

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTENCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Qualidade de ovos de poedeiras marrons provenientes de sistema livre de gaiolas

Ligia Sarneiro Pereira

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini

GOIÂNIA
2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

LIGIA SARNEIRO PEREIRA

3. Título do trabalho

Qualidade de ovos de poedeiras marrons provenientes de sistema livre de gaiolas

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
 - b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
- O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **José Henrique Stringhini, Professor do Magistério Superior**, em 10/03/2022, às 10:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **LIGIA SARNEIRO PEREIRA, Discente**, em 10/03/2022, às 15:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2745613** e o código CRC **177E94C4**.

LIGIA SARNEIRO PEREIRA

Qualidade de ovos de poedeiras marrons provenientes de sistema livre de gaiolas

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Zootecnia junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás

Área de Concentração:

Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini

Comitê de Orientação:

Prof^a. Dr^a. Fabyola Barros de Carvalho

Dr^a. Carla Daniela Suguimoto Leite

GOIÂNIA
2022

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

Pereira, Ligia Sarneiro

Qualidade de ovos de poedeiras marrons provenientes de sistema livre de gaiolas [manuscrito] / Ligia Sarneiro Pereira, José Henrique Stringhini, Fabyola Barros de Carvalho, Carla Daniela Sugimoto Leite. - 2022.
xiv, 53 f.

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini; co-orientadora Dra. Fabyola Barros de Carvalho; co-orientador Dr. Carla Daniela Sugimoto Leite.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2022.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. albúmen. 2. conservação. 3. idade. 4. poedeira. 5. Unidade Haugh. I. Stringhini, José Henrique. II. Carvalho, Fabyola Barros de . III. Leite, Carla Daniela Sugimoto . IV. Stringhini, José Henrique, orient. V. Carvalho, Fabyola Barros de , co-orient. VI. Título.

CDU 635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **98** da sessão de Defesa de Dissertação de **Ligia Sarneiro Pereira** que confere o título de **Mestra em Zootecnia** pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal.

Aos **oito dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e um – (08/12/2021)** a partir das **08h30min**, cuja participação ocorreu através de videoconferência pelo link <https://meet.google.com/cpy-cjwg-eum>, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**Qualidade de ovos de poedeiras marrons criadas em sistema livre de gaiolas**”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Prof. **José Henrique Stringhini** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Profa. **Nadja Susana Mogyca Leandro - EVZ/UFG**, membro titular interno e Prof. **Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite - IFGoiano, Campus Ceres/GO**, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca fizeram sugestão de alteração do título. do **trabalho conforme explicitado abaixo**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação tendo sido a candidata **Aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Presidente da Banca Examinadora, **José Henrique Stringhini**, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Qualidade de ovos de poedeiras marrons provenientes de sistema livre de gaiolas



Documento assinado eletronicamente por **José Henrique Stringhini, Professor do Magistério Superior**, em 08/12/2021, às 11:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **PAULO RICARDO DE SÁ DA COSTA LEITE, Usuário Externo**, em 08/12/2021, às 11:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nadja Susana Mogyca Leandro, Professora do Magistério Superior**, em 08/12/2021, às 14:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2557412** e o código CRC **5F5DFD89**.

À minha mãe Marilda, meu maior exemplo de amor e
dedicação.

À minha filha, Ana Clara, que me mostra todos os dias o
amor mais puro do mundo.

Ao meu pai, William Stead (*in memorian*), que apesar de não
estar presente fisicamente, sei que sempre esteve ao meu
lado.

Aos meus tios que faleceram vítimas de Covid-19, em
especial tio Alex (*in memorian*) por ter sido um pai para
mim e um avô para a Ana Clara e nunca ter nos
desamparado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida e por nunca me desamparar nos momentos difíceis. Por me atender à cada oração, confortar meu coração quando tudo parecia perdido e por me guiar pelo caminho certo, por mais turbulento que parecesse no momento.

À minha mãe, Marilda, a pessoa mais importante da minha vida e a que mais admiro no mundo. Você é minha inspiração de mulher guerreira, forte e determinada. Obrigada por me escutar sempre que preciso, me apoiar nas minhas decisões e nunca me deixar desistir. Obrigada por me amar acima de tudo. Se eu cheguei até aqui, devo tudo a você.

Ao meu pai, William Stead (*in memoriam*), que apesar da pouca convivência que tivemos, sei que foi um bom pai e que olha por mim todos os dias.

À minha filha, Ana Clara, que mesmo sem saber, me deu força para continuar, porque sei que seu futuro está em minhas mãos. Obrigada por me ensinar todos os dias o que é amor verdadeiro.

Às minhas irmãs, por serem meus exemplos e me apoiarem da forma que podem sempre que preciso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Henrique Stringhini, por toda paciência, principalmente durante esses últimos meses. Obrigada por toda dedicação e orientação desde minha graduação. Obrigada pela compreensão diante dos percursos tortuosos que vivi no mestrado. Obrigada principalmente por não desistir de mim.

À Dr^a. Carla Daniela Suguimoto Leite, pela incontestável ajuda nesses últimos meses. Por ter se colocado à disposição em muitos momentos que eu precisava de ajuda e nem mesmo sabia.

À Prof^a. Dr^a. Fabyola Barros de Carvalho, que prontamente se dispôs a me coorientar quando pedi. Muito obrigada por toda ajuda. Aproveito e agradeço também a todos os professores e servidores da Universidade Federal de Goiás, em especial aos que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por se dedicarem tanto a nós.

A todos os meus amigos, que participaram desse processo árduo, mas extremamente importante para meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada por tudo.

Aos meus filhos de quatro patas, Eevee, Bart e Lili. Vocês são meus companheiros fieis e todo o amor que me dedicam me dão força para seguir em frente. Obrigada por me amarem tanto e permitirem que eu os ame também.

Por fim, agradeço a todos que fizeram parte, direta ou indiretamente desse processo crucial da minha vida.

“Life is too precious to waste doing anything less than what makes us happy.”

– Miranda Bailey em *Grey’s Anatomy*, de Shonda Rhimes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1. Estrutura e composição do ovo	16
2.2. Classificação dos ovos.....	18
2.3. Fatores que afetam a qualidade do ovo	19
2.4. Parâmetros de qualidade física interna e externa do ovo	22
2.4.1. Espessura e resistência da casca	23
2.4.2. Sólidos totais	23
2.4.3. Medida de pH	23
2.4.4. Unidade Haugh.....	24
2.4.5. Índice de gema e albúmen	24
2.4.6. Gravidade específica do ovo.....	24
3. OBJETIVO	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1. Delineamento experimental	25
4.2. Análises	26
4.3. Análise estatística	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÃO	49
7. REFERÊNCIAS	49

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Estrutura do ovo	16
FIGURA 2 – Equipamento Testador Digital da Qualidade do Ovo, DET-6000 da Nabel®	27
FIGURA 3 – Análise de altura de albúmen	28
FIGURA 4 – Análise de diâmetro de gema e albúmen	28
FIGURA 5 – Análise de pH da gema e do albúmen	29
FIGURA 6 – Análise da espessura de casca	30
FIGURA 7 – Albúmen e gema após 72h em estufa a 55°C	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Médias máximas e mínimas de temperatura e umidade relativa de ar registradas durante o período experimental	26
TABELA 2 – Resultado das análises do peso (g) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	31
TABELA 3 – Resultado das análises do peso médio (g), percentagem, índice, pH e sólidos desidratados (%) da gema de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	32
TABELA 4 – Desdobramento das interações para peso médio da gema (g) e pH de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	33
TABELA 5 – Desdobramento da interação para pH de gema de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	34
TABELA 6 – Desdobramento da interação para peso médio (g), percentagem (%) e índice da gema de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	35
TABELA 7 – Desdobramento da interação para sólidos desidratados de gema (%) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	37
TABELA 8 – Resultado das análises do peso médio (g), percentagem (%), índice, pH e sólidos desidratados (%) do albúmen de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	39

TABELA 9 – Desdobramento da interação para pH de albúmen de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	40
TABELA 10 – Desdobramento da interação para percentagem (%) e pH de albúmen de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	41
TABELA 11 – Resultado das análises da Unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	43
TABELA 12 – Desdobramento da interação para Unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	43
TABELA 13 – Resultado das análises do peso médio (g), percentagem (%), espessura (mm) e gravidade específica (g/cm^3) de casca de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	45
TABELA 14 – Desdobramento da interação para peso da casca (g) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	45
TABELA 15 – Desdobramento da interação para gravidade específica (g/cm^3) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias.....	47
TABELA 16 – Resultado das análises de resistência (kgf) e espessura (mm) da casca do ovo, UH e altura de albúmen de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias, realizado pelo Testador Digital da Qualidade do Ovo, DET-6000 da Nabel®.....	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABPA	— Associação Brasileira de Proteína Animal
DIC	— Delineamento inteiramente casualizado
G	— Sob refrigeração
GE	— Gravidade específica
IBGE	— Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	— Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
P	— Temperatura ambiente
SAS	— <i>Statistical Analysis System</i>
UH	— Unidade Haugh
USDA	— Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

RESUMO

QUALIDADE DE OVOS PROVENIENTES DE POEDEIRAS MARRONS DE DIFERENTES IDADES

O ovo é um alimento altamente perecível e começa a perder sua qualidade interna imediatamente após a postura. Esse fenômeno é inevitável e pode ser agravado por diversos fatores. Dessa forma, objetivou-se avaliar a influência da condição (ambiente), da idade da ave e do tempo de armazenamento nas propriedades físicas de ovos de poedeiras da linhagem Hy-Line Brown® de diferentes idades (36, 53 e 69 semanas) em relação a dois métodos de conservação (refrigerado e em temperatura ambiente) e em três períodos de armazenamento (10º, 20º, 30º dia). Realizou-se um experimento com duração de 30 dias, no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. Foram utilizados 243 ovos no total, dos quais 108 foram para fins de análise de qualidade (seis repetições cada), 90 para análise de sólidos totais (cinco repetições cada) e 45 ovos para as análises de resistência da casca. Gerou-se um delineamento inteiramente casualizado, com fatorial triplo de 3x2x3 (idades, tipos de armazenamento e período de armazenamento). Os ovos foram submetidos à quebra e posteriores análises de qualidade a cada 10 dias, sendo avaliados: peso médio do ovo, da gema, do albúmen e da casca (g), espessura da casca (mm), gravidade específica (g/cm^3), unidade Haugh, índice de albúmen e gema, percentagens de albúmen, gema e da casca (%), pH da gema e do albúmen, sólidos desidratados (%) e resistência da casca (kgf). As variáveis foram testadas quanto a normalidade dos resíduos, para verificação das premissas para análise de variância e, quando constatada significância, os dados foram submetidos ao teste Tukey ($p < 0,05$). Os dados foram analisados utilizando o *SAS® University Edition*. Ovos de poedeira com 69 semanas de idade apresentaram maior média de peso de gema e menor resistência de casca. Ovos armazenados em prateleira tiveram uma queda linear no índice de gema. Independente da idade da ave, observou-se menores valores de pH de albúmen aos 20 dias de armazenamento. Independente do tempo de estocagem ou da idade das aves, os valores maiores de Unidade Haugh foram observados nos ovos de geladeira, indicando a importância da refrigeração para manter a qualidade desses produtos.

Palavras-chave: albúmen, conservação, idade, poedeira, Unidade Haugh.

ABSTRACT

QUALITY OF EGGS LAID BY BROWN HENS IN DIFFERENT AGES

Eggs are extremely perishable and they start losing their intern quality immediately after being laid. It is an inevitable phenomenon and can be worsen by different factors. Therefore, the aim of this study was to assess the influence of storage (time and environment) and the hen's age on the physical properties of eggs from Hy-Line Brown® hens of different ages (36, 53, and 69 weeks old), regarding to two storage conditions: refrigerated (fridge) and shelf (ambient temperature) and three storage periods (10th, 20th, and 30th day). The experiment was carried out for 30 days, at Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. In total, 243 eggs were used. 108 eggs were used to the quality assessment (six repetitions each), 90 eggs were used to the dry-matter analyses (five repetitions each), and 45 eggs were used to the eggshell strength analyses. Using a completely random design, the data were analyzed as a 3x2x3 factorial (age, environment, and storage period). Each egg was broken on a flat glass surface and then analyzed every 10 days regarding to its quality: egg, yolk, albumen, and shell mean weight (g); shell thickness (mm); specific gravity (g/cm³); Haugh Unity; albumen and yolk index; albumen, yolk, and shell percentage (%); yolk and albumen pH; albumen and yolk dry matter (%); and shell strength (kgf). The variables were tested in terms of normality to the analysis of variance premises assessment. The parametric analyzes underwent the analysis of variance and Tukey test ($p < 0,05$). SAS® University Edition software was used to analyze the data. Eggs from 69 weeks old hens resulted in higher yolk weight and lower eggshell strength. Eggs storage in room temperature presented a linear decrease in the yolk index. Regardless the hens' age, albumen pH was lower on the 20th day of storage. Regardless the storage time and hens' age, the greatest Haugh Unit values were observed in refrigerated eggs, suggesting the importance of lower temperatures to maintain these products' quality.

