

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAM DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**DISSERTAÇÃO**

**INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO, SISTEMA DE PRODUÇÃO E IDADE DA  
POEDEIRA NA QUALIDADE DE OVOS**

**JHENIFER SARA PINHEIRO FAVACHO**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO, SISTEMA DE PRODUÇÃO E IDADE DA  
POEDEIRA NA QUALIDADE DE OVOS DE MESA**

**JHENIFER SARA PINHEIRO FAVACHO**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Lígia Fatima Lima Calixto**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Área de Concentração em Zootecnia.

Seropédica, RJ  
Junho de 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada

F272i Favacho, Jhenifer Sara Pinheiro , 1996-  
Influência do Armazenamento, Sistema de Produção e  
Idade da Poedeira na Qualidade de Ovos / Jhenifer  
Sara Pinheiro Favacho. - Seropédica, 2023.  
75 f.: il.

Orientadora: Lígia Fátima Lima Calixto.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, 2023.

1. Conservação de ovos,. 2. Refrigeração. 3.  
Avicultura alternativa. I. Calixto, Lígia Fátima Lima,  
1957-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia III.  
Título.

com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



**TERMO Nº 3 / 2024 - PPGZ (12.28.01.00.00.00.61)**

**Nº do Protocolo: 23083.000672/2024-23**

**Seropédica-RJ, 05 de janeiro de 2024.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**JHENIFER SARA PINHEIRO FAVACHO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre(a)** no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, área de Concentração em Zootecnia.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19/04/2023**

Lígia Fátima Lima Calixto. Dr.<sup>a</sup> UFRRJ  
(Presidente)

Felipe Dilelis de Resende Sousa. Dr. UFRRJ

Cristina Kimie Togashi. Dr.<sup>a</sup> UFF

*(Assinado digitalmente em 05/01/2024 12:23 )*

FELIPE DILELIS DE RESENDE SOUSA  
ASSISTENTE DE LABORATORIO  
DeptNAP (12.28.01.00.00.00.62)  
Matrícula: 1756080

*(Assinado digitalmente em 08/01/2024 11:42 )*

LIGIA FATIMA LIMA CALIXTO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DPA (12.28.01.00.00.00.63)  
Matrícula: 1421094

*(Assinado digitalmente em 30/01/2024 16:16 )*

CRISTINA KIMIE TOGASHI  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 020.582.937-62

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp>  
informando seu número: **3**, ano: **2024**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **05/01/2024** e o código  
de verificação: **e938b44b88**

*“Você é uma espécie interessante. Uma mistura interessante. Você é capaz de sonhos lindos e pesadelos horríveis. Você se sente tão perdido, tão isolado, tão sozinho, só que você não está. Veja, em todas as nossas buscas, a única coisa que encontramos que torna o vazio suportável é um ao outro.”*

Carl Sagan

*“Esquece, pois meu amigo, esquece, por um momento, as tuas tristezas e aflitivas preocupações; livra-te desta angústia instilada em tua alma pelas incertezas da vida, senta-te, aqui a meu lado, escuta, com religiosa atenção a palavra mágica: Iazul! E vale a pena repetir: Iazul! Iazul! Isso passa! Isso passa!”*

Malba Taban

*“Eu não terei a minha vida reduzida. Eu não vou me curvar ao capricho ou à ignorância de outra pessoa.”*

Bell Hooks

*“Working for the knife”*

Mitski

## AGRADECIMENTOS

À mim, por tudo que suportei e pelo tanto que lutei para chegar até aqui. Só eu sei as pedras que precisei remover dos meus caminhos e as dores que tive que suportar, mas como o querido prof<sup>o</sup> Fabricio Khoury Rebello (*in memoriam*) me disse uma vez “iazul, tudo passa”.

Às minhas amigas Juliana Ferreira, Marcela Brito, Katarina Brasil, Júlia Vieira, Gabriela Ferreira e Claudia Freitas que me acompanham ano após ano e mesmo quando quilômetros nos separavam, nunca me deixaram só. Amo vocês de todo coração.

À minha avó e minha tia por cuidarem de mim e por me ajudarem a chegar até aqui mesmo com todas as adversidades que passamos.

À professora Ligia Fatima Lima Calixto por ter me recebido como sua aluna de mestrado, por toda disponibilidade e dedicação de ensino, principalmente quando nos conhecíamos somente de forma online.

Ao Túlio Reis, Felipe Dilelis, Polliana Soares e Christiane Souza, por todo tempo que disponibilizaram para sanar minhas dúvidas e me aconselhar, vocês foram fundamentais.

Aos funcionários da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro que me ajudaram no manejo das aves, na fabricação de ração e em todas as demais atividades que exerci no setor de avicultura, sem vocês não teria sido possível.

Ao Anderson Ferreira, João Pedro e Gabriela Coelho por terem sido minha equipe durante os longos meses de análises, jamais esquecerei da ajuda e companheirismo que compartilhamos.

À minha companheira de mestrado Wenna Glória dos Santos por todo conhecimento, dúvidas, perrengues e surtos (rs) que compartilhamos, obrigada pela amizade e companheirismo mesmo de longe.

Aos amigos que fiz dentro e fora da UFRRJ, às pessoas que me receberam quando cheguei ao Rio de Janeiro sem conhecer nada. Um agradecimento especial a Ana Beatriz e sua mãe Ana Flávia por terem sido tão amorosas e receptivas.

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

## RESUMO

Favacho, Jhenifer Sara Pinheiro. **Influência do armazenamento, sistema de produção e idade da poedeira na qualidade de ovos**. 2023. 75p. Dissertação (Mestrado Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

O objetivo com esta pesquisa foi avaliar a influência do armazenamento sobre a composição centesimal e qualidade física e química de ovos oriundos de poedeiras comerciais semipesadas com 37 e 45 semanas de idade, produzidas em sistema convencional e caipira. Foram alojadas 613 aves da linhagem Lohman Brown, sendo 415 em sistema caipira e 198 em sistema convencional. O experimento foi distribuído em arranjo fatorial  $2 \times 2 \times 2 \times 4 + 1$  com dois sistemas de criação (gaiola e caipira), duas idades (37 e 45 semanas), duas temperaturas de armazenamento (ambiente e refrigeração), quatro períodos de armazenamento (7, 14, 21 e 28 dias) e o controle (dia 0), com 26 repetições, sendo o ovo a unidade experimental. A coleta dos ovos ocorreu em dois dias (130 ovos em cada dia) em ambos os sistemas. Foram retirados 26 ovos para as análises do dia 0 e o restante dividido para que cada sistema tivesse quantidades iguais de ovos (52 ovos) estocados nas duas temperaturas. Para a qualidade físico-química, foram analisados: peso dos ovos, unidade Haugh, índice de gema, coloração da gema, determinação do pH, porcentagem dos componentes do ovo, gravidade específica, espessura e resistência à quebra da casca. Tais procedimentos foram os mesmos para aves com 45 semanas. Para a análise centesimal foi coletado 36 ovos de cada sistema, realizada a formação de três pools por tratamento, sendo que cada pool era considerado uma repetição e correspondia a homogeneização de três ovos, assim na análise do dia 0 foram utilizados 18 ovos de cada sistema (6 pools de cada tratamento) e o restante armazenados durante 28 dias sem temperatura ambiente e refrigerada. Os pools foram submetidos à liofilização. Esse procedimento foi igual para os ovos armazenados por 28 dias e na idade de 45 semanas. Foi realizada a determinação da matéria seca, cinza, extrato etéreo e proteína bruta. Os dados foram submetidos à análise de variância através do Programa R- Studio, e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os refrigerados, independente do sistema de criação e idade da ave apresentaram melhores valores das características físico-químicas. Aves mais jovens apresentaram ovos com melhores valores de espessura de casca, índice de gema e unidade Haugh independente da temperatura e tempo de armazenamento. Ovos de sistema convencional de gaiola, frescos e refrigerados foram mais pesados do dia 0 ao dia 7 de estocagem, e apresentaram maior índice de gema e espessura de casca. A gravidade específica e cor de gema foram maiores em ovos caipiras nas duas temperaturas. O sistema de criação não afetou a composição centesimal dos ovos. A porcentagem de matéria seca foi maior em aves mais velhas, independente da temperatura e tempo de armazenamento. A matéria seca reduziu em temperatura ambiente e no 28º dia, já para proteína bruta ocorreu o inverso. O extrato etéreo foi menor em ovos de aves jovens, enquanto a proteína bruta foi maior. A qualidade dos ovos foi afetada pelo armazenamento, sistema de criação e idade das poedeiras, sendo que a refrigeração favoreceu a manutenção dessa qualidade. Apesar do sistema de criação não afetar a composição centesimal dos ovos, a idade, temperatura e tempo de armazenamento afetaram as concentrações de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo.

