{abEF}	
63	7,16 ± 0,38 ^{aF}	7,04 ± 0,38 ^{aD}	7,27 ± 0,31 ^{aE}	9,76 ± 0,10 ^{aE}	9,54 ± 0,32 ^{aF}	9,47 ± 0,27 ^{aF}	

OSR – ovo sem revestimento; OAA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; OEA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho. Valores representados por média±desvio padrão. Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos; letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre os tempos de armazenamento pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte:Autor (2024).

Para o pH do albúmen, houve aumento do valor com o aumento do tempo de armazenamento, com o ovo controle alcançando o valor de 9,76 em 10 semanas de estudo, significando o estado deteriorado do ovo. Já em relação aos tratamentos, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras a partir do vigésimo oitavo dia de análise, sendo o ovo controle, o tratamento que possuiu valores de pH mais elevados, indicando que a cobertura reduziu a perda de qualidade do ovo. O aumento do pH desestabiliza as proteínas da clara levando ao enfraquecimento das ligações. Com isso, ocorre a desestruturação das proteínas do albúmen, tornando-o mais liquefeito. Além disso, a desnaturação das proteínas da clara provoca a perda de suas propriedades tecnológicas, como a gelatinização, e também afeta negativamente no escore de Unidade Haugh, diminuindo seu valor à medida que o pH aumenta (Sheng *et al.*, 2020).

Espíndola (2018) avaliou ovos revestidos com solução de fécula de mandioca em

diferentes concentrações, e verificou que não apresentaram diferença significativa entre as amostras revestidas e não revestidas em relação ao pH da gema, mas houve diferenças entre o pH do albúmen entre os ovos revestidos e os não revestidos. O mesmo padrão pode ser observado no trabalho de Mendonça *et al.* (2023), no qual, ovos revestidos com coberturas à base de amido de babaçu apresentaram diferenças significativas no valor do pH do albúmen em relação ao controle, mas não houve diferença no valor do pH da gema. Os resultados deste trabalho são condizentes com os dos autores citados. O aumento do pH do albúmen ocorreu devido à hidrólise do ácido carbônico, liberando CO₂ através dos poros da casca. Com o passar do tempo, o albúmen se tornou mais liquefeito, com sua viscosidade reduzida em consequência da alteração da acidez do meio (Rachtanapun *et al.*, 2022).

5.7 Contagem de bolores

Inicialmente foi avaliada a presença de microrganismos em superfícies de ovos a cada sete dias, porém devido à baixa contagem, optou-se por realizar as análises a cada 14 dias. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Contagem de bolores (UFC/g) na superfície de casca de ovos com e sem revestimento durante 56 dias de armazenamento a temperatura ambiente (28°C).

Tratamento	Tempo (dias)					
	1	7	14	28	42	56
OSR	1×10 ²	< 10	1×10 ²	4×10 ²	2×10 ²	2×10 ²
OAA	< 10	< 10	8×10 ²	2×10 ²	< 10	1×10 ²
OEA	1,7×10 ³	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

OSR – ovo sem revestimento; OAA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; OEA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho.

Fonte: Autor (2024).

O tratamento mais eficiente para prevenir o crescimento de bolores durante o período de armazenamento em temperatura ambiente foi o revestimento R2 (revestimento à base de fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho), apresentando resultados baixos em quase todos os tempos analisados (Tabela 09). A contagem elevada da amostra OEA no primeiro dia de tratamento pode ter sido proveniente de contaminação cruzada durante a manipulação da amostra.

O alho apresenta potencial como agente antifúngico. Em estudo realizado por Souza (2010), o uso de extrato aquoso de alho em concentração de 5% conseguiu inibir em 100% o crescimento micelial de *A. niger*. Souza e Soares (2013), verificaram que extrato

aquoso de alho apresenta alta atividade antifúngica sobre os fitopatógenos *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Cercospora kikuchii* e *Phomopsis* sp. Ratificando o potencial antifúngico do alho, Caetano *et al.* (2021) verificam que extrato de alho, quando estes são macerados, apresentaram maiores taxas de inibição de *C. albicans* quando comparado ao uso do alho em lascas para inibir o crescimento desse patógeno.

Os extratos de alho utilizados neste estudo foram produzidos a partir da trituração do alho. O uso do alho macerado para elaboração de extrato apresenta bons resultados como antimicrobiano, pois com a utilização dessa técnica, há o rompimento da membrana externa do alho, ocasionando a liberação e ação dos seus compostos ativos (Caetano *et al.*, 2021). Mouffok *et al.* (2023) afirmaram que o alho apresenta substâncias bioativas, como aminoácidos, saponosídeos, esteróis e flavonoides, sendo a alicina o composto mais importante, pois uma vez que essa substância é transformada em alicina, irá inibir o crescimento de bactérias e fungos ao inibir parcialmente a síntese de DNA e de proteínas, juntamente com a síntese do RNA.

Os ovos OEA, que foram revestidos com revestimento R2 tiveram melhores resultados do que os ovos OAA, por conta da composição da cobertura, possuindo álcool etílico a 70% para elaboração do extrato ao invés de água. A ação do álcool 70% se concentra na desnaturação e coagulação proteica, na desregulação metabólica celular e no rompimento citoplasmático e lise celular do microrganismo (Costa, 2019). Dessa forma, a combinação do alho com o álcool 70% se tornou mais efetivo contra crescimento de bolores na casca do ovo, quando comparada à combinação alho e água na formulação do extrato.