Keywords: albumen, conservation, age, hen, Haugh Unity.

1. INTRODUÇÃO

A produção de ovos possui duas finalidades específicas: incubação, cuja produção é destinada à reprodução de aves de corte e de postura, e ovos para consumo¹⁻². No primeiro processo, garante-se a reprodução de pintos de corte e pintainhas de postura para manter e renovar os lotes produtivos. Já a produção de ovos para consumo, por sua vez, é de extrema importância para a alimentação da população brasileira, visto que, o ovo é rico em proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas, minerais e ácidos graxos³⁻⁴. Além disso, é um produto de origem animal de baixo custo, o que o torna acessível para todas as classes sociais, contribuindo para melhorar os aspectos nutricionais da dieta das famílias de baixa renda¹⁻⁵. Segundo o relatório da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) de 2021, 96% dos lares brasileiros consomem ovos e, metade da população ingere esse produto quase todos os dias⁶. Além disso, em virtude da sua composição química, o ovo é amplamente utilizado nas indústrias na composição dos mais diversos produtos e preparações⁷.

O principal objetivo em produzir ovos para consumo humano é suprir produtos ao consumidor que mantenham sua qualidade original. Contudo, isso pode tornar-se um desafio, visto que, até chegar à mesa do consumidor, o ovo passa por diversas etapas de produção e de processamento e, também, por diferentes canais de comercialização e, cada um desses canais tem um desafio diferente no que se diz respeito à qualidade do ovo⁸⁻⁹.

Para os produtores, a qualidade desse alimento está relacionada com o peso, resistência da casca, defeitos, sujeiras, quebras e manchas de sangue^{1,8,10-11}. Já para os consumidores, a qualidade do ovo relaciona-se com seu prazo de validade, com as características sensoriais, como cor da casca e da gema e, com a composição nutricional^{1,8,13-15}. Finalmente, para os processadores, a qualidade está relacionada com a facilidade de retirar a casca, com a separação da gema e da clara, com as propriedades funcionais e com a cor da gema^{1,8-9,11}.

Sabe-se que, imediatamente após a postura, por serem alimentos perecíveis, os ovos perdem sua qualidade interna de maneira contínua, sendo fenômeno inevitável e que é agravado por diferentes fatores⁷⁻¹⁴. A redução da qualidade interna dos ovos está diretamente associada à perda de água e de dióxido de carbono, por meio dos poros da casca durante o armazenamento e é proporcional à elevação da temperatura do ambiente^{7-12,15-16}.

A idade da poedeira também pode influenciar a qualidade do ovo, visto que, aves mais velhas produzem ovos com maior percentagem de gema, menor percentagem de albúmen e mantém o conteúdo da casca, o que gera cascas mais finas para ovos de maior tamanho^{8,12,15-}

¹⁸. Já, poedeiras mais jovens produzem ovos menores, o que pode resultar em cascas mais resistentes^{4,13}. Além disso, a idade da poedeira e as condições de armazenamento dos ovos influenciam o conteúdo de sólidos totais do ovo, da gema e do albúmen. Ovos de poedeiras mais velhas apresentam maior conteúdo de sólidos totais de gema que ovos produzidos por aves mais jovens. No entanto, o conteúdo de sólidos totais de albúmen é maior em ovos oriundos de aves mais novas¹⁹⁻²⁰.

Além de todos os fatores que influenciam a qualidade dos ovos em sistemas intensivos de criação, nos últimos anos, a União Europeia promulgou leis de bem-estar animal que estabelecem critérios rigorosos para a criação de aves de postura em relação às questões relacionadas ao bem-estar animal. Uma delas é a proibição da criação de aves em gaiolas convencionais²¹⁻²³. Os novos sistemas de criação vão desde gaiolas enriquecidas até sistemas livres de gaiola²³. Com isso, tornou-se tendência mundial dos países produtores de ovos, incluindo o Brasil, acompanhar o padrão europeu, se ajustando aos poucos aos novos modelos de criação de poedeiras em busca da conquista por novos mercados^{9,21,24}.

Com base nessas mudanças, estão sendo usados sistemas de criação alternativos às gaiolas que oferecem benefícios às poedeiras, possibilitando-as estabelecerem relações sociais e hierárquicas, aumento de atividades, espaço e liberdade para a execução de comportamentos que lhes são considerados essenciais^{1,25}. A harmonia resultante desses sistemas se traduz em melhora na vida das aves, que expressam isso nos ovos produzidos⁹.

Uma alternativa ao sistema de criação em gaiolas é o sistema “cage-free” (livre de gaiolas)²¹. Nesse sistema, as poedeiras são criadas no piso coberto com cama, com acesso a ninhos e poleiros dispostos por todo o aviário e diferentes graus de automação dos sistemas de alimentação e de coleta dos ovos^{22,26}. Esse sistema está intimamente relacionado com o comportamento das poedeiras com relação à produção de ovos, pois possui a função de proporcionar à ave uma superfície macia para permitir o seu repouso e assim estimular a postura de ovos pela simulação das condições do ninho.

Com isso, objetivou-se avaliar as propriedades físicas dos ovos de poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line Brown® criadas em sistema livre de gaiolas de diferentes idades em relação a dois métodos de conservação (refrigerado e em temperatura ambiente) durante três períodos de armazenamento (10, 20 e 30 dias).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Estrutura e composição do ovo

O ovo é constituído por três partes principais (Figura 1): a casca, que representa de 9 a 12% do total do ovo, a gema, que representa de 30 a 33% e o albúmen que representa aproximadamente 60% desse total^{4,9,21,27}. Além disso, possui outras partes em menor proporção, como, disco germinativo, calaza, câmara de ar, cutícula e membranas da casca⁹.

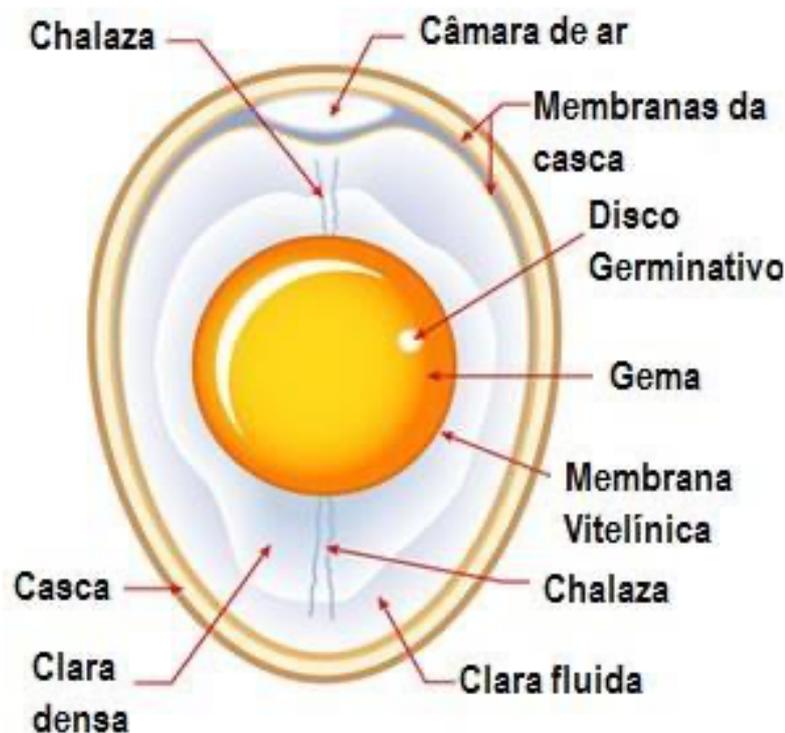


FIGURA 1 – Estrutura do ovo.

Fonte: <https://www.researchgate.net/publication/308272569>

Na natureza, a casca do ovo deve ser forte o suficiente para evitar qualquer rachadura e, conseqüentemente, proteger o embrião. Para fins comerciais, a casca do ovo também deve ser forte para prevenir danos durante o manejo, transporte e comercialização, para que chegue ao consumidor com alta qualidade^{10,28-29}.

Dito isto, a casca é considerada a embalagem natural do ovo, sendo uma estrutura altamente especializada, constituída por uma armação de substâncias orgânicas e minerais que recobrem o conteúdo interno do ovo^{8-9,30}. A matéria mineral da casca do ovo corresponde a cerca de 90% de sua composição, na qual 98% é carbonato de cálcio^{9,28}.

Durante a calcificação da casca do ovo, ocorre a formação dos poros, que funcionam como um mecanismo de comunicação física entre o ovo e o meio ambiente, permitindo trocas gasosas de oxigênio, dióxido de carbono e vapor de água, que ocorrem por difusão passiva⁸⁻⁹.

A cutícula é a última camada na formação completa do ovo. É secretada na vagina e age como lubrificante no momento da postura. É constituída por material orgânico, na sua maioria, glicoproteínas insolúveis em água. Por se desidratar logo após a postura e bloquear a maioria dos poros da casca, a cutícula é uma camada importante para evitar as trocas gasosas, diminuição da qualidade do ovo e entrada de microrganismos no interior do ovo²⁰.

A fonte de cálcio, o tamanho da partícula e os níveis de inclusão deste ingrediente na dieta das poedeiras influenciam diretamente a qualidade da casca do ovo²⁸. O declínio na qualidade da casca do ovo com o aumento da idade da poedeira ocorre em virtude do aumento do tamanho do ovo sem incremento proporcional de deposição de carbonato de cálcio³⁰⁻³¹.

Diferentes estratégias são estudadas para melhorar a qualidade da casca do ovo. Dentre elas podem ser citadas a correta escolha do tamanho da partícula de cálcio que será fornecida na dieta das poedeiras^{28,32}, limitar o fornecimento de ração ou, alterar o horário de fornecimento. Esta última estratégia é usada para que a dieta suplementada com cálcio seja fornecida mais próxima do período de formação da casca dos ovos, resultando em melhor aproveitamento do cálcio, que é manifestado pelo aumento da gravidade específica do ovo, qualidade e peso da casca³².

A membrana da casca é formada por duas camadas; a externa ou “esponjosa”, que é mais espessa e a interna, ou “mamilar”, que é mais fina. Essas camadas são formadas por fibras proteicas inter cruzadas, conferindo resistência à casca e impermeabilizando o conteúdo dos ovos de microorganismos⁸⁻⁹.

Na extremidade de maior diâmetro do ovo, as membranas estão separadas, dando espaço à câmara de ar, que é formada no momento de postura, em virtude do resfriamento que o ovo sofre ao sair da temperatura corporal da ave (39 a 41°C) e ser depositado na temperatura ambiente. Esse resfriamento provoca contração da membrana interna e o vácuo favorece a entrada de ar na câmara, formando-se assim a câmara de ar^{8-9,16,33}. A velocidade desse processo se dá devido diversos fatores, como a idade da poedeira, espessura da casca, temperatura e umidade relativa do ar^{16,33}.

O albúmen, popularmente conhecido como clara, apresenta em torno de 88% de água e 12% de proteínas, vitaminas do complexo B, traços de gorduras e pequenas quantidades de glicoproteínas, glicose e sais minerais. É constituído por três camadas: uma fina camada

externa (23%), uma camada espessa e densa (57%) e uma fina camada interna (20%). Dentre as proteínas presentes no albúmen, a ovalbumina representa cerca de 50% do conteúdo proteico⁸⁻⁹. A ovomucina, também presente no albúmen, é responsável por sua viscosidade³. Junto ao albúmen, encontram-se as calazas que são responsáveis por manter a gema centralizada no interior do ovo, impedindo seu deslocamento.

Ao contrário do albúmen, a gema é mais rica em lipídeos do que em proteínas, sendo composta por um terço de proteínas e dois terços de lipídeos. É revestida pela membrana vitelina que a separa da clara e a protege de uma possível ruptura. A gema possui de 4 a 4,5g de lipídeos em sua composição, dos quais 1,5g são de gordura saturada e o restante, gordura insaturada³⁴. Possui ainda diversas vitaminas e altos teores de minerais, principalmente ferro e fósforo⁹. Sua cor amarela está diretamente relacionada com a dieta da poedeira que é rica em pigmentos carotenoides, que podem ser encontrados no feno e milho, por exemplo¹².

2.2. Classificação dos ovos

A classificação dos ovos adota diferentes critérios de avaliação conforme a legislação de cada país, o que é importante para atender ao mercado internacional. No Brasil, a classificação desse alimento segue a Resolução 05/91 do CIPOA/MAPA, que estabelece o chamado “Padrão de Identidade e Qualidade para o Ovo Integral”, que abrange a cor da casca, classe de peso e classe de qualidade⁴².

Quanto à cor da casca, os ovos são classificados em brancos e de cor. O primeiro são os ovos com casca de coloração branca ou esbranquiçada e o último são os ovos com casca de coloração avermelhada³⁵.