**Palavras-chave:** Conservação de ovos, Refrigeração, Avicultura alternativa.

## ABSTRACT

Favacho, Jhenifer Sara Pinheiro. **Influence of storage, production system and layer age on the quality of eggs**. 2023. 75p. Dissertation (Master of Animal Science). Institute of Animal Science, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

The objective of this research was to evaluate the influence of storage on the proximate composition and physical and chemical quality of eggs from semi-heavy commercial laying hens with 37 and 45 weeks of age, produced in conventional and free-range systems. 613 Lohman Brown birds were housed, 415 in free-range system and 198 in conventional system. The experiment was distributed in a  $2 \times 2 \times 2 \times 4 + 1$  factorial arrangement with two rearing systems (cage and free-range), two ages (37 and 45 weeks), two storage temperatures (room and refrigeration), four storage periods (7, 14, 21 and 28 days) and the control (day 0), with 26 repetitions, with the egg as the experimental unit. Egg collection took place over two days (130 eggs each day) in both systems. Twenty-six eggs were removed for day 0 analyzes and the remainder divided so that each system had equal amounts of eggs (52 eggs) stored at both temperatures. For physical-chemical quality, the following were analyzed: egg weight, Haugh unit, yolk index, yolk color, pH determination, percentage of egg components, specific gravity, thickness and resistance to shell breakage. Such procedures were the same for birds at 45 weeks. For the centesimal analysis, 36 eggs were collected from each system, forming three pools per treatment, and each pool was considered a repetition and corresponded to the homogenization of three eggs, so in the analysis on day 0, 18 eggs from each system were used (6 pools of each treatment) and the rest stored for 28 days without room temperature and refrigerated. The pools were subjected to lyophilization. This procedure was the same for eggs stored for 28 days and at the age of 45 weeks. The determination of dry matter, ash, ether extract and crude protein was carried out. The data were submitted to analysis of variance through the R-Studio program, and the means, when significant, were compared using the Tukey test at 5% significance. Fresh and refrigerated eggs, regardless of the rearing system and age of the bird, showed better values of physicochemical characteristics. Younger birds had eggs with better values for shell thickness, yolk index and Haugh unit regardless of temperature and storage time. Eggs from the conventional cage system, fresh and refrigerated, were heavier from day 0 to day 7 of storage and had higher yolk index and shell thickness. Specific gravity and yolk color were higher in free-range eggs at both temperatures. The rearing system did not affect the proximate composition of the eggs. The percentage of dry matter was higher in older birds, regardless of temperature and storage time. Dry matter reduced at room temperature and on the 28th day, as for crude protein, the opposite occurred. Ether extract was lower in eggs from young birds, while crude protein was higher. Egg quality was affected by storage, rearing system and age of layers, and refrigeration favored the maintenance of this quality. Although the rearing system did not affect the centesimal composition of the eggs, age, temperature and storage time affected the concentrations of dry matter, crude protein and ether extract.

**Keywords:** Egg preservation, Refrigeration, Alternative poultry farming.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1	Estrutura e composição nutricional do ovo .....	3
2.2	Qualidade dos ovos.....	5
2.3	Medidas de qualidade dos ovos.....	5
2.3.1	Armazenamento de ovos (períodos e condições) .....	6
2.3.2	Perda nutricional com o armazenamento.....	8
2.4	Idade da ave.....	8
2.5	Sistemas de produção na avicultura de postura.....	9
2.6	Sistema de produção e qualidade de ovos.....	10
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
3.1	Local e animais .....	12
3.2	Delineamento experimental.....	14
3.3	Coleta e armazenamento dos ovos para as análises físico-químicas .....	15
3.4	Coleta e armazenamento dos ovos para as análises centesimais .....	16
3.5	Análises Laboratoriais.....	16
3.5.1	Qualidade interna dos ovos.....	16
3.5.2	Qualidade externa dos ovos .....	18
3.5.3	Composição Centesimal dos ovos.....	19
3.6	Análise estatística.....	20
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
4.1	Qualidade externa dos ovos.....	21
4.1.1	Efeito do Sistema de criação .....	21
4.1.2	Efeito da idade da ave .....	22
4.1.3	Efeito da temperatura de armazenamento .....	23
4.1.4	Efeito do período de armazenamento .....	24
4.2	Qualidade interna dos ovos .....	29
4.2.1	Efeito do Sistema de criação .....	30
4.2.2	Efeito da idade da ave .....	31
4.2.3	Efeito da temperatura de armazenamento .....	31
4.2.4	Efeito do período de armazenamento .....	32
4.3	Porcentagem dos constituintes (gema, albúmen e casca) .....	39
4.4	Composição centesimal dos ovos.....	44
4.4.1	Efeito do Sistema de criação .....	45
4.4.2	Efeito da Idade da ave.....	47
4.4.3	Efeito da Temperatura de armazenamento.....	47
4.4.4	Efeito do Período de armazenamento.....	48
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os ovos de galinhas poedeiras produzidos intensivamente em gaiolas, são os mais consumidos e de maior circulação no mercado brasileiro. Essa proteína de alto valor biológico, consiste em um alimento completo para a alimentação humana e acessível aos consumidores de diferentes classes sociais, já que o preço de aquisição é menor em relação a outras fontes proteicas de origem animal. Sua composição contém grande parte dos aminoácidos essenciais, assim como, vitaminas, minerais e ácidos graxos.

A qualidade dos ovos está atrelada ao peso, prazo de validade, características sensoriais, aspectos do albúmen e da gema, e casca, além da composição nutricional. Um ovo pode ser classificado de boa qualidade quando apresenta o albúmen transparente, consistente, com alta densidade e altura, uma pequena porção fluída e menores valores de pH. Já a gema deve se apresentar translúcida, centralizada e consistente, sendo que esses fatores estão diretamente relacionados com a estabilidade química do ovo e seu valor nutricional (Pombo, 2003).

A manutenção da qualidade dos ovos relaciona-se às condições de armazenamento, já que esta começa a ser reduzida logo após a postura (Wardy et al., 2010; Camargo, 2019). O armazenamento em condições inadequadas, como, por exemplo, sem refrigeração e por longos períodos, reduzem a qualidade físico-química e nutricional, com redução dos valores de unidade Haugh e sólidos totais de ovos comerciais (Batista e Garcia, 2011).

Além do fator armazenamento, a idade da poedeira também influencia na qualidade dos ovos tendo em vista que conforme a poedeira envelhece, há uma queda natural tanto na produção quanto na qualidade interna e externa dos ovos (Duarte, 2016). A qualidade da casca, reduz em virtude do aumento dos ovos e de sua maior porosidade, tornando-os mais propensos a problemas de quebra e trincas, e maior evaporação de água e gás carbônico (Barbosa et al., 2012). Também ocorrem alterações nas proporções de gema e albúmen devido à redução no recrutamento dos folículos ovarianos dentro da hierarquia folicular que demanda maior tempo de maturação dos folículos, o que os torna maiores e leva a formação de gemas também maiores e mais pesadas (Rutz et al., 2007; Carvalho, 2013).

O sistema de criação, também pode afetar a qualidade dos ovos. No Brasil, o sistema de criação predominante para produção de ovos é o industrial de forma intensiva em gaiolas (95% da produção) (Silva, 2019).

Embora seja perfeitamente compreensível que fatores como linhagem, dieta, idade da poedeira, condições inadequadas de armazenamento interfiram de forma mais significativa nas características de qualidade dos ovos, do que os sistemas onde são produzidos é imprescindível considerar que no que diz respeito ao sistema de produção ao ar livre, a quantidade de tempo que a galinha passa ao ar livre é um importante fator que pode impactar na qualidade dos ovos (Lordelo et al., 2016; Ferreira et al., 2017).

A comercialização da maioria dos ovos no Brasil (92%) ocorre de forma *in natura*, sendo refrigerados somente na casa do consumidor (Oliveira e Oliveira, 2013; Vilela et al., 2016) e embora as pesquisas acerca da qualidade físico-química de ovos frescos e armazenados, sejam amplas e revelem as diversas alterações e perdas ocorridas, principalmente durante o armazenamento desse produto, ainda são escassos os registros sobre os prejuízos nutricionais que podem ocorrer durante o armazenamento e sua relação com o

comprometimento da qualidade físico-química a qual já tem sido bem elucidada. A interação entre o fator armazenamento e sistema de criação das aves, especialmente os sistemas alternativos, na composição nutricional dos ovos, também têm sido pouco pesquisados no Brasil, onde tem ocorrido, embora de forma ainda incipiente, uma adequação às novas exigências internacionais sobre a produção de ovos livres de gaiola.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência do armazenamento sobre a composição centesimal e qualidade física e química de ovos de mesa oriundos de poedeiras comerciais semipesadas com 37 e 45 semanas, produzidas em sistema convencional e caipira.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Estrutura e composição nutricional do ovo

O ovo é considerado um dos alimentos mais completos para a alimentação humana, sendo fonte de proteínas que contêm maior parte dos aminoácidos essenciais, além de vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais na alimentação diária (Rêgo et al., 2012), além de possuir substâncias promotoras de saúde e preventivas contra doenças.