Vale salientar que apesar do extrato aquoso ter apresentado melhores resultados de CIM em relação as cepas de bolores de *P. miczynskii* e *A. flavus* (Tabela 1), o revestimento R2 apresentou maior eficácia contra o crescimento de bolores nas cascas de ovos, uma vez que nos ovos estudados, não foi possível fazer o isolamento dos microrganismos que estavam presentes na casca, podendo estar presentes além de bolores, leveduras também. Dessa forma, o revestimento R2 foi mais eficiente em inibir o crescimento de bolores e leveduras do ambiente ao qual o ovo estava armazenado.

A legislação brasileira não define padrões mínimos para contagem de bolores e leveduras em ovos *in natura*, havendo limites somente para ovos em conserva ou ovos em salmoura. De modo a evitar perdas, as indústrias avícolas tentam diminuir a contaminação de ovos por bolores e leveduras, de forma a garantir ao consumidor um alimento que não lhe cause malefícios à saúde, e, pelo fato que bolores causam a liquefação ou coagulação do ovo, alterando características de sabor e odor do alimento (Zanatta *et al.*, 2023).

Vicenzi *et al.* (2016), utilizaram extrato alcóolico de alho como sanitizante em ovos e verificaram que o alho foi eficiente na inibição de crescimento de microrganismos como a *Salmonella* e *Shigella*. Muitos trabalhos utilizam o alho como antifúngicos para diversos alimentos ou em cultivos. Em trabalho realizado por Sittisart, Yossan e Prasertsan (2017), foi possível verificar que extrato aquoso de alho em concentrações de 40 e 60% inibiram por completo o crescimento de fungos em seringueiras, sendo mais eficiente que extratos de outras plantas como a pimenta e a cebola chalota.

Bocate, Evangelista e Luciano (2021), avaliaram o efeito do óleo essencial de alho na preservação microbiológica de milho, verificando que o óleo essencial de alho foi efetivo contra o crescimento de fungos como *Gibberella zeae* e *Fusarium verticillioides*, sendo um ótimo agente natural antifúngico. Vale salientar que em seu trabalho, Bocate, Evangelista e Luciano (2021) acharam que o CIM encontrado para o óleo essencial de alho foi de 2 µL/L, corroborando que em baixas concentrações, o alho pode ser um ótimo agente antifúngico.

Estudos sobre a contaminação de bolores e leveduras em casca de ovos são escassos, sendo mais frequentes estudos sobre a contaminação por bactérias, talvez pelo fato de que a presença de fungos em ovos está associada à deterioração do ovo e não a doenças de origem alimentar (Chousalkar; Khan; McWhorter, 2021). Vasconcelos (2018) analisou a presença de fungos em casca de ovos comercializados no estado do Amazonas, localizado na Região Norte do Brasil. A autora encontrou valores de bolores variando entre $1,4 \times 10^1$ a $4,2 \times 10^1$ UFC/g. Já Fraga *et al.* (2010), verificaram que a integridade da casca e a embalagem de comercialização impacta sobre a quantidade de fungos presentes na superfície, alcançando valores de $4,3 \times 10^1$ UFC/g quando o ovo apresenta fissuras e é comercializado em embalagem aberta.

Os ovos analisados neste estudo apresentaram valores de contagem de unidades formadoras de colônias de fungos superiores aos encontrados nos estudos de Fraga *et al.* (2010) e de Vasconcelos (2018). Fatores atrelados às condições de armazenamento tais como, temperatura, umidade relativa, local, podem influenciar na maior quantidade de bolores encontrados.

Outro fator que justifica a maior contagem se dá pelo fato que foi utilizada uma análise quantitativa para fungos, não sendo capaz de isolar o bolor da levedura, dessa forma, durante a leitura, pode ter sido contado também colônias de leveduras, podendo apresentar valores maiores do que o esperado. No entanto, os valores apresentados na Tabela 08, são condizentes com os valores encontrados no trabalho de Lima *et al.* 2018, ao apresentar quantidades de $5,9 \times 10^3$ UFC/g de bolores e leveduras em casca de ovos comercializados em

feiras livres, e de $2,1 \times 10^3$ UFC/g em ovos vendidos em mercados.

Dessa forma, pode-se inferir que os resultados encontrados neste trabalho apresentaram um revestimento capaz de reduzir o crescimento de cepas de fungos em casca de ovos, indicando que os extratos de alhos adicionados em revestimento à base de fécula de mandioca não favorecem o desenvolvimento de bolores e leveduras.

6 CONCLUSÃO

A cobertura para ovos com fécula de mandioca e extrato etanólico de alho se mostrou capaz de reduzir as alterações na qualidade dos ovos durante o armazenamento em temperatura ambiente e também reduzir o desenvolvimento fúngico presente no ambiente de armazenamento.

Ao ser aplicado em ovos, as coberturas demonstraram favorecer a manutenção da qualidade dos ovos armazenados em temperatura ambiente em cerca de uma semana a mais, quando comparados com o ovo não revestido.