Conforme o critério de peso, os ovos classificam-se em³⁵:

- Tipo 1 (Jumbo) – peso mínimo de 66 gramas ou 792 gramas por dúzia;
- Tipo 2 (Extra) – peso entre 60 e 65 gramas ou mínimo de 720 gramas por dúzia;
- Tipo 3 (Grande) – peso entre 55 e 60 gramas ou mínimo de 660 gramas por dúzia;
- Tipo 4 (Médio) – peso entre 50 e 55 gramas ou mínimo de 600 gramas por dúzia;
- Tipo 5 (Pequeno) – peso entre 45 e 50 gramas ou mínimo de 540 gramas por dúzia;
- Tipo 6 (Industrial) – peso abaixo de 45 gramas ou abaixo de 540 gramas por dúzia.

No critério de qualidade, além do sabor e odor característicos, consideram-se aspectos da casca, consistência do albúmen, dimensões da câmara de ar e características da gema, com exceção de sua cor. Nesse contexto, os ovos são classificados nas seguintes classes de qualidade³⁵:

- Classe A – casca limpa, íntegra e sem deformação; câmara de ar fixa e com máximo de 6 (seis) milímetros de altura; albúmen límpido, transparente, consistente e com as chalazas intactas; gema translúcida, consistente e centralizada;
- Classe B – casca limpa, íntegra, permitindo ligeira deformação e discretamente manchada; câmara de ar fixa e com máximo de 6 (seis) milímetros de altura; albúmen límpido, transparente, relativamente consistente e com chalazas intactas; gema consistente, ligeiramente descentralizada e deformada, porém com contorno bem definido.

O cumprimento da legislação é conferido por meio de amostragens do produto. No processo de fiscalização, admite-se a tolerância de erros que não ultrapassem a 5% da classe inferior ou a 10% da classe imediatamente superior. Dessa forma, atende-se a possíveis deficiências de meios e métodos de classificação bem como as mudanças ocorridas no ovo em função do tempo de armazenagem, tais como perda de peso por evaporação, aumento da câmara de ar e pequenas rachaduras^{20,35}.

2.3. Fatores que afetam a qualidade do ovo

A qualidade de um produto pode ser definida como suas características inerentes que determinam seu grau de excelência. A qualidade do ovo é medida para descrever as diferenças na produção de ovos frescos, devido a características genéticas, dietas e fatores ambientais, ou também para descrever a deterioração na qualidade do ovo durante o período de armazenamento, em função das condições de armazenamento¹¹.

A idade da poedeira afeta a qualidade da casca do ovo, assim como o peso do ovo e características do albúmen e gema³⁰. Apesar da cor da casca do ovo ser um aspecto importante para os consumidores de alguns países, ela não interfere em sua qualidade³⁰.

Vários estudos mostram que, com o aumento da idade da ave, também há aumento do peso do ovo e queda na qualidade da casca, o que pode gerar grande prejuízo aos produtores, visto que, os ovos estarão mais susceptíveis a rachaduras. A qualidade da casca diminui com o aumento do peso do ovo porque não há aumento proporcional da quantidade depositada de carbonato de cálcio na casca do ovo durante sua formação, porque a capacidade de absorção de cálcio ou de mobilização desse dos tecidos ósseos diminui com o aumento da idade da poedeira^{20,30}. Para minimizar tais efeitos, recomenda-se a suplementação com associação de fontes de cálcio de diferentes granulometrias. A retenção de partículas grandes de carbonato de cálcio no moela e sua insolubilidade relativa permitem o aproveitamento desse mineral durante a noite, quando as aves não consomem alimento²⁰. Jones et al.²⁴ avaliaram quatro linhagens de

galinhas poedeiras (Hy-Line Brown, Bovan Brown, DeKalb White e Hy-Line W36), criadas em sistema livre de gaiola (*cage free*) e quatro idades diferentes (21, 31, 42 e 60 semanas de vida). Os autores observaram que ovos de galinhas de 21 semanas de idade apresentaram a melhor resistência de casca, enquanto os menores valores foram encontrados nos ovos provenientes de aves de 60 semanas de vida. Esses resultados foram associados com o fato de as aves mais velhas produzirem ovos maiores, conseqüentemente, com menor qualidade de casca²⁴.

O sistema de criação das aves deve ser levado em consideração para a determinação da correta exigência de cálcio na dieta das aves. Segundo Lichovníková e Zeman³⁶, aves criadas em sistemas tradicionais de gaiola produzem mais ovos do que aves criadas nos sistemas alternativos. Dessa forma, as exigências nutricionais são diferentes em cada sistema. Ao estudarem poedeiras da linhagem ISA Brown em três sistemas diferentes (gaiolas tradicionais, gaiolas enriquecidas e *cage free*), os autores observaram que em gaiolas tradicionais, a exigência de cálcio foi a mais alta, tendo em vista a maior produção de ovos e à melhor qualidade de casca nesse sistema. Apesar da ingestão de cálcio ter sido similar em todos os sistemas, as aves criadas em gaiolas enriquecidas e nos sistemas livres de gaiola depositaram menos cálcio na casca do ovo³⁶.

Os sistemas alternativos de criação às gaiolas tradicionais geram preocupações aos produtores em virtude da maior possibilidade de perdas de ovos em decorrência de quebras quando postos fora do ninho. Contudo, Alves et al.³⁷ observaram em seus estudos com poedeiras das linhagens Hy-Line W-36 e Isabrown, criadas em dois sistemas de produção (gaiola e livres de gaiola), que as aves criadas em sistemas livre de gaiola raramente realizavam a postura fora dos ninhos. Segundo os autores, quando os ninhos são semelhantes ao ambiente natural que seria escolhido para a postura, a tendência de a postura ser realizada no chão é menor. Eles também observaram que a maior proporção de ovos trincados ocorreu no sistema de criação em gaiolas, o que pode estar relacionado ao seu maior impacto ao rolar na grade das gaiolas³⁷.

A temperatura é um fator de extrema importância para manter a qualidade do ovo, por isso, a refrigeração desse produto é indispensável, já que ovos armazenados em temperatura ambiente perdem qualidade de forma mais rápida do que aqueles sob refrigeração¹². Além disso, poedeiras submetidas a temperaturas acima de 29°C sofrem com o desconforto térmico e produzem menos ovos e ovos com menor qualidade, em consequência da queda de ingestão de ração e aumento do consumo de água e alterações em seu metabolismo^{20,38}.

A qualidade do albúmen está diretamente relacionada às características do albúmen denso. Estudos mostram que o peso do albúmen de ovos diminui quando são armazenados em alta temperatura por tempo prolongado. Esse evento se dá provavelmente pela hidrólise das cadeias de aminoácidos presentes no albúmen, destruindo a estrutura proteica e liberando água ligada a grandes moléculas de proteínas, fluidificando-o. Pelo processo de osmose, essa água se move para a gema por meio da membrana vitelínica. Sendo assim, há aumento na percentagem da gema quando ovos são armazenados em temperatura ambiente por um longo período^{12,33,39-40}.

A altura do albúmen é mais elevada em galinhas mais jovens e em ovos recém postos. Entretanto, à medida que a galinha envelhece e com o aumento do período de estocagem, além de haver queda significativa na altura do albúmen, há também incremento do pH do ovo e menor volume de clara em neve. Um albúmen de qualidade deve ser livre de qualquer mancha de sangue ou de carne²⁰. Menezes et al.³⁹ avaliaram ovos de poedeiras de 35, 40, 45 e 50 semanas de idade, da linhagem Dekalb White, criadas em quatro densidades populacionais diferentes (625; 500; 416,6; e 357,14 cm²/ave), armazenados em diferentes temperaturas (ambiente e sob refrigeração), por até 21 dias. Ao relacionar apenas idade e ambiente, os autores observaram que os menores valores de altura de albúmen foram encontrados em aves mais velhas, indicando que, independente da temperatura de armazenamento, há queda na altura do albúmen. Contudo, a queda desses valores nos ovos armazenados em temperatura ambiente foi muito maior do que nos ovos refrigerados³⁹.

A gravidade específica está intimamente relacionada com a qualidade da casca do ovo, tempo de estocagem e temperatura. Seus valores aumentam quando há aumento da espessura do ovo, contudo, valores inferiores de densidade são encontrados quando o ovo é armazenado por longos períodos em sistemas não refrigerados⁴¹. Brodacki et al.⁴² conduziram um experimento com ovos de poedeiras da linhagem Hy-Line Brown. Os ovos foram armazenados em prateleira (14°C, UR 75%) por cinco semanas e, em geladeira (5°C, UR 30%) por 24 semanas. Após uma semana de armazenamento, os autores observaram que os ovos mantidos sob refrigeração apresentaram maior gravidade específica ($p < 0,05$) do que aqueles em prateleira. Após cinco semanas de armazenamento, os autores relataram que os ovos armazenados em temperatura ambiente apresentaram queda de 4,6% em sua densidade. Em contrapartida, os ovos armazenados em geladeira apresentaram queda de aproximadamente 2% na gravidade específica, no mesmo período⁴².

A Unidade Haugh é um parâmetro de extrema importância ao avaliar a qualidade do ovo e, ela também é influenciada pela temperatura e tempo de armazenamento dos ovos.

Sabe-se que ovos armazenados em temperatura ambiente apresentam queda importante no valor da UH e, muitas vezes, isso pode resultar em mudança na classificação do ovo, saindo do padrão de excelente qualidade (AA) para qualidade inferior (B)^{12,39}. Nos estudos de Jones et al.²⁴, apenas ovos provenientes de poedeiras com 60 semanas de idade da linhagem Bovan Brown, obtiveram ovos da categoria B após armazenados durante 12 semanas sob refrigeração. Os ovos de todas as outras linhagens e idades permaneceram na classificação A, no mesmo período²⁴.

A elasticidade da membrana da gema diminui com o aumento da idade do ovo, permitindo que nutrientes da gema se tornem disponíveis para microrganismos que possam estar presentes na clara. Além disso, o peso e volume da gema aumentam com a idade da poedeira, levando a menores índices de gema²⁰. Jones et al.²⁴ observaram em seus estudos que, independente da linhagem da poedeira, o índice de gema foi maior nos ovos de aves com 21 semanas de vida. De acordo com os autores, tal fato ocorre porque a altura da gema se mantém praticamente constante com o avançar da idade das aves, enquanto a largura aumenta quando o tamanho do ovo aumenta. Dessa forma, há uma redução no índice de gema com o aumento da idade das poedeiras²⁴.

O sistema de criação das poedeiras tem papel crucial na qualidade dos ovos e no bem-estar das aves, já que animais criados em gaiolas ficam em espaço muito reduzido e incapacitados de exercer atividades consideradas importantes para o animal, como ciscar, se empoleirar e se movimentar livremente. Menezes et al.³⁹ observaram que as aves alojadas em gaiolas com menor densidade apresentaram ovos de maior qualidade. Esses resultados foram demonstrados pelos melhores valores de UH e altura de albúmen encontrados nos ovos provenientes de poedeiras alojadas em gaiolas com densidade de 625 cm²/ave³⁹.

Além disso, em virtude da alta densidade das gaiolas, as poedeiras tem dificuldade em realizar termo regulação neste ambiente e, o estresse por calor pode levar à redução na produção de ovos pela diminuição do consumo alimentar, além da produção de ovos com casca mais fina, diante de um desequilíbrio ácido-base no organismo das aves e diminuição das habilidades das células do duodeno no transporte de cálcio³⁷. Alves et al.³⁷ observaram em seu experimento, ovos com casca mais fina provenientes de aves criadas em gaiolas em relação aos ovos de poedeiras criadas em sistema livre de gaiola nos períodos de maior estresse por calor (2º e 3º períodos)³⁷.

2.4. Parâmetros de qualidade física interna e externa do ovo

A avaliação da qualidade do ovo e de cada um de seus componentes é de grande interesse para a pesquisa científica, indústrias de processamento de ovos e o consumidor.

Existem parâmetros que determinam a qualidade do ovo por meio dos aspectos físicos, como peso, espessura da casca, pH, unidade Haugh, índice de gema, de albúmen e percentuais de casca, gema e albúmen.

2.4.1. Espessura e resistência da casca

A espessura da casca relaciona-se com a idade e peso da poedeira e com o tamanho do ovo, e é considerada como a média de três avaliações de um fragmento de casca da parte equatorial do ovo. A parte equatorial é escolhida por representar a média de espessura, já que a casca do ovo tende a ser mais espessa no lado menor e menos espessa no lado maior do ovo^{20,43}.

A resistência da casca à quebra é avaliada para medir a força necessária para promover a fratura da casca. A maior ou menor resistência tem alta correlação com a espessura da casca, assim como o peso do ovo, em que ovos mais leves apresentam cascas maior resistência do que ovos mais pesados^{20,43}.

Ovos com melhores resistência de casca, resultariam em significativa redução no número de ovos perdidos por quebra ou, ovos com rachaduras durante o manejo e armazenamento⁴⁴.