Para Mazzuco (2008), o conceito de qualidade da proteína está ligado ao valor biológico de um alimento e representa de uma maneira geral o seu conteúdo em aminoácidos essenciais, disponíveis em quantidades apropriadas a nutrição. Dessa maneira, por conter diversos aminoácidos (lisina, metionina, triptofano, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina e treonina), tidos como essenciais na nutrição humana, a proteína do ovo é considerada padrão quando comparada às outras fontes proteicas, equivalendo a 93,7% em valor biológico, a mais alta entre as fontes de proteína disponíveis. As proteínas estão distribuídas em todos os componentes do ovo, sendo sua maioria encontrada no albúmen e em menores quantidades na casca e na gema.

A casca do ovo é composta de substâncias orgânicas e minerais. Ela representa de 8 a 11% dos constituintes do ovo, sendo formada por 94% de carbonato de cálcio, 1,4% de carbonato de magnésio, 0,9% de fosfato de cálcio na fração inorgânica e na membrana interna que reveste a casca estão 3% de glicoproteínas, mucoproteínas, colágeno e mucopolissacarídeos (Ornellas, 2001; Barbosa et al., 2012; Medeiros e Alves, 2014).

O albúmen é um meio interno heterogêneo composto por 88,5% de água e 13,5% de proteínas (ovomucóide, ovomucina, lisozima, ovalbumina e conalbumina), sendo que as duas últimas representam 70% do total de proteínas e são responsáveis pela gelatinização do albúmen, vitaminas do complexo B (riboflavina – B2), traços de gorduras e pequenas quantidades de glicoproteínas, glicose e sais minerais (Nys e Guyot, 2011; Alcântara, 2012; Thimotheo, 2016).

Segundo Anton; Nau e Guérin-Dubiard (2011) as proteínas encontradas no albúmen representam cerca de 90% da sua matéria seca. A ovalbumina é uma fosfoproteína imunogênica, capaz de realizar rearranjos devido a variações nas condições de armazenamento e no pH (Ferreira, 2013). A ovotransferina (13% do total de proteínas) é a mais sensível ao calor, porém sua combinação com o ferro ou alumínio possibilita maior estabilidade térmica (Nau; Guérin-Dubiard, 2011). Já a ovomucóide é uma glicoproteína termorresistente inibidora da tripsina, e a ovomucina (glicoproteína sulfatada) tem a capacidade de inibir a hemaglutinação viral (Satadelman e Cotterill, 1995).

A gema é um fluido homogeneamente emulsionado, sendo que a maioria dessa estrutura é composta de lipoproteínas separadas em porções de plasma e grânulos, sendo mais rica em lipídeos (dois terços) do que em proteínas (um terço de proteínas), (Gutierrez et al., 2018). Essa estrutura, é revestida pela membrana vitelina que a separa do albúmen e protege de uma possível ruptura. É rica em vitaminas A, D, E, K e do complexo B, glicose, lecitina e sais minerais. A água representa aproximadamente 50% da gema (MADRID et al., 1996; Alcântara, 2012; Medeiros e Alves, 2014). De acordo com Camelo (2017), aproximadamente 52% da composição da gema é de sólidos (17% são proteínas e 34% lipídios). Sua gordura é composta de triglicerídeos (65,5%), fosfolipídeos (28,3%) e apenas 5,2% de colesterol. Em relação aos ácidos graxos, aproximadamente 64% são insaturados com predominância de ácido oléico, linoléico e palmítico (Ordóñez et. al., 2001). Segundo Alcântara (2012), a gema

é mais rica em vitaminas do que o albúmen, contendo principalmente vitamina A e ácido pantotênico (Tabela 1).

A composição e coloração da gema pode variar conforme o tipo de dieta consumida pelos animais, onde dependendo do tipo de alimento, essa coloração pode se acentuar. Sua coloração decorre da presença de pigmentos (xantofila, carotenoides, criptoxantina) cujas concentrações podem ser alteradas durante o armazenamento, que provoca a oxidação dos lipídeos levando a formação de radicais livres o que reduz a coloração (Ornellas, 1985; FAO, 2010).

**Tabela 1** - Composição nutricional de 100g de ovo, albúmen e gema sem casca

Composição nutricional	Ovo (100g)	Albúmen (100g)	Gema (100g)
Água (g)	76,6	87,1	50,7
Energia (kcal)	135	50	328
Carboidratos total (g)	2,13	1,41	4,28
Proteína (g)	11,3	10,4	15,7
Lipídio (g)	9,05	0,3	27,6
Fibra (g)	0	0	0
Cinza (g)	0,79	0,76	1,69
Colesterol (mg)	361	0	1142
Ac. Graxos saturados (g)	2,64	0	8,26
Ac. Graxos monoinsaturados (g)	3,66	0	10,9
Ac. Graxos poliinsaturados (g)	1,22	0	3,59
Ac. Graxos trans (g)	0,02	0	0,07
Cálcio (mg)	40,4	6,5	117
Ferro (mg)	1,79	0,08	2,88
Sódio (mg)	160	172	44,3
Magnésio (mg)	10,7	13,1	11,1
Fosforo (mg)	157	15,6	380
Potássio (mg)	143	169	86,2
Zinco (mg)	1,33	0,04	3,54
Cobre (mg)	0,06	0,02	Tr
Selênio(mcg)	15	5,2	34
Vitamina A, RE (mcg)	159	0	972
Vitamina A, RAE (mcg)	158	0	962
Vitamina D (mcg)	1,9	0	5,6
Vitamina E (mcg)	1	0	0,87
Tiamina (mg)	0,07	Tr	0,22
Riboflavina (mg)	0,58	0,46	0,27
Niacina (mg)	0,72	0,11	Tr
Vitamina B6 (mcg)	Tr	0,01	0,36
Vitamina B12 (mcg)	0,87	0,09	2,02
Vitamina C (mg)	0	0	0

**Fonte:** Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (2021).

## 2.2 Qualidade dos ovos

Para entender a qualidade de ovos é preciso primeiro definir o que seria essa qualidade e como ela é vista de acordo com cada público-alvo (produtor, consumidor etc.).

Para o avicultor, o que determina um ovo de qualidade é o peso e a resistência da casca a qual é importante porque ovos de casca resistente não quebram com facilidade durante o transporte e manuseio nos supermercados (Marcos Júnior, 2021). Já em relação aos consumidores, essa qualidade está atrelada a prazo de validade e características sensoriais (cor da gema e da casca) e que de maneira geral, o consumidor atual está preocupado em como os ovos se apresentam nas gôndolas, buscando embalagens limpas, que contenham informações do produto (como usá-lo, receitas, prazo de validade, data de fabricação, origem, fatores nutricionais etc.), (Alcântara, 2012; Marcos Júnior, 2021).

Após a postura, a qualidade dos ovos é dividida em externa e interna (Mendes, 2010). A qualidade externa leva em consideração as características da casca do ovo, como a gravidade específica, porcentagem e espessura de casca, formato do ovo, deformidades e resistência da casca (Ferreira, 2013).

Em relação aos aspectos internos, deve-se levar em consideração características da gema (manchas de sangue, odor, índice de gema e coloração), aspectos do albúmen (viscosidade e Unidade Haugh) e altura da câmara de ar (Oliveira e Oliveira, 2013; Queiroz et al., 2016).

## 2.3 Medidas de qualidade dos ovos

Na avaliação do aspecto externo, o peso dos ovos tem a função de auxiliar na classificação (pequeno, médio, grande, industrial, extra e jumbo) (Brasil, 2023).

Para determinar a qualidade da casca dos ovos uma medida muito usada é a gravidade específica, por ser uma análise rápida, prática e de baixo custo que pode avaliar uma grande quantidade de ovos sem alterar a sua integridade (Jácome et al., 2012). Essa medida, está relacionada com a densidade do conteúdo interno dos ovos que é próxima à densidade da água (Araújo et al., 2011). Portanto, ao imergir os ovos em soluções salinas é possível mensurar sua densidade, isso porque o sal é mais denso que a água, logo densidade do sal com a água, torna-se maior que a densidade do ovo, por isso este flutua. Esse método foi determinado por Mario e Padrón (1991), que imergiram ovos em soluções salinas com densidade variando de 1,065 a 1,100 g/cm<sup>3</sup>, com intervalos de variação de 0,005, aferidas por meio de um densímetro e postularam que, quanto maior a densidade do ovo, melhor será sua resistência.

Segundo Ahmadi e Rahimi (2011) e Saccomani et al. (2019), a espessura da casca é uma medida usada para estimar a qualidade externa dos ovos e está relacionada com a resistência da casca. De acordo com Samli, Agma e Senkoyl (2006) e Pires (2013) uma boa espessura de casca em ovos de galinha, para não haver quebras com facilidade deve ser igual ou maior que 0,33 mm.