REFERÊNCIAS

- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. 2021. **Relatório Anual**, 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/mercados/>. Acesso em: 30 de jun. 2022.
- ALCÂNTRA, L. O de. **Avaliação de propriedades de superfície de revestimentos aplicados a filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e camarão (*Litopenaeus vannamei*)**. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Biotecnologia em Recursos Naturais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- ALLEONI, A. C. C., ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 681-685, out./dez. 2001.
- ALSOBAYEL, A. A.; ALBADRY, M. A. Effect of storage period and strain of layer on internal and external quality characteristics of eggs marketed in Riyadh area. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 10, n. 1, p. 41–45, jan. 2011.
- ANDRADE, M. A., *et al.* Avaliação da qualidade bacteriológica de ovos de galinha comercializados em Goiânia. Goiás. Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 4, p. 221-228, 2004.
- APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 5th ed. Washington: APHA, 2015.995p.
- ARAÚJO, W.A.G; ALBINO, L.F.T. **Comercial Incubation (Incubação Comercial)**. 01. ed. Trivandrum, Kerala, INDIA: Transworld Research Network, v. 01. 169p, 2011.
- ASSIS. O. B. G., BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97, abr. 2014.
- ASTM. **ASTM E96-95 Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials**ASTM, v. 10, [s.n.], p. 1-8, 2000.
- AZEREDO, H. M. C. (ed). **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2. ed. Brasília-DF: EMBRAPA, 2012. 328 p.
- BAKRI, I. M.; DOUGLAS, C. W. I. Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. **Archives of Oral Biology**, v. 50, n. 7, p. 645–651, jul. 2005.
- BLANCAS-BENITEZ, F. J. *et al.* Impact of edible coatings on quality of fruits: A review. **Food Control**, v. 139, p. 109063, set. 2022.
- BOCATE, K. P.; EVANGELISTA, A. G.; LUCIANO, F. B. Garlic essential oil as an antifungal and anti-mycotoxin agent in stored corn. **LWT**, v. 147, p. 111600, jul. 2021.
- BRASIL. Decreto Nº 9.013, de 29 de março de 2017. Dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto Nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Dispõe sobre o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Nº 612, de 06 de julho de 2022. Aprova os requisitos de instalações, equipamentos e os procedimentos para o funcionamento de granjas avícolas e de unidades de beneficiamento de ovos e derivados a registradas no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Nº 747, de 06 de fevereiro de 2023. Aprova a uniformização da nomenclatura dos ovos em natureza e dos produtos de ovos não submetidos a tratamento térmico. **Diário Oficial da União**.

BRASIL, R. J. M. *et al.* Tecnologia de revestimento de ovos para manutenção da qualidade e aumento do tempo de prateleira. **Rev. Cient. Avic. Suin.** v. 5, n. 2, p. 041-053, 2019.

BRITO, B. G. de *et al.* **Produção e curiosidades sobre o ovo**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2021. 26 p.

BRITO, A. E. DE O.; SILVA, C. S. M. DA. Atividade antimicrobiana de extratos vegetais de especiarias do norte do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e52011226047, 4 fev. 2022.

BROOKS, J.; TAYLOR, D. J. **Eggs and egg products**. Department of Science and Industrial Research. Food Investigation Special Report Nº 60, London. 1955.

CAETANO, G. M. *et al.* Atividade antifúngica do alho (*Allium sativum*) sobre *Candida albicans*. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 24, n. 1, p. 112 – 126, 2021.

CAUDILL, A. B. *et al.* The effects of commercial cool water washing of shell eggs on Haugh unit, vitelline membrane strength, aerobic microorganisms, and fungi. **Poultry Science**, v. 89, n. 1, p. 160–168, jan. 2010.

CHEN, C. *et al.* Broad-spectrum antimicrobial activity, chemical composition and mechanism of action of garlic (*Allium sativum*) extracts. **Food Control**, v. 86, p. 117-125, 2018.

CHEN, X. *et al.* Eggshell membrane-mimicking multifunctional nanofiber for in-situ skin wound healing. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 210, p. 139–151, jun. 2022.

CHOUSALKAR, K. K.; KHAN, S.; MCWHORTER, A. R. Microbial quality, safety and storage of eggs. **Current Opinion in Food Science**, v. 38, p. 91–95, abr. 2021.

COSTA, G. L. M. **Avaliação antifúngica do álcool 70% e hipoclorito de sódio 2% em superfícies de empresa ambiental no estado da Bahia, Brasil**. 2019. 20 f. TCC (Graduação) – Ciências Biológicas, Universidade Católica do Salvador, 2019.

DEMIR, T. *et al.* Phenolic profile and investigation of biological activities of *Allium*

scorodoprasum L. subsp. rotundum. **Food Bioscience**, v. 46, p. 101548, abr. 2022.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. D. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 945–954, 9 jan. 2009.

DIAS, F. G. B. **Determinação de propriedades biológicas e prospecção fitoquímica dos extratos das folhas de *Physalis angulata* L. silvestre e cultivada**. 2020. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

DÍAZ, A. *et al.* Technological properties of sour cassava starches: Effect of fermentation and drying processes. **LWT**, v. 93, p. 116–123, jul. 2018.

DING, L. *et al.* Foaming properties and aggregation mechanism of egg white protein with different physical treatments. **LWT**, v. 153, p. 112505, jan. 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mandioca em números**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>. Acesso em: 14 set. 2022.

ENESI, R. O. *et al.* Effects of expanding cassava planting and harvesting windows on root yield, starch content and revenue in southwestern Nigeria. **Field Crops Research**, v. 286, p. 108639, out. 2022.

ESPÍNDOLA, M. H. M. **Uso de revestimento a base de fécula de mandioca sob a qualidade de ovos caipiras armazenados em temperatura ambiente**. 2018. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

ESTEVEZ-ARECO, S. *et al.* Active bilayer films based on cassava starch incorporating ZnO nanorods and PVA electrospun mats containing rosemary extract. **Food Hydrocolloids**, v. 108, p. 106054, nov. 2020.

FABIEN, A. *et al.* Contact angle of ethanol, water, and their mixtures on stainless steel surfaces in dense carbon dioxide. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 655, p. 535–545, fev. 2024.

FANG, B.; NAKAGAWA, K. Effect of pH, ionic strength, and freezing treatment on a colloidal suspension of egg white aggregates. **Food Structure**, v. 27, p. 100181, jan. 2021.

FARIAS, M. G. *et al.* O efeito da permeabilidade ao vapor de água, atividade de água, molhabilidade e solubilidade em água em filmes de amido e polpa de acerola. In: **VI Workshop da Rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio**. Fortaleza, CE, 2012.