2.4.2. Sólidos totais

O conhecimento do conteúdo de sólidos totais dos ovos é de fundamental importância como medida de qualidade para a indústria de ovos. Os ovos apresentam cerca de 12% de sólidos totais no albúmen e 50% na gema²⁰.

O conteúdo de sólidos do ovo é afetado pela proporção entre clara e gema que, por sua vez, varia de acordo com o tamanho dos ovos. Dessa forma, a idade das galinhas leva à redução dos percentuais de sólidos totais do ovo de forma indireta, já que o peso do ovo aumenta com a idade da poedeira, assim como o percentual de água no albúmen²⁰.

A perda de umidade e de CO₂ da clara do ovo durante a estocagem aumenta seu conteúdo de sólidos e proporcionalmente de alguns componentes da gema, como lipídeos e proteínas. Independente do tamanho do ovo, ovos brancos possuem maior rendimento de gema em relação aos ovos vermelhos, sendo esses ovos os mais recomendados para utilização da indústria para processamento²⁰.

2.4.3. Medida de pH

Além da avaliação visual do albúmen, o pH também pode ser utilizado como medida de qualidade refletindo as variações resultantes do tempo e temperatura de

armazenamento dos ovos. Em ovos frescos o pH é em torno de 7,7, mas pode chegar a 9,0-9,5 quando estocados, devido à perda de CO₂ para o ambiente. Ovos armazenados sob refrigeração apresentam um aumento dos valores de pH mais lento do que aqueles encontrados para ovos mantidos à temperatura ambiente. Assim, os valores de pH estão diretamente relacionados com os valores de altura do albúmen e são um bom indicativo do frescor dos ovos^{20,43}.

2.4.4. Unidade Haugh

A UH é a medida da altura do albúmen diretamente relacionada e corrigida com o peso do ovo em gramas. Com os dados de peso do ovo e altura do albúmen, a UH pode ser obtida pela fórmula $[UH = 100 \times \log (H - 1,7P^{0,37} + 7,57)]$, em que: UH = unidade Haugh; H = altura do albúmen; P = peso do ovo]²⁵⁻²⁶.

A legislação brasileira não utiliza a UH como parâmetro de avaliação da qualidade interna de ovos, contudo, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) define essas condições de qualidade do ovo para consumo da população. São considerados ovos de qualidade excelente (AA) valores de UH superiores a 72; ovos de qualidade alta (A), entre 60 e 72 UH, e ovos de qualidade inferior (B), com valores de UH inferiores a 60^{12,19}. Segundo o USDA, a importância de que os ovos comercializados estejam de acordo com os parâmetros mencionados acima é a garantia da qualidade do produto, independentemente do fornecedor^{20,33}.

Sabe-se que quanto maior a altura do albúmen, melhor a qualidade do ovo e que a altura do albúmen diminui com a idade da galinha acentuadamente na parte final do ciclo de postura, mesmo que o peso do ovo e a quantidade total de clara aumentem²⁰.

2.4.5. Índice de gema e albúmen

A qualidade da gema e do albúmen também pode ser avaliada por meio do cálculo de seus índices. O índice da gema se dá pela divisão da altura da gema pelo seu diâmetro e os resultados comumente encontrados estão entre 0,39 e 0,45. Dessa forma, índices inferiores indicam ovos de menor qualidade²⁰.

Já o índice do albúmen é calculado por meio da divisão da altura da clara pelo seu diâmetro médio. O valor do diâmetro médio se dá pela média entre o diâmetro maior e menor do albúmen. Os valores do índice de albúmen ficam entre 0,090 e 0,120²⁰.

2.4.6. Gravidade específica do ovo

A gravidade específica do ovo pode ser usada como uma medida de qualidade porque ela diminui com o tempo devido à perda de umidade do ovo. Contudo, fatores como espessura da casca e índice de albúmen e gema também afetam a densidade do ovo, por isso, ela não deve ser utilizada sozinha como parâmetro de qualidade⁴³.

3. OBJETIVO

Objetivou-se avaliar as propriedades físicas dos ovos de poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line Brown® criadas em sistema livre de gaiolas de diferentes idades em relação a dois métodos de conservação (refrigerado e em temperatura ambiente) durante três períodos de armazenamento (10, 20 e 30 dias).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um período de 30 dias, entre 11 de novembro e 10 de dezembro de 2020, na área laboratorial/experimental do Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

4.1. Delineamento Experimental

Foram utilizados 243 ovos de poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line Brown® criadas em sistema livre de gaiolas de diferentes idades (36, 53 e 69 semanas) provenientes da Granja SunnyEggs, localizada em Catalão – Goiás. Os ovos foram armazenados durante um período de 30 dias (dias 10, 20 e 30) em duas condições diferentes: refrigerados e em temperatura ambiente.

O delineamento experimental adotado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com fatorial triplo de 3 x 2 x 3 (idades, métodos de conservação e período de armazenamento). Para as análises de qualidade foram utilizados 108 ovos, com seis repetições cada. Para as análises de sólidos totais, 90 ovos foram utilizados, com cinco repetições cada. Já para as análises de resistência de casca, foram utilizados ovos apenas do 1º e 30º dias, considerando também as três idades e as duas formas de armazenamento, totalizando 45 ovos.

As variáveis analisadas foram: peso médio do ovo, da gema, do albúmen e da casca (g), espessura da casca (mm), gravidade específica (g/cm^3), unidade Haugh, índice de albúmen e gema, percentagens de albúmen, gema e da casca (%), pH da gema e do albúmen, percentagem de sólidos totais de gema e de albúmen (%) e resistência da casca (Kgf).

Os ovos foram armazenados em embalagens comerciais de papelão com capacidade para 30 ovos. Tanto os ovos, quanto as embalagens foram previamente identificadas e mantidas de modo que, metade ficaram por até 30 dias em temperatura ambiente e a outra metade sob refrigeração no mesmo período.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas diariamente duas vezes ao dia com o auxílio de um termo-higrômetro digital. A Tabela 1 traz as médias desses valores durante o período do experimento.

TABELA 1 – Médias máximas e mínimas de temperatura e umidade relativa de ar registradas durante o período experimental

	Prateleira		Geladeira	
	6h	18h	6h	18h
Temp. mín. (°C)	24,9	25,25	- 0,3	- 0,7
Temp. máx. (°C)	28,7	28,65	6,5	5,5
U.R. mín. (%)	24	24	25	27
U.R. máx. (%)	39	36	50	49

4.2. Análises

Para análise da qualidade interna e externa, os ovos foram identificados individualmente em ordem numérica de acordo com a repetição e pesados individualmente em balança eletrônica de precisão ($\pm 0,001$ g). Em cada dia de análise, foi determinada a gravidade específica (GE) do ovo a ser analisado seguindo a metodologia da flutuação salina nos baldes, descrita por Hamilton⁴⁶.

Nos dias 1 e 30 de análise, os ovos passaram pela análise de resistência de casca seguindo o método da compreensão em baixa velocidade, no Testador Digital da Qualidade do Ovo, DET-6000 da Nabel[®], medindo a resistência da casca no momento de sua quebra (Figura 2).

Em todos os quatro dias de análise, os ovos foram quebrados manualmente e seu conteúdo (albúmen + gema) colocado em superfície de vidro plana e nivelada para a medição da altura de gema e albúmen (mm) com auxílio de um micrômetro (Figura 3). O ponto usado como referência para determinação das alturas foi a região central da gema e para o albúmen a região entre a borda externa da gema perpendicular à calaza. Estas medidas foram utilizadas para o cálculo da unidade Haugh, índice de gema e índice de albúmen.

O índice de gema foi determinado pela relação da altura com o diâmetro da gema e o índice do albúmen pela relação da altura com a média dos dois diâmetros aferidos do albúmen;

a unidade Haugh foi determinada utilizando-se a equação: $UH = 100 \times \log (H - 1,7P^{0,37} + 7,57)$, em que: UH = unidade Haugh; H = altura do albúmen; P = peso do ovo, conforme descrito por Alleoni e Antunes^{11,20}.



FIGURA 2 – Equipamento Testador Digital da Qualidade do Ovo, DET-6000 da Nabel®.



FIGURA 3 – Análise de altura de albúmen.

Para os diâmetros de gema e de albúmen, utilizou-se um paquímetro digital ($\pm 0,01\text{mm}$) para realização da leitura. O diâmetro do albúmen é obtido pela medição do valor médio entre os diâmetros maior e menor do albúmen denso (Figura 4).



FIGURA 4 – Análise de diâmetro de gema e albúmen.

Após a pesagem, as medidas de pH foram realizadas individualmente utilizando-se um pHmêtro digital Testo 205 (Figura 5).



FIGURA 5 – Análise de pH da gema e do albúmen.

Em seguida, as cascas dos ovos foram lavadas cuidadosamente em água corrente para retirada do excesso de albúmen. Posteriormente, foram colocadas em estufa a 55°C por 72 horas para que fossem secas. Ao serem retiradas, foram pesadas e suas espessuras foram medidas com a utilização de paquímetro digital (mm) em dois pontos na área centro-transversal da casca do ovo (Figura 6), sendo o resultado expresso como a média desses dois valores.

Para análise de sólidos totais, 30 ovos (15 armazenados em prateleira e 15 armazenados na geladeira) foram utilizados em cada dia do experimento. Cada ovo íntegro era pesado individualmente, quebrado e tinha sua gema e albúmen separados e pesados. Em seguida, eram então colocados em recipiente de alumínio e, assim como as cascas, levados para a estufa a 55°C por 72 horas. Após esse período, eram pesados novamente para se obter a diferença de peso devido à evaporação de água (Figura 7). O valor de sólidos totais de gema e de albúmen foi calculado em porcentagem de perda de água em relação do peso inicial da amostra avaliada.



FIGURA 6 – Análise da espessura de casca.



FIGURA 7 – Albúmen e gema após 72h em estufa a 55°C.

O peso do albúmen foi determinado por diferença: $PA = PO - PG - PC$, em que: PA = peso do albúmen; PO = peso do ovo; PG = peso da gema; PC = peso da casca. As porcentagens de gema, casca e albúmen foram obtidas pela relação: peso do componente específico/peso do ovo multiplicado por 100.

4.3. Análise estatística

As variáveis foram testadas quanto a normalidade dos resíduos, para verificação das premissas para análise de variância. As variáveis paramétricas foram submetidas à análise de variância e, quando constatada significância, os dados foram submetidos ao teste Tukey ($p < 0,05$). Os dados foram analisados utilizando o *SAS® University Edition*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso do ovo é um dos indicadores básicos da qualidade do ovo. Os resultados das análises para peso do ovo (g) estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Resultado das análises do peso (g) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Tempo (dias)	Peso do ovo (g)
10	61,03
20	59,95
30	59,34
Ambiente	
P	59,33 ^b
G	60,88 ^a
Idade (semanas)	
36	59,33 ^b
53	57,40 ^b
69	63,59 ^a
Tempo	0,16
Ambiente	0,03
Idade	<0,0001
Tempo*idade	0,64
Ambiente*idade	0,10
Tempo*Ambiente	0,78
Tempo*Ambiente*Idade	0,89
CV (%)	6,20

a, b, - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao ambiente e à idade, pelo teste de Tukey (5%).

É possível observar na Tabela 2 que ovos armazenados em geladeira foram mais pesados do que os armazenados em prateleira, provavelmente porque em temperaturas mais elevadas há perda mais intensa da umidade pelo fenômeno da evaporação. Os ovos de poedeiras mais velhas também apresentaram peso maior do que os demais.

O aumento do peso do ovo com o aumento da idade das aves é relacionado com a proporção dos componentes dos ovos. De acordo com Travel e Nys³⁸, a proporção de gema aumenta com o aumento da idade das poedeiras, resultando em ovos mais pesados. Embora haja aumento no peso do albúmen, o aumento no peso da gema é maior, tornando a relação g:a menor. Ademais, ovos menores perdem água mais rapidamente em razão da maior área de superfície em relação ao volume, resultando em maior perda de peso total do ovo¹⁵.

Silversides e Scott⁴⁷ encontraram resultados que estão de acordo com as afirmações feitas por Travel e Nys³⁸. Em seus estudos com poedeiras das linhagens ISA-White e ISA-Brown com 25, 31, 49 e 59 semanas de idade, os autores observaram que o peso dos ovos aumentou com o aumento da idade das aves, assim como a percentagem de gema, mas, a percentagem de albúmen foi menor para ambas as linhagens.