Outro método para avaliar qualidade de casca é o método de resistência à quebra que utiliza aparelhos para determinar a força de compressão necessária para romper a casca do ovo (Montenegro, 2018).

A qualidade interna pode ser avaliada pela medida da Unidade Haugh (UH), quanto maior o valor dessa unidade melhor a qualidade do ovo. Esse parâmetro também é utilizado para se estimar o tempo e as condições de armazenamento dos ovos (Saccomani et al. (2019).

Presença de manchas e alterações na coloração da gema também são aspectos internos que podem indicar comprometimento da qualidade dos ovos. As manchas de sangue na gema ocorrem devido à ruptura de vasos sanguíneos no momento do rompimento do folículo e a presença dessas manchas, não significam que os ovos estejam impróprios para o consumo, porém quando são intensas e severas não são aceitas pelos consumidores (Rech, 2013).

Além da avaliação física, a qualidade dos ovos pode ser mensurada pelos aspectos químicos, tais como a mensuração do pH de gema e albúmen. O pH considerado normal do albúmen do ovo e da gema é de aproximadamente 7,9 e 6,2 respectivamente. Porém, esses valores se elevam em função do longo período de armazenamento em temperatura e umidade inadequadas (Seibel, 2005).

### **2.3.1 Armazenamento de ovos (períodos e condições)**

O ovo é um alimento perecível e tende a perder qualidade ao longo do tempo, principalmente se não forem adotadas medidas de conservação adequadas. Por isso, para o máximo aproveitamento do seu valor nutricional e para que os nutrientes contidos no seu interior não sejam transformados em substâncias impróprias para a alimentação é necessário que este seja conservado de maneira correta durante todo o período de comercialização e armazenamento, isso porque, a perda de qualidade é contínua e inevitável e se inicia logo após a postura e é agravada por fatores como temperatura e umidade relativa (Bressan e Rosa, 2002; Lana et al., 2017; Viana et al., 2017).

A ausência de refrigeração na conservação dos ovos pode reduzir o seu tempo de prateleira (Vilela et al., 2016). No Brasil, a refrigeração dos ovos nos pontos de comercialização não é obrigatória, assim os ovos permanecem em temperatura ambiente até que sejam adquiridos pelo consumidor, que em muitos casos não possuem informações de que o produto deva ser mantido sob refrigeração (Lana et al., 2017; Helman et al., 2020; Sabino et al., 2022). De acordo com Arruda et al. (2019) e Helman et al. (2020) as perdas por refrigeração inadequada, têm influência direta na qualidade tanto da gema quanto do albúmen.

Apesar de no Brasil, a refrigeração dos ovos não ser exigida em lei, há uma recomendação pela Portaria n.º 1, de 21 de fevereiro de 1990 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1990) para ovos frescos em casca que não foram armazenados por qualquer processo. Este ovo perderá sua denominação de fresco se for armazenado a temperaturas inferiores a 8 °C, assim, a temperatura recomendada para armazenamento deve ser entre 8 °C à 15 °C com uma umidade relativa do ar entre 70% a 90%. Já para o armazenamento para curtos períodos (máximo de 30 dias), a portaria preconiza temperaturas entre 4º e 12 °C, com controle da umidade relativa do ar e no caso de períodos longos, recomenda-se o uso de temperaturas em torno de 0 °C (sem atingir o ponto de congelamento), e com umidade relativa entre 70% e 80%. A Instrução Normativa DIVISA/SVS n.º 4 de 2014 (Brasil, 2014) e RDC n.º 35 de 2009 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2009), determinou que a validade de ovos comercializados “in natura” é de 30 dias, sendo recomendado a refrigeração apenas durante o armazenamento no estabelecimento comercial.

Durante um longo período de estocagem a qualidade do albúmen e da gema é reduzida, pois ocorre perda de água do albúmen afetando sua consistência, fluidez e altura; essa água livre por sua vez se liga a proteínas e se desloca para a gema por osmose provocando aumento de peso e tornando-a descentralizada e achatada. Essas mudanças na sua estrutura são prejudiciais uma vez que a membrana vitelínica se tornará fragilizada podendo

se romper e ocorrer o extravasamento do conteúdo da gema (Giampietro-Ganeco et al., 2015; Garcia et al., 2015; Pires, 2019).

As mudanças na estrutura da gema, em função do prolongamento do armazenamento, caracterizam elevação no peso, diâmetro e redução da altura com consequente prejuízo para o índice de gema (Paiva et al., 2019). Os autores constataram que ovos armazenados em temperatura ambiente apresentaram menores valores de índice de gema em relação aos mantidos em temperatura refrigerada de modo que a queda dessa variável foi progressiva após 10 dias de armazenamento em temperatura ambiente, no entanto, para os ovos conservados sob refrigeração só foi observada no 25º dia de armazenamento.

A gema é composta por lipídios e a maioria destes lipídeos se encontram sob a forma de lipoproteínas que formam complexos com o ferro, conferindo a cor amarelo dessa estrutura (Sauveur, 1993; Souza-Soares e Siewerd, 2005). Durante o prolongamento do armazenamento as moléculas de ferro podem ser transferidas para o albúmen, acarretando entre outros fatores, a perda da coloração. Santos et al. (2009) observaram que o armazenamento de ovos durante sete, 14 e 21 dias em temperatura ambiente acentuou a perda da coloração da gema a partir do 14º dia.

Outra reação química que afeta a coloração da gema durante o prolongamento do armazenamento, acelerada em altas temperaturas, é a oxidação dos lipídeos que formam radicais livres os quais reagem com os carotenoides, responsáveis pela pigmentação, reduzindo a pigmentação dessa estrutura (Batista et al., 2017).

Durante o armazenamento, além da perda de água pelo albúmen, ocorre também perda de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) através dos poros da casca para o ambiente externo (Oliveira e Oliveira, 2013; Mueller et al., 2017). Essa ocorrência, além de diminuir o peso dos ovos, reduz a altura do albúmen, aumenta sua fluidez e alterando seu grau de acidez (Brandão, 2014). De acordo com Keener et al. (2006) a refrigeração inibe a ação da enzima anidrase carbônica, que é a enzima responsável pelo funcionamento do sistema tampão do  $\text{H}_2\text{CO}_3$  no albúmen, amenizando os processos químicos que causam deterioração do ovo.

A influência da condição e do tempo de armazenamento na qualidade de ovos de poedeiras comerciais em idades avançadas, foi analisada por Camargo (2019). A autora observou que independente do período de armazenamento os ovos armazenados em geladeira, apresentaram melhor qualidade interna e externa do que ovos armazenados em prateleira e em temperatura ambiente durante 30 dias, enquanto os ovos armazenados até 10 dias mantiveram sua qualidade, independente da idade da poedeira. Para a autora isso ocorreu porque há eficiência na manutenção da qualidade dos ovos por mais tempo em condições de refrigeração.

Yimenu et al. (2017) também encontraram menores valores de UH conforme houve aumento do tempo e temperatura de armazenamento, e concluíram que essa redução ocorreu pela perda de  $\text{CO}_2$  que levou a ruptura do complexo eletrostático entre lisozima e ovomucina, assim as propriedades gelificantes do albúmen são parcialmente perdidas, aumentando sua liquefação e reduzindo sua viscosidade.

Na pesquisa de Paiva et al. (2019), os ovos armazenados em temperatura ambiente apresentaram redução progressiva da porcentagem de albúmen depois de 10 dias, enquanto nos ovos sob refrigeração a redução ocorreu após 25 dias.

Lana et al. (2018), observaram que houve elevação do pH do albúmen já a partir do 3º dia de armazenamento, porém essa elevação foi maior para ovos armazenados sob temperatura ambiente em relação aos ovos refrigerados.



### **2.3.2 Perda nutricional com o armazenamento**

Os níveis de sólidos totais (matéria seca) dos ovos tendem a reduzir com o avanço do período de armazenamento e isso foi evidenciado por Barbosa Filho e Garcia (2010) que observaram que com o avanço do período de armazenamento ocorreu redução dessas variáveis, de forma mais acentuada ao 15º de armazenamento, assim como também ocorreu redução dos teores de proteína a partir de 15 dias, entretanto não houve efeito para os valores de extrato etéreo.

Batista e Garcia (2011) também encontraram alterações nos valores de sólidos totais e proteína bruta, que reduziram com o avanço do período de armazenamento. As autoras concluíram que a redução na concentração de sólidos totais pode estar ligada com a fluidificação e redução da viscosidade do albúmen mais denso ao longo do período de armazenamento, em decorrência do aumento do pH do albúmen que provoca dissoluções químicas do complexo proteico.