FERNANDES, A. M. **Efeitos da iluminação monocromática nos parâmetros comportamentais, sanguíneos e de produção de ovos de galinhas poedeiras**. 2021. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Agronegócio e Desenvolvimento, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Tupã, 2021.

FERREIRA, J. C. *et al.* Antimicrobial action of *Allium sativum* L. against *Staphylococcus*

aureus and Escherichia coli strains: A literature review. **Visão Acadêmica**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 50–62, 2021.

FIGUEIREDO, T. C. de. **Características físico-química e microbiológica e aminos bioativas em ovos de consumo**. 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciência Animal, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FONSECA, G. M. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum* Liliaceae) e de seu extrato aquoso. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. V. 16, 2014.

FONSECA, F. N.; MAZZUCO, H.; RIGO, P. P. Caracterização microestrutural e físico-química de ovos comerciais revestidos com diferentes matérias-primas. In: **XVI Congresso APA – Produção e comercialização de ovos**. 14. 2018. Ribeirão Preto, SP.

FRAGA, M. E. *et al.* Avaliação da presença fúngica em ovos de poedeiras comerciais. **Rev. Bras. Med. Vet.**, v. 32, n. 2, p. 71–74, jun. 2010.

FRANCESCHI, C. H. **Efeito de diferentes plastificantes na vida de prateleira de ovos revestidos com proteína concentrada do leite**. 2018. 31 f. TCC (Graduação) – Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

FREITAS, E. R. *et al.* Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 509–512, maio 2004.

GAMBETTA, G. *et al.* Hormonal and Nutritional Changes in the Flavedo Regulating Rind Color Development in Sweet Orange [*Citrus sinensis* (L.) Osb.]. **Journal Of Plant Growth Regulation**, [s.l.], v. 31, n. 3, p.273-282, 14 out. 2011. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-011-9237-5>.

GONG, S. *et al.* Action mode of cranberry anthocyanin on physiological and morphological properties of *Staphylococcus aureus* and its application in cooked meat. **Food Microbiology**, v. 94, p. 103632, abr. 2021.

GUERRA, F. L. *et al.* Análise das condições favoráveis à formação de bolor em edificação histórica de Pelotas, RS, Brasil. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 4, p. 7–23, dez. 2012.

HARDER, M. N. C. *et al.* Efeito da *Bixa orellana* na alteração de características de ovos de galinha. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1232-1237, 2008.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 231–240, mar. 2008.

HENRIQUES, J. J. K. D. S.; RODRIGUES, R. B.; UCZAY, M. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 2, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de ovos de galinha**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/915>. Acesso em: 14 jul. 2022.

- JIANG, X.-Y. *et al.* Garlic polysaccharides: A review on their extraction, isolation, structural characteristics, and bioactivities. **Carbohydrate Research**, v. 518, p. 108599, ago. 2022.
- JIN, H. *et al.* Ultrasonic-assisted spray drying as a tool for improving the instant properties of egg white powder. **Food Structure**, v. 33, p. 100289, jul. 2022.
- JIRAWATJUNYA, J. **Effects of assorted coating materials and room temperature storage on internal quality and oxidative stability of shell eggs**. 2013. 102 f, Dissertação (Mestrado) – Ciência de Alimentos, Louisiana State University, 2013.
- JOHNSTON, N. P. *et al.* Acceptance of brown-shelled eggs in a white-shelled egg market. **Poultry Science**, v. 90, n. 5, p. 1074–1079, maio 2011.
- KHALID, M. *et al.* Assessment of antioxidant, antimicrobial, and anticancer activities of *Sisymbrium officinale* plant extract. **Heliyon**, v. 8, n. 9, p. e10477, set. 2022.
- KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio de Janeiro, RJ. Guanabara Koogan, 2014.
- KUMAR, S. M. *et al.* Antifungal efficacy and the mechanical properties of soft liners against *Candida albicans* after the incorporation of garlic and neem: An in vitro study. **Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry**, v. 8 (3), p. 212-217, 2018.
- 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**, v. 18, n. 1, p. 140–151, mar. 2017.
- LEITE, A. S.; SANTOS, J. S. Potencial antimicrobiano de *Allium sativum* L.: uma revisão. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 14, p. e108101421699, 2021.
- LELEU, S. *et al.* Effects on *Salmonella* shell contamination and trans-shell penetration of coating hens' eggs with chitosan. **International Journal of Food Microbiology**, v. 145, n. 1, p. 43–48, 31 jan. 2011.
- LEMOS, P. V. F. *et al.* Characterization of amylose and amylopectin fractions separated from potato, banana, corn, and cassava starches. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 132, p. 32–42, jul. 2019.
- LI, J. *et al.* Prediction of egg storage time and yolk index based on electronic nose combined with chemometric methods. **LWT**, v. 82, p. 369–376, set. 2017.
- LI, H. *et al.* Naturally and chemically acetylated polysaccharides: Structural characteristics, synthesis, activities, and applications in the delivery system: A review. **Carbohydrate polymers**, v. 313, n. 1, p. 120746, fev. 2023.
- LIMA, W. K. D. S. *et al.* Hygienic-sanitary conditions of eggs marketed in open markets and markets. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 3, 2018.
- LIMA, V. V. C. *et al.* Coberturas de amido de mandioca e inhame na conservação de ovos.

Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e23984949, 20 jun. 2020.

LIU, Q. *et al.* Microplastics contamination in eggs: Detection, occurrence and status. **Food Chemistry**, v. 397, p. 133771, dez. 2022.

LONG, J. *et al.* The reduce of water vapor permeability of polysaccharide-based films in food packaging: A comprehensive review. **Carbohydrate Polymers**, v. 321, p. 121267, dez. 2023.