Os resultados das análises de qualidade para as variáveis relacionadas à gema estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – Resultado das análises do peso médio (g), percentagem, índice, pH e sólidos desidratados (%) da gema de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Tempo (dias)	Peso (g)	Percentagem (%)	Índice	pH	Sólidos Desidratados (%)
10	15,62	25,61 ^b	0,37 ^a	7,30 ^a	50,06 ^a
20	15,81	26,43 ^{ab}	0,33 ^b	6,84 ^c	46,46 ^b
30	16,34	27,58 ^a	0,31 ^c	7,21 ^b	40,11 ^c
Ambiente					
P	16,17	27,31 ^a	0,23 ^b	7,10	46,27 ^a
G	15,67	25,77 ^b	0,44 ^a	7,13	44,78 ^b
Idade (semanas)					
36	15,05 ^b	25,37 ^b	0,35 ^a	7,16 ^a	45,44
53	15,58 ^b	27,21 ^a	0,33 ^b	7,16 ^a	46,20
69	17,13 ^a	27,03 ^a	0,33 ^b	7,03 ^b	44,99
Tempo	0,05	0,0005	<,0001	<,0001	<,0001
Ambiente	0,05	0,0002	<,0001	0,35	0,002
Idade	<,0001	0,0004	<,0001	<,0001	0,18
Tempo*idade	0,03	0,57	0,51	0,01	0,20
Ambiente*idade	0,41	0,44	0,05	0,03	0,16
Tempo*Ambiente	0,03	0,02	<,0001	0,54	0,69
Tempo*Ambiente*Idade	0,27	0,12	0,94	0,32	0,01
CV	8,28	7,77	7,73	2,15	5,67

a, ab, b, c - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao tempo, ambiente e idade, pelo teste de Tukey (5%).

Conforme observado na Tabela 3, houve interação para peso e pH da gema para os fatores peso x idade ($p=0,03$ e $p=0,01$). A Tabela 4 traz os desdobramentos dessas interações.

TABELA 4 – Desdobramento das interações para peso médio da gema (g) e pH da gema de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Peso médio da gema (g)			
Tempo (dias)	Idade (semanas)		
	36	53	69
10	14,11 ^{bB}	15,26 ^{bA}	17,48 ^{aA}
20	15,00 ^{bAB}	15,40 ^{bA}	17,03 ^{aA}
30	16,04 ^{aA}	16,09 ^{aA}	16,90 ^{aA}

pH da gema			
Tempo (dias)	Idade (semanas)		
	36	53	69
10	7,30 ^{aA}	7,35 ^{aA}	7,24 ^{aA}
20	6,84 ^{aB}	6,89 ^{aB}	6,78 ^{aC}
30	7,34 ^{aA}	7,24 ^{aA}	7,07 ^{bB}

a, b - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação à idade, pelo teste de Tukey (5%).

A, AB, B, C - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao tempo, pelo teste de Tukey (5%).

O peso médio da gema dos ovos de poedeiras com 36 semanas de idade aumentou com o tempo de armazenamento. Aos 10 e 20 dias de estocagem, o peso da gema dos ovos de aves com 69 semanas de vida foi maior que os demais.

Lana et al.⁴⁸ realizaram estudo com ovos de poedeiras comerciais de 26 semanas de idade, armazenados em condições semelhantes ao presente trabalho. Os autores também encontraram que o peso da gema dos ovos foi linearmente influenciado à medida que o tempo de armazenamento (zero, seis, 12, 18, 24 e 30 dias) e temperatura (7,3°C e 26,5°C) aumentaram, evidenciando que o peso da gema dos ovos é influenciado tanto pelo ambiente quanto pelo tempo de estocagem. Os autores atribuíram esse resultado à atividade osmótica que transporta água do albúmen para a gema através da membrana vitelina⁴⁸.

Em relação ao pH da gema, os resultados demonstraram diferença entre as idades apenas para ovos de poedeiras de 69 semanas de vida, em que os valores foram menores no 30º dia de armazenamento ($p < 0,05$). Independente da idade das aves, o pH da gema foi menor no 20º dia de estocagem ($p < 0,05$).

Esses resultados estão parcialmente de acordo com os encontrados por Akyurek e Okur⁴⁹, que analisaram ovos de poedeiras de 22 e 50 semanas de idade, em temperatura ambiente (20°C) e de geladeira (4°C) em quatro períodos de armazenamento (três, sete, 10 e 14 dias) e observaram que o pH da gema aumentou com o tempo de armazenamento, o que não ocorreu no nosso estudo. Contudo, os autores observaram resultados semelhantes aos nossos ao

compararem as idades das aves, pois os valores de pH de gema encontrados foram menores para ovos de poedeiras com 50 semanas de vida⁴⁹.

Rossi e Pompei⁵⁰ estudaram ovos de poedeiras marrons de sete idades diferentes (23, 30, 40, 47, 53, 66 e 70 semanas), criadas em gaiolas convencionais. Os autores observaram que a variação do pH da gema dos ovos foi quase inexistente (desvio padrão = 2 a 3%), o que está de acordo com os resultados encontrados no presente estudo. Tais resultados podem ser explicados pela baixa variação nos valores de ácido úrico presentes na gema e a baixa detecção de uridina observada pelos autores⁵⁰.

Conforme observado na Tabela 3, houve interação para pH da gema para os fatores ambiente x idade ($p=0,03$). A Tabela 5 traz os desdobramentos dessas interações.

TABELA 5 – Desdobramento da interação para pH de gema de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Ambiente	Idade (semanas)		
	36	53	69
P	7,29 ^{aA}	6,86 ^{cA}	7,16 ^{bB}
G	7,31 ^{aA}	6,81 ^{bA}	7,26 ^{aA}

a, b,c - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação à idade, pelo teste de Tukey (5%).

A, B - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao ambiente, pelo teste de Tukey (5%).

Ao analisar os resultados da Tabela 5, observa-se que em temperatura ambiente o pH da gema foi significativamente diferente para todas as idades das aves. Já sob refrigeração, o pH da gema dos ovos de aves de 53 semanas de idade foi menor do que os demais. Em relação ao ambiente, o pH da gema de ovos de poedeiras com 69 semanas de vida foi menor nos ovos armazenados em prateleira.

Samli et al.⁵¹ analisaram ovos de poedeiras com 50 semanas de idade em três períodos de armazenamento (dois, cinco e 10 dias) e três ambientes (sob refrigeração – 5°C; temperatura ambiente – 21°C; e alta temperatura ambiente – 29°C), criadas em gaiolas convencionais. Em seus estudos, observaram que o pH da gema dos ovos armazenados por dois dias não apresentaram diferença estatística independente do ambiente. Aos cinco dias de armazenamento, o pH da gema foi estatisticamente diferente para todas as temperaturas, apresentando crescimento linear com o aumento da temperatura. Já aos dez dias, à 5°C o menor valor de pH foi encontrado e não se observou diferença entre as outras temperaturas⁵¹.

No mesmo estudo, Samli et al.⁵¹ observaram que sob refrigeração o pH da gema não apresentou diferença estatística em ovos armazenados por dois e 10 dias, contudo, com cinco dias de armazenamento, esse valor foi o maior encontrado. Já em temperatura ambiente o pH da gema foi diferente para todos os dias de armazenamento⁵¹.

Conforme observado na Tabela 3, houve interação para peso (g), percentagem (%) e índice de gema para os fatores tempo x ambiente ($p=0,03$, $p=0,02$ e $p=<,0001$). A Tabela 6 traz os desdobramentos dessas interações.

TABELA 6 – Desdobramento da interação para peso médio (g), percentagem (%) e índice da gema de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Peso médio da gema (g)			
Ambiente	Tempo (dias)		
	10	20	30
P	15,40 ^{ba}	16,21 ^{abA}	16,91 ^{aA}
G	15,83 ^{aA}	15,41 ^{aA}	15,78 ^{aB}
Percentagem da gema (%)			
Ambiente	Tempo (dias)		
	10	20	30
P	25,61 ^{ba}	27,62 ^{aA}	28,70 ^{aA}
G	25,60 ^{aA}	25,23 ^{aB}	26,46 ^{aB}
Índice de gema			
Ambiente	Tempo (dias)		
	10	20	30
P	0,3149 ^{abB}	0,2245 ^{bbB}	0,1713 ^{cbB}
G	0,4342 ^{aA}	0,4375 ^{ba}	0,4572 ^{ba}

a, ab, b, c - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação ao tempo, pelo teste de Tukey (5%).

A, B - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao ambiente, pelo teste de Tukey (5%).

Ao analisar os resultados da tabela 6, observa-se que em temperatura ambiente, os ovos armazenados por 30 dias apresentaram gemas mais pesadas, porém, sob refrigeração, não houve diferença estatística para peso de gema. Além disso, o peso da gema dos ovos foi menor sob refrigeração aos 30 dias de estocagem.

Esse resultado é similar ao encontrado por Souza et al.¹² que avaliaram ovos em nove condições de armazenamento e, aqueles ovos mantidos por 28 dias a 4°C, sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 4°C foram os únicos que mantiveram as características da gema similares a de ovos frescos. Souza et al.¹² observaram uma evidente flacidez na membrana vitelina da gema dos ovos que não foram armazenados nas condições acima citadas. Eles

atribuíram tal resultado ao aumento da concentração de água na membrana vitelina em virtude da migração osmótica do albúmen, que ocorre de forma mais intensa quando os ovos são armazenados por um longo período em temperatura ambiente¹².

Em relação a percentagem da gema, observou-se menores valores nos ovos armazenados por 10 dias em temperatura ambiente. Sob refrigeração, não houve nenhuma diferença estatística em relação ao tempo de estocagem. Aos 20 e 30 dias de armazenamento, a percentagem de gema foi menor em ambiente refrigerado.

Santos et al.⁵² encontraram resultados similares ao analisarem ovos em dois ambientes e em três períodos de armazenamento (sete, 14 e 21 dias). Em seus estudos, ovos estocados em temperatura ambiente durante 21 dias apresentaram valores significativamente maiores do que os demais, que se assemelharam. Entretanto, os autores encontraram percentuais de gema mais altos nos ovos armazenados sob refrigeração por 21 dias e, no presente estudo, não houve diferença estatística no mesmo ambiente.

Lana et al.⁴⁸ encontraram resultados semelhantes ao deste estudo, já que observaram que independente do tempo de armazenamento, a percentagem de gema dos ovos mantidos em temperatura ambiente foram maiores do que aqueles sob refrigeração. No nosso estudo, esse resultado só ocorreu nos dias 20 e 30 de estocagem.

Santos et al.⁵² observaram que à medida que o ovo envelhece, a membrana vitelina da gema torna-se mais permeável, permitindo que a umidade do albúmen incorpore-se à gema, aumentando seu tamanho e peso. Contudo, é provável que sob refrigeração esse processo seja retardado, o que explicaria os resultados encontrados no presente estudo, nos estudos de Santos et al.⁵² e Lana et al.⁴⁸.

O índice de gema é a relação entre a altura da gema e seu diâmetro. Nesse estudo, seu valor se diferiu significativamente em temperatura ambiente nos três períodos de armazenamento, mostrando queda evidente em seu valor nos ovos de prateleira. Em refrigeração, os ovos armazenados por 10 dias apresentaram os menores valores dessa variável. Além disso, o índice de gema foi maior em ovos refrigerados nos três dias de análise quando comparados com os ovos armazenados em temperatura ambiente.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Lana et al.⁴⁸, em que os índices de gema foram influenciados linearmente ($p < 0,0001$) à medida que se prolongou o tempo de armazenamento dos ovos em condições de temperatura ambiente. Contudo, nos estudos de Lana et al.⁴⁸, esse valores diminuíram nas duas condições de armazenamento, enquanto no presente estudo, o índice de gema foi maior nos dias 20 e 30, em relação ao dia 10 em ovos armazenados em geladeira.

Lana et al.⁴⁸ atribuíram tais resultados à atividade osmótica que ocorre no interior do ovo, em que a água da albumina atravessa a membrana vitelina e fica retida na gema, deixando-a maior e mais achatada. Como o índice de gema é a relação entre a altura da gema e seu diâmetro, o aumento da temperatura pode influenciar negativamente essa variável, como foi observado no presente estudo⁴⁸. Essa explicação condiz com os achados de Jones et al.¹⁷, que estudaram ovos de poedeiras de quatro idades diferentes (26, 41, 57 e 70 semanas de vida), criadas em três sistemas diferentes (gaiolas convencionais, sistema livre de gaiolas e gaiolas enriquecidas), que observaram queda na resistência da membrana vitelina em ovos armazenados por até 12 semanas sob refrigeração (4°C)¹⁷.

Ao analisarem os efeitos do peso dos ovos de poedeiras de 33 semanas de idade em relação à qualidade, Sekeroglu e Altuntas² relacionaram o aumento do peso dos ovos com o aumento da altura e índice da gema. Esses resultados podem ser explicados em virtude do aumento linear da altura da gema nesse experimento, se diferindo dos resultados encontrados por Jones et al.³¹ que observaram que o índice de gema diminuiu com o aumento do peso dos ovos, já que diâmetro da gema se tornou maior com aumento do tamanho dos ovos, mas a altura não apresentou grandes variações.

Conforme observado na Tabela 3, houve interação tripla (tempo x ambiente x idade) ($p=0,01$) para sólidos desidratados da gema (%). A Tabela 7 traz os desdobramentos dessas interações. Ao analisar os resultados da Tabela 7, é possível observar que ovos de poedeiras de 36 semanas de idade armazenados em prateleira, apresentaram perdas significativas de sólidos desidratados de gema aos 20 e 30 dias de estocagem. Já nas idades de 53 e 69 semanas, também em temperatura ambiente, os ovos apresentaram valores menores aos 20 dias de armazenamento, quando comparados aos demais. Ao 20º dia de armazenamento, independentemente da idade e em temperatura ambiente, os percentuais de sólidos desidratados de gemas de poedeiras marrons decaíram quando comparados aos ovos do 10º dia de armazenamento.