Gherardi, Vieira e Almeida (2019) avaliaram as modificações físico-químicas e das propriedades funcionais (volume de espuma formado e drenado, volume de óleo gasto para formar emulsão, início da desestabilização da emulsão e colorimetria da gema) de ovos marrons em função do tempo e da condição de estocagem e identificaram aumento da proteína bruta do albúmen em função do tempo de estocagem em ovos mantidos sob temperatura ambiente e refrigerados, porém, esse aumento foi maior em ovos mantidos em temperatura ambiente a partir dos 14 dias, permanecendo essa diferença até o final do experimento. Ocorreu também decréscimo de lipídios da gema, da umidade e cinzas do albúmen em relação ao primeiro dia de estocagem e em ambas as temperaturas. Conforme aumentou o tempo de armazenamento, os valores de umidade do albúmen reduziram nos ovos em temperatura ambiente, enquanto os sólidos totais aumentaram.

### **2.4 Idade da ave**

À medida que a poedeira envelhece, há uma queda natural tanto na produção quanto na qualidade interna e externa dos ovos (Duarte, 2016). A qualidade da casca, reduz em virtude do aumento dos ovos e de sua maior porosidade, tornando-os mais propensos a problemas de quebra e trincas, e maior evaporação de água e gás carbônico (Barbosa et al., 2012).

Como avanço da idade da ave o peso do ovo e suas principais estruturas se tornam maiores, havendo alterações na relação gema/albúmen (Carvalho et al., 2013). Esse aumento ocorre devido à redução no recrutamento dos folículos ovarianos dentro da hierarquia folicular que demanda maior tempo de maturação dos folículos, o que os torna maiores e leva a formação de gemas também maiores e mais pesadas (Rutz et al., 2007; Carvalho, 2013). Embora haja aumento no peso do albúmen, o aumento no peso da gema é maior, tornando a relação gema/albúmen menor (Vlčková et al., 2019). Pois o que determina o tamanho do ovo é o tamanho da gema, portanto, galinhas mais velhas produzem gemas maiores e consequentemente, ovos maiores.

Em estudo realizado por Cavalcante (2018) com ovos oriundos de poedeiras com idades de 32, 56 e 77 semanas e armazenados durante 63 dias foi observado que a idade da ave apresentou influência na formação das estruturas dos ovos, de maneira que aves mais velhas produziram ovos com maior porcentagem de gema e albúmen, porém com menor porcentagem de casca. No mesmo trabalho também foi encontrado efeito significativo para a interação entre a idade das aves e o período de armazenamento dos ovos, de forma que aves

mais velhas apresentaram menores valores de altura de gema e albúmen, coloração e índice de gema com o avanço do tempo de estocagem.

A interação entre a idade da ave e armazenamento de ovo também foi observada por Menezes et al. (2012) que estudaram ovos de poedeiras com 35, 40, 45 e 50 semanas armazenado em temperatura ambiente e sob refrigeração, por 21 dias. Ao relacionar a idade e ambiente de armazenamento, os autores observaram menores alturas de albúmen em ovos de aves mais velhas mesmo nos que estavam em refrigeração, para os autores isso indicou que independente da temperatura de armazenamento, há redução da altura do albúmen e da unidade Haugh com o avanço da idade das galinhas.

Pereira (2021) analisou as propriedades físicas de ovos de aves livres de gaiola com idades de 36, 53 e 69 semanas em relação à temperatura de armazenamento em três períodos (10, 20, 30 dias), e observou que os ovos de poedeiras com 69 semanas, mesmo sob refrigeração, perderam mais em porcentagem de sólidos ao final do armazenamento de 30 dias quando comparados aos ovos de poedeiras mais jovens (36 e 53 semanas) sob as mesmas condições de armazenamento (30 dias sob refrigeração). No 20º dia de armazenamento, independentemente da idade e do tipo de ambiente os percentuais de sólidos das gemas foram reduzidos quando comparados aos ovos com 10 dias de armazenamento.

## **2.5 Sistemas de produção na avicultura de postura**

O sistema de produção que predomina no Brasil é o sistema intensivo (gaiolas convencionais, em galpões abertos) com 95% da produção em gaiolas e apenas 5% da produção realizada em sistemas alternativos (Silva, 2019). O sistema de criação em gaiolas possibilita um menor espaço para a criação, aumento na produtividade e maior controle de doenças, sendo assim, um menor custo de produção. Como consequência, o preço do produto é menor o que possibilita maior acesso à população de baixa renda (Gerini et al., 2016; Yunes et al., 2017). No entanto, esse sistema vem sendo criticado, em função de suas características de espaço reduzido para as aves, ausência de elementos de enriquecimento que impossibilitam ou restrinjam que as aves expressem seus comportamentos naturais, como banho de areia, bater asas e alisamento de penas (Bayram e Özkan, 2010; Rentsch et al., 2019).

O sistema de criação caipira, é um sistema alternativo ao convencional de gaiolas, que se caracteriza pela produção de ovos comerciais oriundos de galinhas caipiras (*Gallus Gallus domesticus*), onde as aves são criadas com acesso livre a áreas de pastejo em sistema semi-extensivo. A NBR 16437:2016 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2016) preconiza que se as condições climáticas forem favoráveis, essas aves devem ser soltas pela manhã e retiradas no final da tarde e a densidade máxima nesses locais deve ser de 0,5 m<sup>2</sup>/ave, já a densidade dentro dos galpões não pode ser superior a 7 aves/m<sup>2</sup>.

As opiniões e atitudes dos cidadãos brasileiros sobre os sistemas de produção de animais de fazenda foram pesquisadas por Yunes, Keyserlingk e Hotzel (2017), que concluíram que a maioria dos participantes preferia sistemas onde os animais não passavam por restrição comportamental, assim como demonstraram predileção por sistemas caipiras ou sem gaiolas, onde conforme os participantes, há liberdade de locomoção dos animais. Enquanto uma minoria optou por sistemas em gaiolas, citando como motivos a segurança alimentar, aumento da produtividade e higiene.

Teixeira, Larraín e Hötzel (2018) realizaram um estudo que explorou a visão dos consumidores brasileiros e chilenos em relação à criação de ovos, e sua relação com os hábitos de compra. Esses estudos revelaram que o sistema de produção ideal, foi aquele

considerado mais natural, pois melhorava o bem-estar animal e a qualidade dos ovos. Os autores concluíram que ocorre uma demanda por sistemas de produção considerados mais naturais, e que as mudanças na renda dos consumidores juntamente com maior acesso à informação indicam o interesse crescente no bem-estar dos animais impulsionando mudanças nos sistemas de produção de ovos.

No Brasil, as empresas voltadas para o mercado de ovos livres de gaiola, aos poucos vêm ganhando espaço e há um grupo de consumidores que pagam por esse produto, no entanto, esse movimento ainda é incipiente e enfrenta dificuldades para se estabelecer devido o preço elevado do produto final, além da falta de informação de alguns produtores e da maioria dos consumidores (Pasian e Gameiro, 2007; Silva, 2022).

## **2.6 Sistema de produção e qualidade de ovos**

A qualidade interna e externa do ovo pode estar atrelada ao bem-estar das poedeiras (Jucá et al., 2011). Tizo, Rigo e Barbosa (2015) ao compararem a criação de aves livres em piquete com a criação em gaiola observaram que nesse último formato, houve declínio da unidade Haugh e no índice de gema.

Ao estudar o comportamento de galinhas poedeiras e a qualidade de ovos produzidos em sistema *cage-free* em diferentes idades, Leite et al. (2021) concluíram que o tipo de sistema promoveu alterações positivas na expressão do comportamento natural das poedeiras, como, por exemplo, empoleirar, utilizar o ninho e ciscar e também promoveu uma melhora na qualidade dos ovos avaliada pelo peso, Unidade Haugh e espessura da casca tanto no pico quanto na fase final da produção.

Os níveis de colesterol na gema, a qualidade interna, externa, microbiológica e a composição centesimal de ovos convencionais (casca branca e marrom) em ovos caipiras foram avaliados por Santos et al. (2011) que constataram que não houve diferença significativa entre os tratamentos com relação aos valores de porcentagem de umidade, cinzas e extrato etéreo. Já os teores de proteína foram diferentes entre os tratamentos, sendo maior nos ovos convencionais marrons. A conclusão, segundo os autores é que o ovo caipira apresentou melhor qualidade interna e que não ocorreram diferenças significativas quanto aos níveis nutricionais e microbiológicos entre os diferentes tipos de ovos.

Os teores de carotenoides e vitamina E nas gemas de ovos produzidos em sistema caipira, foram superiores aos de ovos advindos do sistema convencional, além disso, apresentaram um perfil de carotenoides com maior diversidade de compostos (Mayer, 2014). A autora concluiu que isso ocorreu devido à diversificação de alimentos (forrageiras, folhas diversas, restos de vegetais, alguns grãos e insetos) disponíveis para as aves criadas soltas.