MACARI, M.; MAIORKA, A. **Fisiologia das aves comerciais**. Jaboticabal: Funep - Fapesp - Facta, 2017. 806 p.

MACHADO, M. *et al.* O alho e a cebola na prevenção de câncer. In: **V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 5. 2010. Maceió – AL.

MAGALHÃES, A. P. C. **Qualidade de Ovos Comerciais de Acordo com a Integridade da Casca, Tipo de Embalagem e Tempo de Armazenamento**. 2007. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

MAIA, K. M. *et al.* Caracterização dos consumidores de ovos na cidade de Maringá - Paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6489–6501, 2021.

MALFATTI, L. H. *et al.* Evaluating and predicting egg quality indicators through principal component analysis and artificial neural networks. **LWT**, v. 148, p. 111720, ago. 2021.

MATHEUS, J. R. V. *et al.* Cassava starch films for food packaging: Trends over the last decade and future research. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 225, p. 658-672, nov. 2022.

MATTOS, A. C. H. **Determinação da molhabilidade de materiais particulados na indústria alimentícia**. 2012. 40 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MELO, A. *et al.* Características físico-químicas e sensoriais de aves e ovos. **PubVet**, v. 9, n. 12, p. 536–543, dez. 2015.

MENDONÇA, G. R. *et al.* Effectiveness of babassu starch and oil coating with plasticizers to improve shelf life of eggs. **Journal of Coatings Technology and Research**, v. 21, n. 1, p. 255–266, jan. 2024.

MICHELIN, D. C. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos vegetais. **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 15, n. 4, p. 316–320, 2005.

MIGLIORINI, M. J. *et al.* Oregano essential oil in the diet of laying hens in winter reduces lipid peroxidation in yolks and increases shelf life in eggs. **Journal of Thermal Biology**, v. 85, p. 102409, out. 2019.

MIHALACHE, O. A.; TEIXEIRA, P.; NICOLAU, A. I. Raw-egg based-foods consumption and food handling practices: A recipe for foodborne diseases among Romanian and Portuguese consumers. **Food Control**, v. 139, p. 109046, set. 2022.

- MIRANDA, K. W. E. **Filme antimicrobiano compost de base lipídica com aplicabilidade em alimentos**. 2015. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- MOBIN, L. *et al.* Antibacterial and antioxidant potential of the phenolic extract and its fractions isolated from *Allium ascalonicum* (onion) peel. **Natural Product Research**, v. 36, n. 12, p. 3163–3167, 18 jun. 2022.
- MOLLAZADE, K.; JÖRISSEN, S.; NÜCHTER, A. Measuring internal quality traits in egg by 3D laser imaging. **Journal of Food Engineering**, v. 291, p. 110289, fev. 2021.
- MORAES, V. K. **Qualidade de ovos comerciais lavados e submetidos a coberturas artificiais**. 2021. 41 f. TCC (Graduação) – Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2021.
- MOTA, A. S. B. *et al.* Internal quality of eggs coated with cassava and yam starches. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 1, p. 47–50, 30 mar. 2017.
- MOUFFOK, A. *et al.* Synergy of garlic extract and deep eutectic solvents as promising natural Antibiotics: Experimental and COSMO_RS. **Journal of Molecular Liquids**, v. 375, p. 121321, abr. 2023.
- NAKANO, T.; IKAWA, N.; OZIMEK, L. Chemical composition of chicken eggshell and shell membranes. **Poultry Science**, v. 82, n. 3, p. 510–514, mar. 2003.
- NARUSHIN, V. G.; ROMANOV, M. N.; GRIFFIN, D. K. A novel Egg Quality Index as an alternative to Haugh unit score. **Journal of Food Engineering**, v. 289, p. 110176, jan. 2021.
- NASCIMENTO, P. A. S. *et al.* Utilização do *Allium sativum* na atenção primária a saúde na perspectiva da comunidade. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.2, p. 13437-13453, 2022.
- NAZARI, M. *et al.* Garlic essential oil nanophytosomes as a natural food preservative: Its application in yogurt as food model. **Colloid and Interface Science Communications**, v. 30, p. 100176, maio 2019.
- NOSHIRVANI, N. *et al.* Cinnamon and ginger essential oils to improve antifungal, physical and mechanical properties of chitosan-carboxymethyl cellulose films. **Food Hydrocolloids**, v. 70, p. 36–45, set. 2017.
- OLIVEIRA, B. L. de; OLIVEIRA, D. D. de. **Qualidade e Tecnologia de Ovos**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2013. 224 p.
- OLIVEIRA, A. C. G. *et al.* **Indicadores de qualidade de ovos de galinha in natura**. Universidade Federal de Viçosa, Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, Divisão de Extensão, Viçosa, MG, p. 38, 2017. (Boletim de extensão, 64).

ORELLANA, L. *et al.* Effect of translucency and eggshell color on broiler breeder egg hatchability and hatch chick weight. **Poultry Science**, v. 102, n. 9, p. 102866, set. 2023.

OYOM, W. *et al.* Application of starch-based coatings incorporated with antimicrobial agentes for preservation of fruits and vegetables: a review. **Progress in Organic Coatings**, v. 166, p. 106800. Mar. 2022.

PAN, D. *et al.* Effect of different concentrations of gellan gum with/without 0.50% basil essential oil on the physicochemical properties of gellan gum-rice bran oil coating emulsions and their application in egg preservation. **Food Chemistry**, v. 418, p. 136030, ago. 2023.

PARRA, C. L. C. *et al.* Soluções de alho (*Allium sativum* L.) no controle de nematódeos gastrintestinais em bovinos jovens da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 545–551, set. 2014.