TABELA 7 – Desdobramento da interação para sólidos desidratados de gema (%) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Ambiente	Idade (semanas)	Tempo (dias)		
		10	20	30
P	36	49,29 ^{aAα}	39,55 ^{bAα}	42,94 ^{bBβ}
	53	49,42 ^{aAα}	39,30 ^{bAα}	47,23 ^{aAα}
	69	48,92 ^{aAα}	39,67 ^{bAα}	45,74 ^{aAαβ}
G	36	50,00 ^{aAα}	40,85 ^{bAα}	50,01 ^{aAα}
	53	50,97 ^{aAα}	41,13 ^{bAα}	49,17 ^{aAα}

69	51,75 ^{aAα}	40,15 ^{bAα}	43,70 ^{bAβ}
----	----------------------	----------------------	----------------------

a, b, - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação ao tempo, pelo teste de Tukey (5%).
A, B - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao ambiente, pelo teste de Tukey (5%).
α, αβ, β - médias seguidas por letras gregas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação à idade, pelo teste de Tukey (5%).

Para os ovos de poedeiras de 36 e 53 semanas de idade, os ovos sob refrigeração mantiveram os valores de sólidos de gema no 10º e 30º dia de armazenamento. Já os ovos provenientes de aves mais velhas tiveram os maiores valores de sólidos desidratados no 10º dia de estocagem em refrigeração. Ovos de poedeiras com 69 semanas de idade, mesmo sob refrigeração, perderam mais em % de sólidos desidratados ao final do experimento de 30 dias, quando comparados aos ovos de poedeiras mais jovens (36 e 53 semanas de vida) sob o mesmo tempo e ambiente de armazenamento. Ao 20º dia de armazenamento, independente da idade e sob ambiente refrigerado, os percentuais de sólidos desidratados de gemas de poedeiras marrons decaíram quando comparados aos ovos do 10º dia de armazenamento.

Como foi observado na Tabela 7, tanto em temperatura ambiente, quanto sob refrigeração, ao 20º dia de armazenamento os valores percentuais dos sólidos desidratados foram mais baixos. Tais resultados podem ser decorrentes do aumento da temperatura observado nos dias anteriores à análise.

Figueiredo et al¹⁹. analisaram ovos de galinhas de 33 e 60 semanas de idade, armazenados em prateleira e geladeira por até 15 dias. Em seus estudos, observaram que a idade das poedeiras não alterou significativamente os sólidos totais da gema, contudo, os ovos armazenados em temperatura ambiente apresentaram menor valor de sólidos desidratados do que os demais. Esse valor pode ser explicado pela degradação mais rápida do albúmen em altas temperaturas que, vai se liquefazer e transferir água para a gema¹⁹.

Caner e Yüceer⁴⁴, com o objetivo de avaliar o impacto na qualidade interna dos ovos usando diferentes revestimentos, analisaram ovos em temperatura ambiente (24°C) por até seis semanas e, observaram que os valores de sólidos secos de gema diminuíram significativamente com o período de estocagem para todos os tratamentos (com e sem revestimento). Os ovos do tratamento controle (sem revestimento), apresentaram as menores médias, o que pode ser explicado pela maior facilidade de evaporação da água, já que os ovos não possuíam nenhuma camada protetora⁴⁴.

Os resultados das análises de qualidade para as variáveis relacionadas ao albúmen estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 – Resultado das análises do peso médio (g), percentagem (%), índice, pH e sólidos desidratados (%) do albúmen de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Tempo (dias)	Peso (g)	Percentagem (%)	Índice	pH	Sólidos Desidratados (%)
10	39,71 ^a	65,01 ^a	0,069 ^a	7,55 ^a	13,55 ^a
20	38,03 ^{ab}	63,34 ^b	0,060 ^b	7,38 ^b	12,51 ^b
30	37,07 ^b	62,38 ^b	0,055 ^b	7,26 ^c	13,67 ^a
Ambiente					
P	37,23 ^a	62,65 ^b	0,02 ^b	7,51 ^a	13,60 ^a
G	39,31 ^b	64,50 ^a	0,09 ^a	7,28 ^b	12,89 ^b
Idade (semanas)					
36	38,46 ^b	64,78 ^a	0,07 ^a	7,55 ^a	13,92 ^a
53	35,89 ^c	62,43 ^b	0,05 ^b	7,38 ^b	13,06 ^b
69	40,46 ^a	63,51 ^{ab}	0,05 ^c	7,26 ^c	12,76 ^b
Tempo	0,0042	<0,0001	0,001	<0,0001	<,0001
Ambiente	0,0016	0,0001	<0,0001	<0,0001	<,0001
Idade	<0,0001	0,0004	<0,0001	<0,0001	<,0001
Tempo*idade	0,63	0,36	0,61	<0,0001	0,13
Ambiente*idade	0,77	0,57	0,23	0,14	0,08
Tempo*Ambiente	0,40	0,03	0,34	0,006	0,26
Tempo*Ambiente*Idade	0,60	0,14	0,09	0,38	0,75
CV (%)	8,69	3,77	25,88	1,40	6,07

a, ab, b, c - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao tempo, ambiente e idade, pelo teste de Tukey (5%).

Analisando as variáveis de forma individual, observou-se que aos 20 dias de armazenamento, os ovos apresentaram a menor percentagem de sólidos desidratados do albúmen. Em relação ao ambiente, o menor valor encontrado foi para os ovos de geladeira. Já para a idade das poedeiras, os ovos de aves de 36 semanas apresentaram valores maiores que os demais.

Vlčková et al.¹⁵ observaram que a concentração de sólidos desidratados do albúmen é afetada pelo sistema de criação, idade da ave e tempo de armazenamento. No presente estudo, verificou-se diferença significativa na percentagem de sólidos desidratados de albúmen entre os dias 10 e 20 e, 20 e 30, sendo que os dias 10 e 30 se assemelharam. Com isso, nossos resultados corroboram em parte, com os encontrados por Vlčková et al.¹⁵, que também observaram aumento na concentração de sólidos desidratados do albúmen com maior tempo de armazenamento, em consequência da liquefação deste.

Caner e Yüceer⁴⁴ observaram resultados semelhantes aos de Vlčková et al.¹⁵ e do presente estudo. Ovos sem nenhum revestimento apresentaram os maiores valores para sólidos

secos de albúmen. De forma geral, esses resultados podem ser atribuídos à permeação de nutrientes da gema ao albúmen no processo de osmose.

É também possível observar na Tabela 8 que o pH do albúmen apresentou interação em relação ao tempo x idade ($p < 0,0001$). O desdobramento dessa interação é mostrado na Tabela 9.

TABELA 9 – Desdobramento da interação para pH de albúmen de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Idade (semanas)	Tempo (dias)		
	10	20	30
36	7,30 ^{aA}	6,84 ^{bA}	7,34 ^{aA}
53	7,35 ^{aA}	6,89 ^{bA}	7,24 ^{aA}
69	7,24 ^{aA}	6,78 ^{cA}	7,07 ^{bB}

a, b, c - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação ao tempo, pelo teste de Tukey (5%).

A, B, - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação à idade, pelo teste de Tukey (5%).

Analisando a Tabela 9, é possível observar que independente da idade da ave, os menores valores de pH de albúmen foram encontrados ao 20º dia de armazenamento. Os ovos de aves com 69 semanas de vida, apresentaram diferença estatística entre todos os períodos de estocagem, sendo o maior valor para o 10º dia. No 30º dia de armazenamento observou-se que o pH do albúmen de aves de 69 semanas de idade foi menor do que os demais.

Em seus estudos, Caner e Yüceer⁴⁴ e Brodacki et al.⁴² observaram resultados diferentes dos encontrados no presente trabalho, já que o pH do albúmen dos ovos estudados por eles aumentou com o período de armazenamento. Isso pode ser explicado pela liberação de CO₂ do albúmen, resultando em aumento do pH com concomitante mudança estrutural da albumina.

Além do mais, Caner e Yüceer⁴⁴ também observaram que ovos sem nenhum revestimento apresentaram pH mais alcalinos que os ovos com algum tipo de revestimento. Em nossos estudos, ovos armazenados em prateleiras resultaram em pH mais alcalino do que os armazenados em geladeira, corroborando com os resultados encontrados por Eke et al.⁵³ que observaram que ovos armazenados em prateleira (sem revestimento) apresentaram maiores valores de pH do que ovos revestidos por óleo vegetal também armazenados em prateleira, e de ovos armazenados em geladeira (sem revestimento)⁵³. Esses resultados podem ser explicados

pela perda de CO₂ através do poro da casca e pela temperatura ser um fator crucial na aceleração da perda da qualidade interna dos ovos.

Como observado na Tabela 8, a percentagem e pH de albúmen apresentaram interação para os fatores tempo x ambiente ($p=0,03$ e $p=0,006$). A Tabela 10 traz os desdobramentos dessas interações.

TABELA 10 – Desdobramento da interação para percentagem (%) e pH de albúmen de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Percentagem de albúmen (%)			
Ambiente	Tempo (dias)		
	10	20	30
P	64,92 ^{aA}	61,83 ^{bB}	61,20 ^{bB}
G	65,10 ^{aA}	64,84 ^{aA}	65,55 ^{aA}
pH de albúmen			
Ambiente	Tempo (dias)		
	10	20	30
P	7,82 ^{aA}	7,22 ^{cA}	7,48 ^{bA}
G	7,60 ^{aB}	6,91 ^{cB}	7,33 ^{bB}

a, b, c - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação ao tempo, pelo teste de Tukey (5%).

A, B - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao ambiente, pelo teste de Tukey (5%).

Diante disso, observa-se na Tabela 10 que aos 10 dias de armazenamento, os ovos em prateleira apresentaram os menores valores para percentagem de albúmen. Já sob refrigeração, não houve nenhuma diferença significativa, independente do período. Nos dias 20 e 30 de análise, os ovos armazenados em geladeira apresentaram maiores percentagens de albúmen, enquanto no 10º dia não houve diferença entre os ambientes. Em relação ao pH, observou-se que independente do ambiente, os valores foram menores aos 20 dias de armazenamento. Além do mais, independente do período de estocagem, os valores de pH de albúmen foram maiores para os ovos armazenados em temperatura ambiente.

Esses resultados estão parcialmente de acordo com os encontrados por Lana et al.⁴⁸, já que em seus estudos, independente do período de armazenamento, as percentagens de albúmen dos ovos mantidos em condições de refrigeração foram maiores comparados aos ovos mantidos em temperatura ambiente, enquanto no presente estudo, só houve diferença nos dias 20 e 30. Além disso, os autores também relataram efeito da temperatura sobre a percentagem do albúmen a partir do sexto dia de armazenamento, para ambos os ambientes, contudo, os resultados encontrados nesse estudo mostram que não houve diferença significativa para a

percentagem do albúmen nos ovos armazenados sob refrigeração. Lana et al.⁴⁸ relacionaram os resultados encontrados à transferência de água do albúmen para a gema, através da membrana vitelina, causando redução na proporção do albúmen com o tempo de armazenamento dos ovos⁴⁸. Do mesmo modo, é possível correlacionar esses resultados com as trocas gasosas que ocorrem com o ovo, resultando em evaporação da água do albúmen, sendo esse processo mais intenso com ovos em temperatura ambiente.

Santos et al.⁵² analisaram ovos em dois ambientes e em três períodos de armazenamento (sete, 14 e 21 dias). Em seus estudos, ovos estocados em temperatura ambiente durante 21 dias apresentaram valores de percentagem de albúmen significativamente menores do que os demais. Em refrigeração, os menores valores encontrados também foram aos 21 dias e, nesse ambiente, os valores de percentagem de clara se assemelharam aos sete e 14 dias de armazenamento. Este fato ocorre porque à medida que o ovo envelhece, o albúmen vai perdendo sua consistência, se liquefazendo e perde água para a gema⁵².

Os resultados encontrados para pH de albúmen estão parcialmente de acordo com os achados de Jin et al.⁵⁴, que também observaram maiores valores de pH para ovos armazenados em temperatura ambiente, ao estudarem ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Light-Brown de 26, 27 e 28 semanas de idade, criadas em gaiolas convencionais. Contudo, eles também observaram um aumento na alcalinidade do pH após dois dias de armazenamento, independente do ambiente⁵⁴. Já em nosso estudo, houve uma acidificação do pH entre os períodos de 10 e 20 dias de armazenamento e então, uma alcalinização, entre os períodos de 20 e 30 dias em ambos os ambientes.