Radu-Russu et al. (2016) avaliaram as características químicas (água, matéria seca, cinzas, proteínas, lipídios, extrato livre de nitrogênio, energia bruta e colesterol) de ovos provenientes de sistema caipira e convencional. Os autores observaram que a maioria dos componentes químicos dos ovos produzidos em gaiolas enriquecidas e sistemas caipiras não variaram, porém, houve variação no teor de lipídios e água, assim, eles salientam que o sistema de produção é relevante para a dinâmica desses nutrientes. Assim, os autores concluíram que são necessárias investigações mais aprofundadas sobre o perfil lipídico em ovos produzidos em sistemas ao ar livre, para poderem ser esclarecidos mais aspectos relacionados à qualidade nutricional principalmente em relação à proporção entre ácidos graxos saturados monoinsaturados e poliinsaturados.

O efeito da temperatura de estocagem e o tempo de armazenamento sobre a qualidade físico-química de ovos de poedeiras criadas em sistema convencional, *cage-free* e caipira foram avaliados por Saccomani et al. (2019). Nos resultados encontrados, a qualidade interna avalia apenas as percentagens de gema e albúmen nos ovos produzidos em sistema *cage-free* e caipira foi considerada melhor, quando comparada ao sistema de gaiolas. No entanto, para os autores isso pode ter ocorrido devido à interferência da nutrição sobre a síntese de nutrientes do ovo, isso porque apesar das rações terem sido isonutritivas, os ingredientes utilizados, foram diferentes em cada sistema de criação o que pode ter influenciado na qualidade de gema e albúmen. Em relação à composição centesimal os ovos de sistema convencional apresentaram melhores resultados para proteína bruta e extrato etéreo.

Ferreira et al. (2017) realizaram uma comparação da qualidade física de ovos do tipo caipira e convencional em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. Segundo os autores o período de armazenamento afetou a qualidade de todos os ovos, independente do sistema de criação, porém os ovos advindos do sistema caipira, foram os que conservaram mais a qualidade em temperatura ambiente já que apresentaram valores mais altos de Unidade Haugh e melhores valores de diâmetro e altura de gema quando comparados aos ovos convencionais. Nesse estudo o desempenho de todos os parâmetros analisados nos ovos produzidos nos sistemas caipira e convencional armazenados durante 11 dias em temperatura ambiente foi semelhante, o que segundo os autores evidenciou que a degradação dos ovos sofre maior influência das condições de armazenamento do que em relação à sua origem.

De acordo com Yao et al. (2013), Hansen et al. (2015), alguns sistemas de produção livres de gaiola preconizam uma alimentação diferenciada em relação ao sistema convencional, portanto é de se esperar interferência na composição nutricional e química dos ovos, porém a literatura ainda exibe dados controversos que precisam ser mais investigados sobre a influência de diversos fatores, entre eles a alimentação na composição química e nutricional de ovos produzidos em diferentes sistemas, principalmente em relação ao seu armazenamento.

English (2021) analisaram ovos caipiras coletados de uma fazenda familiar e ovos brancos de criação convencional adquiridos em uma mercearia local, os autores não verificaram diferenças no teor de proteína em ovos caipiras em comparação com ovos convencionais. Já o ácido linoléico poliinsaturado foi maior nos ovos caipiras (45,6%) em comparação com os ovos de criação convencional (40,8%). O teor de colesterol das gemas foi menor em ovos caipiras em relação aos ovos de gaiola. No entanto, a autora não obteve uma conclusão exata sobre qual fator provocou esses resultados, se a linhagem ou tipo de criação, já que citam não terem tido controle sobre as linhagens usadas e tipo de ração comercial tendo em vista que os ovos vieram de criação familiar e de mercado.

Um estudo com ovos de casca branca e marrom produzidos em diferentes sistemas de produção (convencional, *cage-free*, *free-range*), pasteurizados e melhorados nutricionalmente com incorporação de vitamina E, ácido graxo e ovos férteis, foi realizado por Jones et al. (2010) para avaliar se existiam diferenças de qualidade nutricional e física. Os autores verificaram que na composição nutricional houve menor percentual de sólidos em ovos marrons de gaiola e *cage-free*. Os ovos *cage-free* e *free-range* independente da cor da casca, apresentaram maior teor de gordura bruta e proteína bruta. A porcentagem de cinzas foi maior para ovos brancos livres de gaiola e de sistema convencional e menor para ovos marrons de gaiola.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e animais

O experimento foi realizado no galpão experimental do Setor Experimental de Avicultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) localizado em Seropédica – RJ, no período de julho a setembro de 2022.

Foram utilizadas 613 aves semipesadas, da linhagem Lohman Brown, que foram alojadas na fase de recria (14 semanas), sendo que 415 aves foram criadas em sistema caipira e 198 em sistema convencional de gaiolas.

As aves em sistema convencional, foram alojadas em gaiolas do tipo piramidal (Figura 1) com dimensões de 1 m de comprimento, 40 cm de altura, 45 cm de profundidade e 60 cm de largura. A densidade foi de 750 cm<sup>2</sup>/ave (três aves por compartimento da gaiola). As gaiolas dispunham de bebedouros tipo *nipple*, com um ponto de *nipple* para cada 3 aves e o comedouro foi do tipo calha.



**Figura 1.** Vista das aves alojadas em sistema convencional de gaiolas

As aves em sistema caipira foram criadas no piso sobre cama de maravalha com livre acesso a áreas de pastejo em sistema semi-extensivo (Figura 2 e 3), vale ressaltar que a disponibilidade de forragem no piquete não foi uniforme no decorrer do período experimental, já que foi totalmente consumida pelas aves, antes das coletas na fase inicial do experimento, portanto, houve períodos em que as aves não tiveram acesso à forragem, até que esta crescesse novamente.

Estas aves foram alojadas também no mesmo galpão do Setor de Avicultura da UFRRJ, porém em um boxe adaptado (100m<sup>2</sup>). A densidade foi de 4,55 aves/m<sup>2</sup>, dentro do galpão e na área externa foi de 0,5 m<sup>2</sup>/ave. O bebedouro foi tipo pendular, sendo 59 aves/bebedouro e os comedouros tubulares com 41 aves/comedouro e os ninhos de madeira e metal com densidade de 3,7 aves por boca de ninho que estavam dispostos dentro do galpão.





**Figura 2.** Vista interna do galpão (sistema caipira).



**Figura 3.** Aves com acesso ao piquete (sistema caipira).

As rações para os dois sistemas de criação foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 2), levando em consideração a idade das aves, segundo as recomendações do manual da linhagem e àquelas sugeridas nos manuais da linhagem das aves, vale ressaltar que a ração para ambos os sistemas foi a mesma.

**Tabela 2 - Ração fornecida às aves durante o período de coleta dos ovos**

Ingredientes	Quantidade (%)
Milho grão	66,99
Soja farelo 45%	21,48
Calcario	9,14
Fosfato bicalcico	1,20
Sal comum	0,41
DL-metionina	0,29
Suplemento vitaminico <sup>1</sup>	0,12
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,12
L-lisina hcl	0,09
L-treonina	0,077
Cloreto de colina (60%)	0,045
<b>Composição nutricional calculada</b>	
Energ. Met.aves mcal/kg	2,800
Proteína bruta %	15,84
Calcio %	3,900
Fosforo disponivel %	0,318
Cloro %	0,284
Sodio %	0,200
Acido linoleico %	1,434
Lisina dig.aves %	0,756
Lisina total %	0,842
Met.+cist.dig.aves %	0,744
Met.+cistina total %	0,810
Metionina dig.aves %	0,518
Metionina total %	0,542
Treonina dig.aves %	0,590
Treonina total %	0,680
Triptofano dig.aves %	0,161
Triptofano total %	0,179
Arginina dig.aves %	0,918
Arginina total %	0,983
Valina dig.aves %	0,640
Valina total %	0,725
Isoleucina dig.aves %	0,586
Isoleucina total %	0,645

Composição por kg do produto <sup>1,2</sup>: <sup>1</sup>Vitamina A (min) 7.500.000 UI/kg; vitamina D3 (min) 2.500.000 UI/kg; vitamina E (min) 1.200 mg/kg; vitamina K3 (min) 1.200 mg/kg; tiamina (min) 1.500 mg/kg; riboflavina (min) 5.500 mg/kg; piridoxina (min) 2000 mg/kg; vitamina B12 (min) 12.000 mcg/kg; niancina 35 g/kg; panteonato de cálcio (min) 10 g/kg; biotina (min) 67 mg/kg; <sup>2</sup>Ferro (min) 60 g/kg; cobre (min) 13 g/kg; manganês (min) 120 g/kg; zinco (min) 100 g/kg; iodo (min) 2.500 mg/kg; selênio (min) 500 mg/kg.

Durante toda a fase de postura das aves foi fornecido programa de luz de 17 horas de luz (luz natural + luz artificial).

### 3.2 Delineamento experimental

O experimento foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado com tratamentos determinados em arranjo fatorial 2x2x2x4+1 com dois sistemas de criação (convencional e caipira), duas idades (37 e 45 semanas), duas temperaturas de armazenamento de ovos (ambiente e refrigeração), quatro períodos de armazenamento de

ovos (7, 14, 21 e 28 dias) mais controle (dia 0), com 26 repetições, sendo o ovo a unidade experimental.