PELEGRINE, D. H.; GASPARETTO, C. A. Estudo da solubilidade das proteínas presentes no soro de leite e na clara de ovo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 1, p. 57–65, 30 abr. 2003.

PEREIRA, M. M. G.; DE CARVALHO, E. P.; PRADO, G. Crescimento e produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* E *Aspergillus parasiticus*. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 1, 30 jun. 2002.

PEREIRA, C. M. F. *et al.* A cadeia produtiva dos ovos e sua qualidade: uma revisão da produção à venda. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 12, n. 1, p. 45–68, 1 jan. 2021.

PÉREZ-VERGARA, L. D. *et al.* Development and characterization of edible films based on native cassava starch, beeswax, and propolis. **NFS Journal**, v. 21, p. 39–49, nov. 2020.

PILETTI, R. *et al.* Microencapsulation of garlic oil by β -cyclodextrin as a thermal protection method for antibacterial action. **Materials Science and Engineering C**, [S. l.], v. 94, p. 139–149, 2019

PINILLA, C. M. B.; BRANDELLI, A. Antimicrobial activity of nanoliposomes co-encapsulating nisin and garlic extract against Gram-positive and Gram-negative bacteria in milk. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 36, p. 287–293, ago. 2016.

PINILLA, C. M. B.; NOREÑA, C. P. Z.; BRANDELLI, A. Development and characterization of phosphatidylcholine nanovesicles, containing garlic extract, with antilisterial activity in milk. **Food Chemistry**, v. 220, p. 470–476, abr. 2017.

PIRES, P. G. S. **Revestimento à base de proteína de arroz como alternativa para prolongar a vida de prateleira de ovos**. 2019. 160 f. Tese (Doutorado) – Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

PIRES, P. G. da S. *et al.* The use of coatings in eggs: A systematic review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 106, p. 312–321, dez. 2020.

PISSINATI, A. *et al.* Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 531, 27 fev.

2014.

PU, X. *et al.* Development and characterization of acid-induced whey protein concentrate and egg white protein composite gel. **LWT**, v. 164, p. 113624, 02 jun. 2022.

RACHTANAPUN, P. *et al.* Effects of storage temperature on the quality of eggs coated by cassava starch blended with carboxymethyl cellulose and paraffin wax. **Poultry Science**, v. 101, n. 1, p. 101509, jan. 2022.

RIOS, D. A. DA S. *et al.* Food coating using vegetable sources: importance and industrial potential, gaps of knowledge, current application, and future trends. **Applied Food Research**, v. 2, n. 1, p. 100073, jun. 2022.

RODRIGUES, A. S.; ÁVILA, S. G. Physical Chemistry Characterization of chicken Eggshell and its Utilization as Source for Production of Calcium Compounds. **Revista Virtual de Química**, p. 596–607, 2017.

RODRIGUES, J. C. *et al.* Biofilme à base de fécula de mandioca na conservação de ovos de mesa. In: **28º Congresso Brasileiro de Zootecnia**. 28. 2018. Goiânia - GO.

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**, v. 76, n. 5, p. 325 – 329, 2011. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02177.x

SADEGHABADI, Z. A. *et al.* Effects of garlic extract on inflammatory cytokines in rats with type 1 and type 2 diabetes. **Gene Reports**, v. 26, p. 101474, mar. 2022.

SALGADO, H. R. *et al.* Qualidade físico-química e sensorial de ovos de galinhas submetidos a tratamento superficial da casca armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 8, n. 2, 16 ago. 2018.

SALIM, M. H. *et al.* Exploration of multifunctional properties of garlic skin derived cellulose nanocrystals and extracts incorporated chitosan biocomposite films for active packaging application. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 210, p. 639–653, jun. 2022.

SANTOS, M. do. S. V. dos *et al.* Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 513–517, set. 2009.

SANTOS, M. B. *et al.* Efeito inibitório in vitro de extrato vegetal de *Allium sativum* sobre *Aspergillus niger* Tiegh. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.1, p.13-7, 2010.

SANTOS, F. P. dos. **Efeitos antioxidantes da alicina: uma breve revisão**. 33 f. TCC (Graduação) – Graduação em Farmácia, Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes – RO, 2013

SANTOS, P. C. M. *et al.* Garlic (*Allium sativum* L.) peel extracts: From industrial by-product to food additive. **Applied Food Research**, v. 2, n. 2, p. 100186, dez. 2022.

SARAIVA, M. C. *et al.* O alho (*allium sativum* l.) como antimicrobiano natural na

conservação de alimentos e principais tecnologias para sua aplicabilidade: uma revisão atual. In: AMORIM, M. G. R. *et al.* (org.). **Multiplicidade das Ciências Agrárias**. 3. ed. Fortaleza: Editora In Vivo, 2022. Cap. 2. p. 17-29. Disponível em: https://www.editorainvivo.com/_files/ugd/08fcde_55b1e4f79eeb4d7a875080b9ce2f79bd.pdf. Acesso em: 17 nov. 2022.

SAVAIRAM, V. D. *et al.* Allicin: A review of its important pharmacological activities. **Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine**, v. 8, p. 100283, set. 2023.

SEIBEL, N. F. *et al.* Qualidade física e química de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.64, n.1, p.58-64, 2005.

SHARAF EDDIN. A., IBRAHIM, S.A., TAHERGORABI, R. Egg quality and safety with an overview of edible coating application for egg preservation. **Food Chemistry**, v. 296, p. 29–39, 2019.

SHARMA, M. K. *et al.* Effect of housing environment and hen strain on egg production and egg quality as well as cloacal and eggshell microbiology in laying hens. **Poultry Science**, v. 101, n. 2, p. 101595, fev. 2022.