Os resultados das análises da Unidade Haugh estão apresentados na Tabela 11. Conforme observado na Tabela 11, a Unidade Haugh apresentou interação para os fatores ambiente x idade ($p < ,0001$) e tempo x ambiente ($p < ,0001$). A Tabela 12 apresenta os desdobramentos dessas interações.

TABELA 11 – Resultado das análises da Unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Tempo (dias)	UH
10	70,33 ^a
20	63,35 ^b
30	55,72 ^c
Ambiente	
P	40,58 ^b
G	86,25 ^a

Idade (semanas)	
36	72,61 ^a
53	62,12 ^b
69	54,64 ^c
Tempo	<,0001
Ambiente	<,0001
Idade	<,0001
Tempo*idade	0,30
Ambiente*idade	<,0001
Tempo*Ambiente	<,0001
Tempo*Ambiente*Idade	0,37
CV (%)	13,12

a, ab, b, c - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao tempo, ambiente e idade, pelo teste de Tukey (5%).

TABELA 12 – Desdobramento da interação para Unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Ambiente	Idade (semanas)		
	36	53	69
P	53,75 ^{aB}	42,06 ^{bB}	25,95 ^{cB}
G	91,47 ^{aA}	82,18 ^{abA}	84,91 ^{bA}

Ambiente	Tempo (dias)		
	10	20	30
P	50,92 ^{aB}	43,05 ^{bB}	27,78 ^{cB}
G	89,74 ^{aA}	83,65 ^{aA}	85,18 ^{aA}

a, ab, b, c - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação ao tempo e idade, pelo teste de Tukey (5%).

A, B - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao ambiente, pelo teste de Tukey (5%).

Como observado na Tabela 12, independente da idade das aves ou do tempo de armazenamento, os melhores valores de UH foram encontrados nos ovos armazenados sob refrigeração. Em relação a idade, observou-se queda nos valores de UH, independente da temperatura de armazenamento, contudo, esses valores foram mais evidentes nos ovos armazenados em prateleira. Já sob o tempo de estocagem, houve queda linear nos valores de UH nos ovos em temperatura ambiente, enquanto sob refrigeração, a UH não sofreu alterações significativas, enfatizando a importância da refrigeração na manutenção da qualidade desse produto.

Os valores de UH estão diretamente relacionados à qualidade do albúmen. É esperado que haja uma deterioração da clara do ovo com o avançar da idade das aves e tempo

de armazenamento, em virtude da diminuição da capacidade de produção de ovomucina¹⁵. A ovomucina é uma proteína presente na clara do ovo e possui papel fundamental na manutenção do albúmen denso, que é a parte do albúmen que será utilizada no cálculo da UH⁵⁵.

Vlčková et al.¹⁵ encontraram valores decrescentes de UH com o avançar da idade das poedeiras e com o tempo de armazenamento, concluindo que à medida que a ave envelhece, a quantidade de proteínas no albúmen diminuiu, resultando em um albúmen de menor qualidade, conseqüentemente, valores menores de UH. Os autores também atribuíram a diminuição dos valores de UH à possível queda na atividade da lisozima, que é um agente importante para a proteção do ovo contra contaminação microbiana¹⁵.

Yimenu et al.⁵⁶ verificaram queda no valor da UH com o aumento do tempo de armazenamento, independente do ambiente. Seus resultados estão parcialmente de acordo com os encontrados nesse estudo, já que, só houve diferença significativa para ovos armazenados em prateleira. Os autores observaram, no entanto, que a queda foi maior nos ovos estocados em ambiente sem refrigeração, como consequência da diminuição da altura do albúmen denso devido sua liquefação⁵⁶.

Alves et al.³⁷ observaram em seu estudo com poedeiras das linhagens Hy-Line W-36 e Isabrown criadas em dois sistemas diferentes (gaiola e livre de gaiola), que não houve diferença significativa em relação a UH entre os sistemas de criação e sim, às características intrínsecas das linhagens.

Os resultados das análises de qualidade para as variáveis relacionadas à casca estão apresentados na Tabela 13.

Como observado na Tabela 13, o peso da casca do ovo (g) apresentou interação significativa para os fatores tempo x idade ($p=0,02$) e a gravidade específica (g/cm^3) para as variáveis ambiente x idade ($p=0,03$) e tempo x ambiente ($p=0,0003$). As Tabelas 14 e 15 trazem os desdobramentos dessas interações.

TABELA 13 – Resultado das análises do peso médio (g), percentagem (%), espessura (mm) e gravidade específica (g/cm^3) de casca de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Tempo (dias)	Peso (g)	Percentagem (%)	Espessura (mm)	Gravidade Específica (g/cm^3)
10	5,70 ^b	9,37 ^b	0,31	1,075 ^a
20	6,10 ^a	10,22 ^a	0,31	1,063 ^b
30	5,92 ^{ab}	10,03 ^a	0,30	1,054 ^c

Ambiente				
P	5,93	10,03	0,30 ^b	1,059 ^b
G	5,89	9,72	0,31 ^a	1,069 ^a
Idade (semanas)				
36	5,83	9,83 ^b	0,30	1,067 ^a
53	5,92	10,34 ^a	0,31	1,066 ^a
69	5,98	9,44 ^b	0,30	1,060 ^b
Tempo	0,003	0,0001	0,67	<,0001
Ambiente	0,70	0,06	0,004	<,0001
Idade	0,43	<0,0001	0,58	<,0001
Tempo*idade	0,02	0,34	0,06	0,06
Ambiente*idade	0,44	0,24	0,07	0,03
Tempo*Ambient e	0,77	0,38	0,23	0,0003
Tempo*Ambient e*Idade	0,70	0,55	0,20	0,95
CV (%)	8,29	8,51	7,29	0,51

a, ab, b - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao tempo, ambiente e idade, pelo teste de Tukey (5%).

TABELA 14 – Desdobramento da interação para peso da casca (g) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Tempo (dias)	Idade (semanas)		
	36	53	69
10	5,42 ^{bB}	6,18 ^{abB}	6,06 ^{aA}
20	6,03 ^{aA}	5,62 ^{aA}	6,10 ^{aA}
30	6,04 ^{aA}	5,95 ^{aAB}	5,78 ^{aA}

a, ab, b - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação à idade, pelo teste de Tukey (5%).

A, AB, B - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao tempo, pelo teste de Tukey (5%).

Como observado na Tabela 14, as cascas dos ovos de poedeiras de 69 semanas de vida foram mais pesadas do que as demais, aos 10 dias de armazenamento. O peso da casca dos ovos de poedeiras com 36 e 53 semanas de idade foi menor aos 10 dias de armazenamento, enquanto aves com 69 semanas de vida não apresentaram diferença no peso da casca do ovo em relação ao tempo de estocagem.

Roland et al.⁵⁷ encontraram resultados similares ao analisarem a influência da idade de poedeiras em relação à deposição da casca, durante nove meses em aves no início do ciclo de produção. Em seus resultados, verificaram que durante o período experimental o peso da casca do ovo aumentou apenas 2,9%, enquanto o peso do ovo aumentou 14,5%, resultando em uma queda de 12 unidades da GE. Os autores observaram que esses resultados ocorrem porque

não há aumento de deposição de casca, independentemente do aumento do tamanho e peso do ovo⁵⁷. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Barbosa et al.⁵⁸ e Zita et al.¹⁸, que observaram que à medida que a ave envelhece, o peso da casca não aumenta na mesma proporção que o peso do ovo. Esse fato pode ser atribuído à menor deposição de carbonato de cálcio por unidade de área, sendo que independentemente da progressão da idade da ave, a quantidade de cálcio mobilizada para a formação da casca é a mesma⁵⁸.

Akyurek e Okur⁴⁹ estudaram ovos de aves de 22 e 50 semanas de idade, de duas linhagens diferentes, criadas em sistema livre de gaiolas. Os ovos foram armazenados em quatro períodos distintos (3, 7, 10 e 14 dias) em temperatura ambiente e sob refrigeração, 20°C e 4°C, respectivamente. Os autores observaram queda no peso da casca do ovo das poedeiras mais velhas e, atribuíram esse resultado ao aumento do tamanho do ovo e, como não houve aumento da deposição de casca, o peso foi menor⁴⁹.

Lichovníková e Zeman³⁶ estudaram ovos de poedeiras da linhagem ISA Brown, de 19 a 66 semanas de idade, criadas em três sistemas diferentes: gaiolas convencionais, gaiolas enriquecidas e sistema livre de gaiola. Os autores observaram que a deposição de cálcio na casca do ovo foi similar nos sistemas de gaiolas, mas no sistema livre de gaiola, esse valor foi mais baixo. Além do mais, as aves de 23 – 33 semanas de idade apresentaram maior exigência de cálcio e a maior relação de cálcio na casca pela ingestão de cálcio, em todos os sistemas de criação³⁶. Esses resultados mostram que o peso da casca do ovo está diretamente relacionado com o sistema de criação, a nutrição e idade das poedeiras.

Como observado na Tabela 15, houve uma queda linear nos valores de gravidade específica com o tempo de armazenamento, independente do ambiente. Os valores de GE encontrados em geladeira foram maiores para todos os tempos de armazenamento. Os ovos de aves de 69 semanas de idade apresentaram menor GE em relação aos demais, independente do ambiente de armazenamento. Além disso, nas três idades avaliadas, a GE foi maior para os ovos refrigerados.

TABELA 15 – Desdobramento da interação para gravidade específica (g/cm^3) de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias

Ambiente	Tempo (dias)		
	10	20	30
P	1,073 ^{aB}	1,055 ^{bB}	1,050 ^{cB}
G	1,078 ^{aA}	1,071 ^{bA}	1,058 ^{cA}

Ambiente	Idade (semanas)		
	36	53	69

P	1,060 ^{abB}	1,062 ^{aB}	1,056 ^{bB}
G	1,073 ^{aA}	1,070 ^{aA}	1,063 ^{bA}

a, ab, b, - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si em relação ao tempo e idade, pelo teste de Tukey (5%).

A, B - médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação ao ambiente, pelo teste de Tukey (5%).

Os resultados observados na Tabela 15 estão de acordo com os encontrados por Brodacki et al.⁴², que observaram uma redução mais brusca na GE de ovos em prateleira do que em ovos sob refrigeração após cinco semanas de armazenamento. A variação da GE pode ser resultado da variação do peso dos ovos e do tamanho da câmara de ar, que em consequência da evaporação de água após a postura, provoca aumento progressivo da câmara de ar.

Akyurek e Okur⁴⁹ obtiveram resultados semelhantes aos nossos quando observaram que em temperatura ambiente, os valores de GE foram menores do que dos ovos sob refrigeração e que ovos de aves de 22 semanas apresentaram maiores valores de GE do que os ovos de poedeiras com 50 semanas de vida. Além do mais, os autores também observaram que após sete dias de armazenamento, a altura da câmara de excedia 5mm, independente da temperatura de armazenamento (4°C; 20°C)⁴⁹.

Freitas et al.⁵⁹ observaram que a GE de ovos mantidos em temperatura ambiente diminuiu mais bruscamente nos primeiros 14 dias de armazenamento, provavelmente porque após esse período, pode ter restado pouca água para evaporar, desacelerando a redução da gravidade específica.

Assim como nos estudos de Brodacki et al.⁴², Freitas et al.⁵⁹ e Akyurek e Okur⁴⁹, os resultados de gravidade específica desse estudo mostraram que essa variável avaliou a troca gasosa no interior dos ovos, sendo esse processo mais intenso em temperaturas mais altas.

Por meio do equipamento Testador Digital da Qualidade do Ovo, DET-6000 da Nabel®, analisou-se a resistência (Kgf) e espessura (mm) da casca do ovo, UH e altura de albúmen. A Tabela 16 mostra os resultados observados.

TABELA 16 – Resultado das análises de resistência (kgf) e espessura (mm) da casca do ovo, UH e altura de albúmen de ovos de poedeiras marrons de diferentes idades armazenados em temperatura ambiente (P) e sob refrigeração (G) por até 30 dias, realizado pelo Testador Digital da Qualidade do Ovo, DET-6000 da Nabel®

Idade (semanas)	Resistência (Kgf)	Espessura (mm)	UH	Altura de albúmen
36	5,09 ^a	0,40	78,86	6,56
53	4,93 ^a	0,41	78,98	6,36
69	4,04 ^b	0,39	74,82	6,02

Ambiente				
P1	4,57	0,40	82,16 ^a	6,91 ^a
P4	4,40	0,39	79,51 ^{ab}	6,51 ^{ab}
G4	5,09	0,41	70,98 ^b	5,52 ^b
Ambiente	0,05	0,06	0,02	0,04
Idade	0,001	0,11	0,52	0,61
Ambiente*idade	0,15	0,16	0,13	0,16
CV (%)	12,14	6,16	14,59	23,78

a, ab, b - médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si em relação à idade e ambiente, pelo teste de Tukey (5%).

P1 – ovos de prateleira, sem armazenamento (dia 1).

P4 – ovos de prateleira, armazenados por 30 dias.

G4 – ovos de geladeira, armazenados por 30 dias.