### 3.3 Coleta e armazenamento dos ovos para as análises físico-químicas

Após um período de adaptação de 15 dias das aves ao piquete, na idade de 37 semanas iniciou-se a coleta dos ovos para as análises físico-químicas e centesimais. A coleta dos ovos ocorreu em duas idades: com as aves de 37 semanas (julho) e com as aves de 45 semanas (setembro) e o período de análises laboratoriais dos ovos armazenados foi de julho a novembro de 2022.

As coletas foram realizadas pela manhã, com intuito de que não houvesse interferência na rotina das aves gerando possíveis estresses, visto que a coleta nos dias habituais de manejo ocorria nesse mesmo horário. Para cada idade analisada, foram realizadas duas coletas. Para 37 semanas, foram coletados ovos nos dias 15 e 19 de julho de 2022. Para 45 semanas, foram coletados ovos nos dias 9 e 13 de setembro de 2022. A coleta de ovos realizada em dois dias, tinha o intuito de reduzir possíveis erros que poderiam interferir na análise, como, por exemplo, a diferenças de temperatura em um dos dias de coleta, entre outros. Além disso, a coleta em apenas um dia não seria suficiente para atingir o número necessário de ovos para a análise.

No primeiro dia de coleta foram coletados 130 ovos de ambos os sistemas de criação, foram também coletados ovos extras com intuito de se obter reservas porque com o passar do tempo de armazenamento a membrana vitelina se rompia com facilidade devido ao seu enfraquecimento e isso dificultava a realização das medições dessa estrutura. Vale ressaltar que tanto no primeiro quanto no segundo dia de coleta foi realizada a análise do dia 0 (controle), de modo que o tempo de estocagem fosse igual para ambos os dias de coleta.

Após a coleta os ovos eram transportados até o Laboratório de Carne e Carça (LABCARNE) do Instituto de Zootecnia, onde foram armazenados em bandejas de papelão previamente identificadas, com capacidade para 30 ovos por bandeja. Dos 130 ovos coletados de cada sistema de criação, foram retirados 13 ovos das gaiolas e 13 ovos do sistema caipira para as análises do dia 0 (controle) e o restante foram divididos igualmente de forma que 52 de cada sistema foram mantidos em temperatura ambiente e da mesma forma, 52 de cada sistema sob refrigeração em geladeira convencional (5 °C) (Tabela 3). Esses mesmos procedimentos foram realizados no 2 dia de coleta (totalizando 26 ovos analisados ao fim de cada período). Vale ressaltar que esse procedimento foi o mesmo para os ovos analisados as 45 semanas de idade. Durante a realização do experimento, a temperatura máxima e umidade relativa da sala de estocagem eram registradas com auxílio de termômetro digital.

**Tabela 3** - Esquema de armazenamento dos ovos no sistema caipira e convencional de gaiolas para ambas as idades (37 e 45 semanas).

1º dia de coleta (130 ovos)									
Ovos		Tipos de armazenamento							
Qtd. de ovos retirados para as análises	Frescos	Tº ambiente (52 ovos)				Refrigerados (52 ovos)			
		Períodos				Períodos			
		7	14	21	28	7	14	21	28
	13	13	13	13	13	13	13	13	13

\* Esse mesmo esquema foi repetido no 2º dia de coleta.



### 3.4 Coleta e armazenamento dos ovos para as análises centesimais

Quando as aves completaram 37 semanas, foram coletados 72 ovos (36 de sistema caipira e 36 de sistema convencional), para realização das análises da composição centesimal. Ao atingirem 45 semanas de idade esse procedimento foi repetido. Vale ressaltar que foram coletados ovos a mais para ter reserva em caso de possíveis problemas. Do total de ovos coletados, 18 de cada sistema foram retirados para as análises do dia 0 (controle) para a formação de seis *pools* de cada sistema (cada *pool* foi considerado uma repetição), sendo que cada um correspondeu a homogeneização de três ovos (albúmen + gema), o restante foi armazenado durante 28 dias, metade em temperatura ambiente e a outra metade em geladeira no LABCARNE, para posterior formação de *pools*. Esse procedimento foi o mesmo para os dois sistemas de criação e para ambas as idades. Vale ressaltar que diferentemente das análises físico-químicas realizadas do dia 0 ao dia 28 de armazenamento, as análises centesimais só foram realizadas no dia 0 e 28.

### 3.5 Análises Laboratoriais

As análises de qualidade interna e externa dos ovos foram realizadas no Laboratório de Carne e Cracaça do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

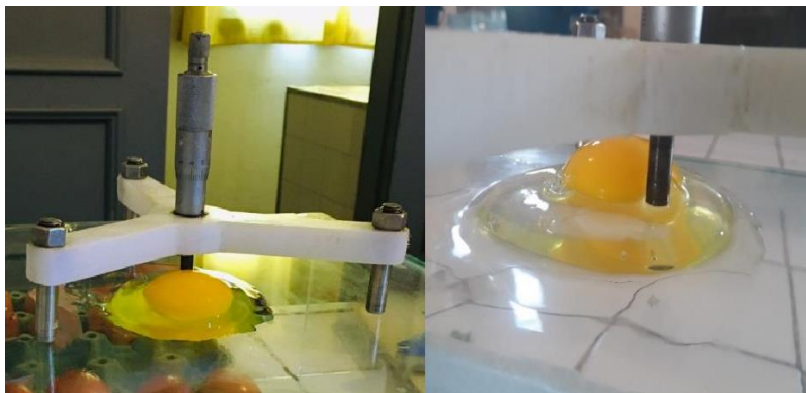
#### 3.5.1 Qualidade interna dos ovos

##### *Peso dos ovos*

Após identificação os ovos foram numerados e pesados individualmente em balança analítica Bel 0,01g, 2200g S2202H.

##### *Unidade Haugh*

Os ovos foram quebrados em superfície de vidro plana de modo que seu conteúdo ficasse sobre a mesma. A Unidade Haugh foi obtida com auxílio de um micrômetro tripé da marca Mitutoyo® (Figura 4). Para a mensuração da altura do albúmen denso determinada em milímetros, utilizou-se um micrometro analógico. A unidade Haugh foi calculada através da equação:  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$ , onde H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo em gramas (medido conforme exposto no item anterior), (Pardi, 1977).

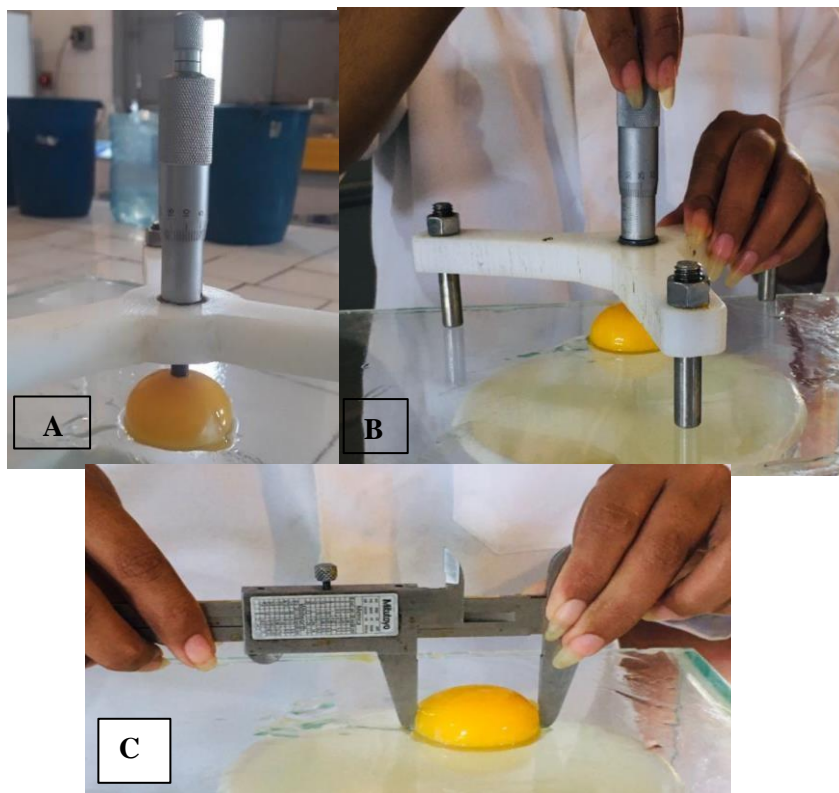


**Figura 4.** Determinação da altura do albúmen.

##### *Índice de gema*

Após a quebra dos ovos, a gema foi separada manualmente do albúmen e teve sua

altura medida com o auxílio de um micrometro tripé da marca Mitutoyo® (Figura 5AB), e seu diâmetro medido com um paquímetro analógico (Figura 5C), da mesma marca. O índice de gema foi calculado por meio da razão entre a altura e o diâmetro desta estrutura.