SHENG, X. W. *et al.* A combined approach using slightly acidic electrolyzed water and UV exposure to improve egg internal quality during storage. **Poultry Science**, v. 99, n. 11, p. 6007-6012, nov. 2020.

SHI, R., DAN. B., LÜ, L. Bioactive effects advances of natural polysaccharides. **Journal of Future Foods**, v. 3, n. 3, p. 234-239, fev. 2023

SILVA, T. A. **Elaboração e aplicação de filmes (bio)ativos de quitosana com sais de quartenários de amônio em ovos comerciais**. 2019. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

SILVA, Á. D. L. *et al.* Atividade antibacteriana e moduladora do óleo essencial de *Allium sativum* L. (Alho) Antibacterial and modulator activity of the essential oil of *Allium sativum* L. (Garlic). **Visão Acadêmica**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 4–16, 2019.

SILVA, V. A. O. P. da. *et al.* Construção de um suporte ajustável lab-made impresso em 3D para medição de ângulo de contato. **Revista Química Nova**, v. 43, n. 9, p. 1312-1319, 2020. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170624>.

SILVA, F. G. **Extrato oleoso de alho (*Allium sativum* L.) e óleo de coco (*Cocos nucifera* L.) como película protetora de ovos**. 2022. 44 f. TCC (Graduação) – Zootecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2022.

SITTISART, P.; YOSSAN, S.; PRASERTSAN, P. Antifungal property of chili, shallot and garlic extracts against pathogenic fungi, *Phomopsis* spp., isolated from infected leaves of para rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Agriculture and Natural Resources**, v. 51, n. 6, p. 485–491, dez. 2017.

SOARES, R. D. A. *et al.* Avaliação microbiológica de ovos revestidos com nanobiopolímero a base de isolado proteico de soro. **Revista Semiárido De Visu**, v. 6, n. 2, p. 72–83, 31 ago. 2018.

SOARES, R. de A. *et al.* Impact of whey protein isolate/sodium montmorillonite/sodium metabisulfite coating on the shelf life of fresh eggs during storage. **LWT**, v. 139, p. 110611, mar. 2021.

SOUZA, H. B. A. *et al.* Influência da idade sobre a qualidade dos ovos. **Científica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 217 – 226, 1994.

SOUZA, L. S. S. **Extratos aquosos de alho (*Allium sativum* L.) e sisal (*Agave sisalana* Perrine) no controle de *Aspergillus niger* e da podridão vermelha do sisal**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

SOUZA, C. O. DE; SILVA, L. T.; DRUZIAN, J. I. Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpas de manga e de acerola. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 262–267, 2012.

SOUZA, L. S. S.; SOARES, A. C. F. Extrato aquoso de alho (*Allium sativum* L.) no controle de *Aspergillus niger* causador da podridão vermelha em sisal. **Tecno-Lógica**, v. 17, n. 2, p. 124-128, 2013.

SOUZA, I. I. M. S. *et al.* Revestimento bioativo à base de fécula de mandioca (*Manihot esculenta*) e beterraba acrescido de óleo de copaíba balsâmico (*Copaifera officinalis*) para conservação de carne bovina in natura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e15810212003, fev. 2021.

STADELMAN, W. J. The preservation of quality in shell eggs. In: STADELMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. (Ed). **Eggs science and technology**. 4th ed. Westport, Conn: AVI Publishing, p.67-79, 1995.

STRINGHINI, M. L. F. *et al.* Características bacteriológicas de ovos lavados e não lavados de granjas de produção comercial. **Ci. Anim. Bras.** 2009; 10(4): 1317-1327

SUN, R. *et al.* Effect of basil essential oil and beeswax incorporation on the physical, structural, and antibacterial properties of chitosan emulsion based coating for eggs preservation. **LWT**, v. 150, p. 112020, out. 2021.

SÜNDER, A. *et al.* Egg yolk colour in organic production as affected by feeding – Consequences for farmers and consumers. **Food Chemistry**, v. 382, p. 131854, jul. 2022.

TAGUCHI, T. *et al.* Evaluation of starch retrogradation by X-ray diffraction using a water-addition method. **LWT**, v. 173, p. 114341, jan. 2023.

TESFAYE, A. Revealing the therapeutic uses of garlic (*Allium sativum*) and its potential for drug discovery. **The Scientific World Journal**, v. 2021, p. 1-7, 30 dez. 2021.
<https://doi.org/10.1155/2021/8817288>

TORRICO, D. D. *et al.* Quality of eggs coated with oil-chitosan emulsion: Combined effects of emulsifier types, initial albumen quality, and storage. **LWT**, v. 57, p. 35-41, dez. 2014.

UCELLA-FILHO, J. G. M. *et al.* Tannin-rich bark extract of plants as a source of antimicrobial bioactive compounds: A bibliometric analysis. **South African Journal of Botany**, v. 150, p. 1038–1050, nov. 2022.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Egg-Grading Manual. Washington. n.75, 2000. Disponível em: <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3004502>. Acesso em: 18 set. 2022.

VASCONCELOS, L. A. S. de. **Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química de ovos comercializados em Manaus, AM**. 2018. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciência Animal, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

VICENTINI, N. M.; CEREDA, M. P.; CÂMARA, F. L. de A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alteração da cor de frutos de pimentão. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 713-716, jul. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-90161999000300028>.

VICENZI, B. G. *et al.* Extrato de *Allium sativum* L. como sanitizante de ovos: uma alternativa para a produção orgânica. In: **5º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica**. 5. 2016. Bento Gonçalves – RS.

VIEIRA, D. A. P. *et al.* Microbiota of eggs revealed by 16S rRNA-based sequencing: From raw materials produced by different suppliers to chilled pasteurized liquid products. **Food Control**, v. 96, p. 194–204, fev. 2019.