A resistência da casca do ovo foi significativamente menor em ovos de poedeiras de 69 semanas de idade (21% em relação às aves de 36 semanas de vida). Em consequência da fisiologia da ave, ovos de poedeiras mais velhas são maiores, resultando em perda da resistência da casca, já que a deposição de cálcio pela ave é a mesma, ou até menor à medida que a poedeira envelhece, ocasionando menor deposição de carbonato de cálcio por área.

Os resultados observados na Tabela 16 para resistência de casca estão de acordo com os de Jones et al.²⁴, que avaliaram quatro linhagens diferentes de galinhas poedeiras (Hy-Line Brown, Bovan Brown, DeKalb White e Hy-Line W36), criadas em sistema livre de gaiola (*cage free*) e quatro idades diferentes (21, 31, 42 e 60 semanas de vida). Os autores observaram que ovos de galinhas de 21 semanas de idade apresentaram a melhor resistência de casca, enquanto os menores valores foram encontrados nos ovos provenientes de aves de 60 semanas de vida. Esses resultados foram associados com o fato de as aves mais velhas produzirem ovos maiores, conseqüentemente, com menor qualidade de casca²⁴.

Camargo et al.⁶⁰ verificaram correlação entre idade e ambiente, onde em prateleira, os valores foram significativamente menores do que os ovos armazenados em geladeira. Isso pode ser explicado pela desidratação que ocorre em temperaturas elevadas, deixando a casca mais vulnerável às rachaduras.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que, o tempo de armazenamento, a temperatura e a idade das aves interferem na qualidade dos ovos armazenados por um período de até 30 dias.

Independente do período de armazenamento, ovos armazenados em geladeira apresentam melhor qualidade interna que ovos armazenados em temperatura ambiente.

A idade avançada da ave influencia na qualidade interna dos ovos. Poedeiras mais velhas produzem ovos mais pesados, diminuindo a qualidade da casca do ovo devido à menor deposição proporcional de cálcio.

A Unidade Haugh apresentou queda gradativa com o avançar da idade das aves, independente do tempo de armazenamento. A UH foi inferior, independente do tempo de análise, quando os ovos foram armazenados em temperatura ambiente.

7. REFERÊNCIAS

1. Amaral G, Guimarães D, Nascimento JC, Custodio S. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. BNDES Set. 2016;43:167–207.
2. Şekeroğlu A, Altuntaş E. Effects of egg weight on egg quality characteristics. J Sci Food Agric. 2009;89:379–383.
3. Kovacs-Nolan J, Phillips M, Mine Y. Advances in the Value of Eggs and Egg Components for Human Health. J Agric Food Chem. 2005;53:8421–8431.
4. Melo AS, Fernandes RTV, Oliveira VRMO, Queiroz JPAF, Dias FKD, Souza RF, Marinho, JBM, Souza AOV, Santos Filho CA. Características físico-químicas e sensoriais de aves e ovos. PubVet. 2015; 9:536–543.
5. Arruda MD, Gouveia JWF, Lisboa ACC, Abreu ACL, Abreu AKF. Avaliação da qualidade de ovos armazenados em diferentes temperaturas. 2019;4.
6. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual. São Paulo. 2021:1-75.
7. Pissinati A, Oba A, Yamashita F, Silva CA, Pinheiro JW, Roman JMM. Qualidade Interna de Ovos Submetidos a Diferentes Tipos de Revestimento e Armazenados por 35 dias a 25°C. Semina Ciênc Agrár. 2014;35:531–540.
8. Carvalho Magalhães AP. *Qualidade de Ovos Comerciais de Acordo com a Integridade da Casca, Tipo de Embalagem e Tempo de Armazenamento*. Dissertação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.
9. Thimotheo M. Duração da Qualidade de Ovos Estocados de Poedeiras Criadas no Sistema ‘Cage-Free’. [Tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2016.

10. Mazzuco H, Bertechini AG. Critical points on egg production: causes, importance and incidence of eggshell breakage and defects. *Ciênc E Agrotecnologia*. 2014;38:07–14.
11. Alleoni ACC, Antunes AJ. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. *Sci Agric*. 2001;58:681–685.
12. Souza RA, Mello JLM, Ferrari FB, Giampietro-Ganeco A, Souza PA, Borba H, Pizzolante CC. Internal quality of commercial eggs stored under conditions that simulate storage from laying to consumption. *South Afr J Anim Sci*. 2021;51.
13. Garcia ERM, Alves MCF, Cruz FK da, Conti ACM, Batista NR, Barbosa-Filho JA. Qualidade interna de ovos: efeito do armazenamento, linhagem e idade da poedeira. *Rev Bras Agropecuária Sustentável*. 2015;5:101-109.
14. Guedes LLM, Souza CMM, Saccomani APO, Faria-Filho DE, Suckeveris D, Faria DE. Internal quality of laying hens' commercial eggs according to storage time, temperature and packaging. *Acta Sci Anim Sci*. 2016;38:87-90.
15. Vlčková J, Tůmová E, Míková K, Englmaierová M, Okrouhlá M, Chodová D. Changes in the quality of eggs during storage depending on the housing system and the age of hens. *Poult Sci*. 2019;98:6187–6193.
16. Joubrane K, Mnayer D, Hamieh T, Barbour G, Talhouk R, Awad E. Evaluation of Quality Parameters of White and Brown Eggs in Lebanon. *Am J Anal Chem*. 2019;10:488–503.
17. Jones DR, Karcher DM, Abdo Z. Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage. *Poult Sci*. 2014;93:1282–1288.
18. Zita L, Tůmová E, Štolc L. Effects of Genotype, Age and Their Interaction on Egg Quality in Brown-Egg Laying Hens. *Acta Vet Brno*. 2009;78:85–91.
19. Figueiredo TC, Cançado SV, Viegas RP, Rêgo IOP, Lara LJC, Souza MR, Baião NC. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Arq Bras Med Veterinária E Zootec*. 2011;63:712–720.
20. Oliveira BL de, Oliveira DD de. *Qualidade e Tecnologia de Ovos*. Lavras: UFLA; 2013. 224p.
21. GALVÃO JA. Ovos produzidos em diferentes sistemas de alojamento: qualidade e segurança microbiológica, parâmetros físicos, validação e utilização de método multiresíduo para detecção de antimicrobianos e pesticidas. [Tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho;2013.
22. Silva IJO, Abreu PG de, Mazzuco H. *Manual de Boas Práticas para o Bem-Estar de Galinhas Poedeiras Criadas Livres de Gaiola*. Embrapa Suínos e Aves. 2020:40p.
23. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Sistemas de produção de galinhas poedeiras no Brasil*. Diálogos União Europeia - Brasil. 2019:38p.
24. Jones DR, Karcher DM, Regmi P, Robison CO, Gast RK. Hen genetic strain and extended cold storage influence on physical egg quality from cage-free aviary housing system. *Poult Sci*. 2018;97:2347–2355.

25. Ochs D, Wolf CA, Widmar NO, Bir C, Lai J. Hen housing system information effects on U.S. egg demand. *Food Policy*. 2019;87:1-9.
26. Mierliță D. Fatty acid profile and oxidative stability of egg yolks from hens under different production systems. *South Afr J Anim Sci*. 2020;50:196–206.
27. Kraus A, Zita L. The Effect of Age and Genotype on Quality of Eggs in Brown Egg-Laying Hybrids. *Acta Univ Agric Silvic Mendel Brun*. 2019;67:407–414.
28. Pelícia K, Garcia EA, Scherer MRS, Móri C, Dalanezi JA, Faitarone ABG, Molino AB, Berto DA . Alternative calcium source effects on commercial egg production and quality. *Rev Bras Ciênc Avícola*. 2007;9:105–109.
29. Ketta M, Tůmová E. Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. *Czech J Anim Sci*. 2016;61:299–309.
30. Kim C-H, Song J-H, Lee J-C, Lee K-W. Age-Related Changes in Egg Quality of Hy-Line Brown Hens. *Int J Poult Sci*. 2014;13:510–514.
31. Odabaşı AZ, Miles RD, Balaban MO, Portier KM. Changes in Brown Eggshell Color As the Hen Ages. *Poult Sci*. 2007;86:356–363.
32. Saki A, Rahmani A, Yousefi A. Calcium particle size and feeding time influence egg shell quality in laying hens. *Acta Sci Anim Sci*. 2019;41:1-7.
33. EGG-Grading Manual, Washington: Department of Agriculture/Agricultural Marketing Services, 2000, (Agricultural Handbook, 75).
34. Gutiérrez CG, Cruz AD, Escorcía M, Velasco AAR, Rangel L. El huevo: paso a paso. 2ª ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2018.150p
35. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução Nº 005 de 05 de Julho de 1991. CIPOA. 1991 jul.
36. Lichovníková M, Zeman L. Effect of housing system on the calcium requirement of laying hens and on eggshell quality. *Czech J Anim Sci*. 2008;53:162–168.
37. Alves SP, Silva IJO da, Piedade SM de S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. *Rev Bras Zootec*. 2007;36:1388–1394.
38. Travel A, Nys Y, Bain M. Effect of hen age, moult, laying environment and egg storage on egg quality. *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*. 2011:300–329.
39. Menezes PC de, Lima ER de, Medeiros JP de, Oliveira WNK de, Evêncio-Neto J. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *Rev Bras Zootec*. 2012;41:2064–2069.
40. Viana EF, Stringhini JH, Carvalho FB de, Viana DMP, Costa MA da. Effects of crude protein levels on egg quality traits of brown layers raised in two production systems. *Rev Bras Zootec*. 2017;46:847–855.

41. Barbosa-Filho JAD, Silva MAN, Silva IJO, Coelho AAD. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. *Rev Bras Ciênc Avícola*. 2006;8:23–28.
42. Brodacki A, Batkowska J, Drabik K, Chabroszewska P, Luczkiewicz P. Selected quality traits of table eggs depending on storage time and temperature. *Br Food J*. 2019;121:2016–2026.
43. Kashimori A. *The illustrated egg handbook*. Leicestershire: Context Publications; 2017.160p
44. Caner C, Yüceer M. Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. *Poult Sci*. 2015;94:1665–1677.
45. Silversides FG. The Haugh Unit Correction for Egg Weight is not Adequate for Comparing Eggs from Chickens of Different Lines and Ages. *J Appl Poult Res*. 1994;3:120–126.
46. Hamilton RMG. Methods and Factors That Affect the Measurement of Egg Shell Quality. *Poult Sci*. 1982;61:2022–2039.
47. Silversides FG, Scott TA. Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens. *Poult Sci*. 2001;80:1240–1245.
48. Lana SRV, Lana GRQ, Salvador EL, Lana AMQ, Cunha FLA, Marinho AL. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. *Rev Bras Saúde E Produção Anim*. 2017;18:140–151.
49. Akyurek H, Okur AA. Effect of Storage Time, Temperature and Hen Age on Egg Quality in Free-Range Layer Hens. 2009;8:1953-1958.
50. Rossi M, Pompei C. Changes in Some Egg Components and Analytical Values Due to Hen Age. *Poult Sci*. 1995;74:152–160.
51. Samli HE, Agma A, Senkoylu N. Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. *J Appl Poult Res*. 2005;14:548–553.
52. Santos MSV, Espíndola GB, Lôbo RNB, Freitas ER, Guerra JLL, Santos ABE. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. *Ciênc E Tecnol Aliment*. 2009;29:513–517.
53. Eke MO, Olaitan NI, Ochefu JH. Effect of Storage Conditions on the Quality Attributes of Shell (Table) Eggs. *Niger Food J*. 2013;31:18–24.
54. Jin YH, Lee KT, Lee WI, et al. Effects of Storage Temperature and Time on the Quality of Eggs from Laying Hens at Peak Production. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2010;24:279–284.
55. Wang Y, Wang Z, Shan Y. Assessment of the relationship between ovomucin and albumen quality of shell eggs during storage. *Poult Sci*. 2019;98:473–479.
56. Yimenu SM, Kim JY, Koo J, Kim BS. Predictive modeling for monitoring egg freshness during variable temperature storage conditions. *Poult Sci*. 2017;96:2811–2819

57. Roland DA. Factors Influencing Shell Quality of Aging Hens. *Poult Sci.* 1979;58:774–777.
58. Barbosa VM, Baião NC, Mendes PMM, Rocha JSR, Pompeu MA, Lara LJC, Martins NRS, Nelson DL, Miranda DJA, Cunha CE, Cardoso DM, Cardeal PC. Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades. *Arq Bras Med Veterinária E Zootec.* 2012;64:1036–1044.
59. Freitas LW, Paz ICLA, Garcia RG, Caldara FR, Seno LO, Felix GA, Lima NDS, Ferreira VMOS, Cavichiolo F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. 2011;4:66–72.
60. Camargo SMP, Oliveira NF, Cordeiro DA, Oliveira HF, Carvalho DP, Rocha CHR, Racanicci AMC, Carvalho FB, Stringhini JH. Environment type and storage period on eggshell quality of laying hens at different ages. *Ciênc Rural.* 2021;52:1-6.