VILELA, D. R. **Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais com casca normal e vítrea**. 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

VILLADIEGO, A. M. D. *et al.* Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 300, p. 221-244, 2005.

WOLTER, A. T., PINTO, A. T. Avaliação da vida de prateleira de ovos de galinha com revestimento à base de proteína. In: CORDEIRO, C. A. M., SILVA, E. M., EVANGELISTA-BARRETO, N. S. (org.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisa e Práticas Contemporâneas**. V. 2. Guarujá, SP. Editora Científica Digital LTDA, 2021. Cap. 9, p. 140-152. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/livro-ciencia-e-tecnologia-de-alimentos-pesquisa-e-praticas-contemporaneas-vol2>. Acesso em: 03 mar. 2023.

WANG, B. *et al.* Preservation of duck eggs through glycerol monolaurate nanoemulsion coating. **Current Research in Food Science**, v. 4, p. 752-757, out. 2021.

WANG, X. *et al.* Allicin affects the pharmacokinetics of sulfadiazine and florfenicol by downregulating the expression of jejunum P-gp and BCRP in broilers. **Poultry Science**, v. 101, n. 7, p. 101947, jul. 2022.

WANG, Z. *et al.* Refine localizations of functional variants affecting eggshell color of Lueyang black-boned chicken in the SLCO1B3. **Poultry Science**, v. 103, n. 1, p. 103212, jan. 2024.

YAO, K. *et al.* Non-destructive detection of egg qualities based on hyperspectral imaging. **Journal of Food Engineering**, v. 325, p. 111024, jul. 2022.

YUAN, X. *et al.* A combined approach using slightly acidic electrolyzed water spraying and chitosan and pectin coating on the quality of the egg cuticle, prevention of bacterial invasion, and extension of shelf life of eggs during storage. **Food Chemistry**, v. 389, p. 133129, set. 2022.

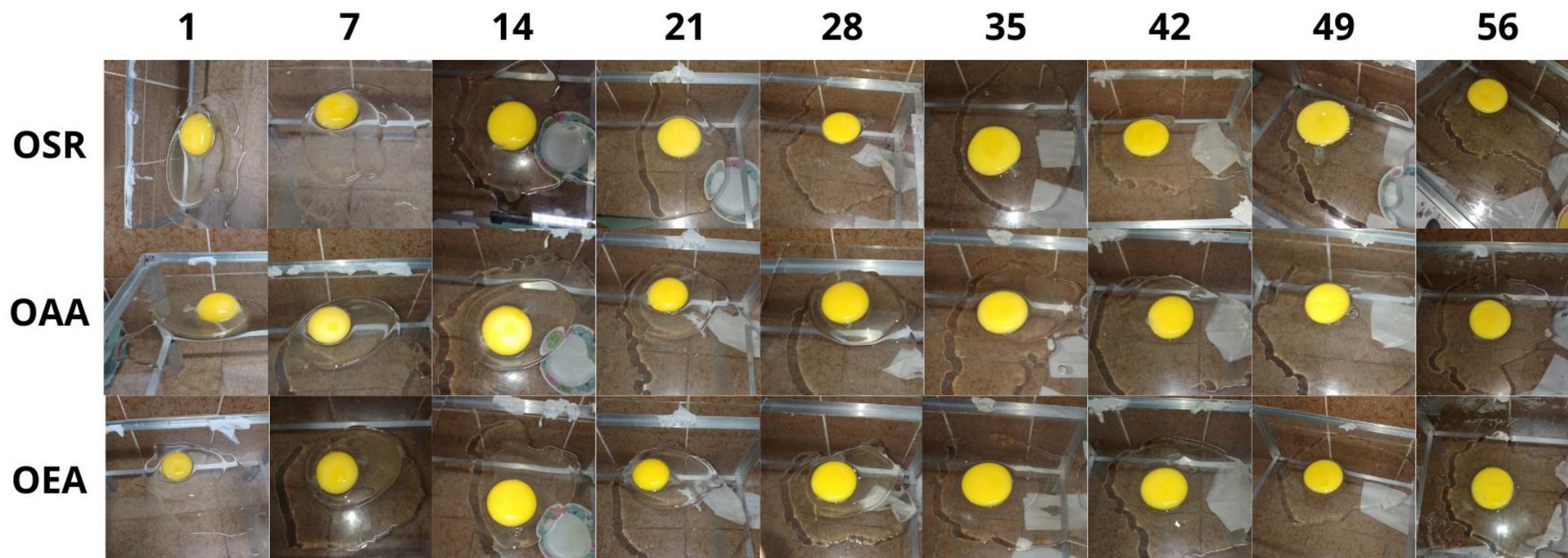
ZANATTA, G. *et al.* Avaliação microbiológica de ovos comerciais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 20, n. 43, 30 mar. 2023.

ZENG, L. *et al.* Research Note: L*a*b* color space for prediction of eggshell pigment content in differently colored eggs. **Poultry Science**, v. 101, n. 8, p. 101942, ago. 2022.

ZHANG, F. *et al.* Selective removal effect of subcritical fluid extraction on egg yolk lipids and characterization and enzymatic improvement of defatted egg yolk powder. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 80, p. 103090, ago. 2022.

ZHU, F. Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 122, p. 456–480, maio 2015.

APÊNDICE A – APARÊNCIA DE OVOS REVESTIDOS E SEM REVESTIMENTOS DURANTE ARMAZENAMENTO A TEMPERATURA AMBIENTE



OSR – ovo sem revestimento; OAA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato aquoso de alho; OEA – ovo revestido com fécula de mandioca, glicerol e extrato etanólico de alho.

Fonte: Autor (2024)