**Figura 6.** A e B: determinação da altura da gema; B: determinação do diâmetro da gema.

#### *Coloração da gema*

Após a remoção do albúmen foi estimada a cor da gema, com o auxílio do leque colorimétrico Roche® (Figura 6), onde a intensidade de pigmentação varia do 1 ao 15, em intensidade crescente de cor.



**Figura 6.** Determinação da cor da gema.

### *Determinação do pH*

Foi feito um pool do albúmen de oito ovos e um pool de gema também de oito ovos de cada tratamento, após isso foi mensurado pH dessas estruturas com um pHmetro de bancada.

### *Peso da casca*

Após a lavagem das cascas para retirada de resquícios de albúmen e gema as mesmas foram secas em estufa a 105°C por 2 horas e após pesadas em balança digital de precisão Bel 0,01g, 2200g S2202H.

### *Porcentagem dos componentes do ovo: casca, albúmen e gema*

Foram determinadas após a quebra dos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança digital de precisão Bel 0,01g, 2200g S2202H, o peso da casca foi obtido conforme descrito no item anterior. Após isso foi obtido o peso do albúmen mediante subtração do peso da gema e da casca, do peso total do ovo.

## **3.5.2 Qualidade externa dos ovos**

### *Determinação da espessura da casca*

Após a secagem das cascas, foram retirados dois fragmentos da região equatorial de cada ovo e medidas com micrômetro digital de pressão da marca Mitutoyo® (Figura 7), modelo PK0505CPX. A espessura da casca foi determinada pela média dos valores obtidos desses dois fragmentos.



**Figura 7.** Determinação da espessura de casca.

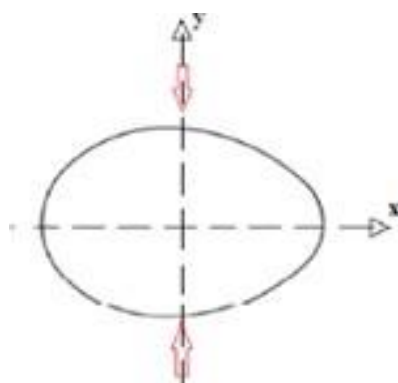
### *Gravidade específica*

A gravidade específica foi realizada pelo método de flutuação em solução salina, segundo a metodologia descrita por Hamilton (1982). Os ovos foram submersos em soluções salinas com densidades de 1,070; 1,075; 1,080; 1,085; 1,090; 1,095 e 1,100, preparadas com o auxílio de um densímetro de petróleo, colocadas em ordem crescente em recipientes previamente identificados. Primeiramente os ovos foram submersos no recipiente de 1,060, e assim sucessivamente, até que flutuassem na solução.

### *Resistência à quebra da casca*

Os mesmos 13 ovos retirados de cada tratamento para as análises já citadas foram utilizados para a análise de resistência à quebra da casca. Após serem perfurados para analisar a resistência de casca eram levados imediatamente para a realização das análises descritas acima.

A resistência à quebra da casca foi realizada com um texturômetro *Stable Micro Systems Texture Analises* modelo TA, XT plus, conectado a um computador (transmissão dos dados). Para a perfuração da casca foi utilizada uma sonda de 6 mm de diâmetro, o equipamento foi calibrado com velocidade pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade do teste: 1,0 mm/s; velocidade pós-teste: 4,0 mm/se profundidade: 5,0 mm. Os ovos foram dispostos deitados sobre um suporte em forma de anel com 5cm de diâmetro dentro de um cadinho de porcelana de modo que a sonda perfurasse a região equatorial dos ovos (Figura 8 e 9). A casca foi pressionada até que ocorresse o rompimento da mesma, e a força necessária usada indicou a resistência da casca. O software *Exponent Lite Express* foi utilizado para registrar a força empregada para o rompimento da casca dos ovos em quilograma-força (Kgf), de acordo com metodologia adaptada de Oliveira et al. (2014).



**Figura 8.** Disposição dos ovos para análise de resistência da casca (Adaptado de Oliveira et al., 2014).

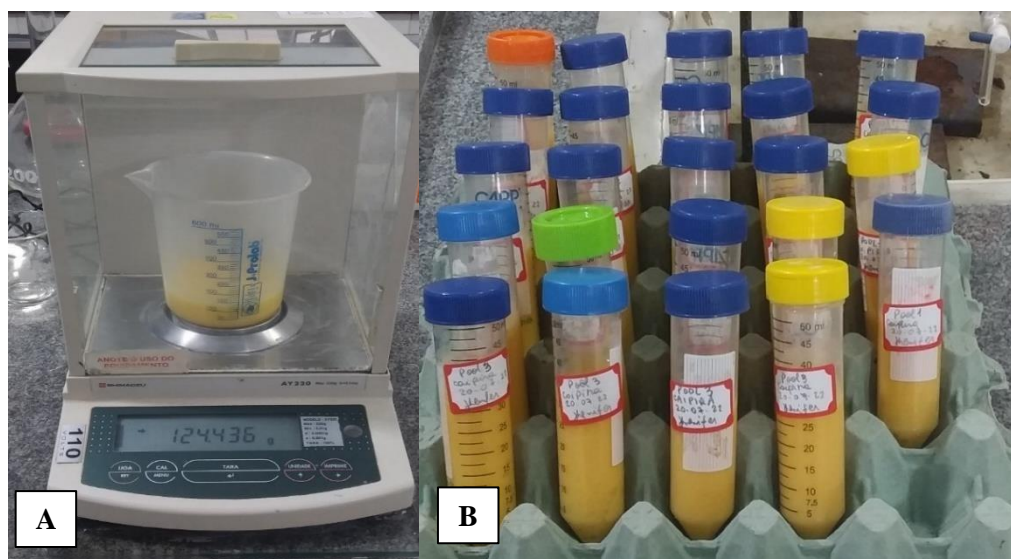


**Figura 9.** Região de perfuração da sonda.

### 3.5.3 Composição Centesimal dos ovos

No Laboratório de Química Biológica do Solo do Departamento de Solos – Instituto de Agronomia e no Laboratório de Química Orgânica do Instituto de Química foi realizada a liofilização dos ovos para ficarem aptos para as análises da composição centesimal. De forma que a partir de 18 ovos frescos de cada sistema foram preparados seis *pools* (gema + albúmen), já para as análises do dia 28, foram formados três *pools* de cada temperatura e sistema de criação. Os ovos eram quebrados e seu conteúdo depositado em um becker para realizar a homogeneização. Após isso a amostra foi pesada (Figura 10A) e transferida para

tubo tipo falcon com capacidade de 50 ml (Figura 10B) e posteriormente acondicionada em ultrafreezer a -80 °C durante 48 horas. Após esse período foram transferidas para o liofilizador onde permaneceram até que ficassem totalmente secas. Após secagem cada amostra foi novamente pesada e acondicionada em sacos de polipropileno (Figura 11). Esse procedimento foi o repetido para os ovos armazenados por até 28 dias e para as duas idades. A determinação dos valores de matéria seca, cinza, extrato etéreo e proteína bruta foi elaborada conforme a metodologia descrita pela Associação Oficial de Químicos Analíticos (AOAC, 1995) no Laboratório De Nutrição Animal Prof. Mário Pinheiro do Instituto de Zootecnia, e então através de cálculos foi determinada a composição centesimal das amostras.



**Figura 10.** A: Pesagem do pool de ovos (gema + albúmen); B: Preparação e identificação dos pools de ovos para posterior refrigeração e liofilização.



**Figura 11.** Armazenamento dos ovos liofilizados.

### 3.6 Análise estatística

Os dados da pesquisa foram submetidos à análise de variância através do Programa R-Studio, e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Qualidade externa dos ovos

Os resultados para características de qualidade externa dos ovos: peso dos ovos, espessura de casca, gravidade específica e resistência à quebra de casca estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4** - Peso do ovo, espessura de casca, gravidade específica e resistência à quebra de casca de ovos armazenados em temperatura ambiente e refrigeração até 28 dias, produzidos por poedeiras semipesadas em de duas idades e alojadas em diferentes sistemas.

Tratamentos	Variáveis			
	Peso do ovo, g	<sup>1</sup> EC, mm	<sup>2</sup> GE, g/mL	Resistência, kfg
Sistema de criação (SIS)				
Gaiola	59,21 <sup>b</sup>	0,41	1082,15	40,84
Caipira	60,08 <sup>a</sup>	0,42	1081,98	40,76
Idade da poedeira (IDP)				
37 semanas	58,48 <sup>b</sup>	0,45 <sup>a</sup>	1082,22	41,11
45 semanas	60,80 <sup>a</sup>	0,39 <sup>b</sup>	1081,87	40,49
Temperatura (TEMP)				
Ambiente	58,76 <sup>c</sup>	0,41 <sup>b</sup>	1076,52 <sup>c</sup>	39,75 <sup>b</sup>
Refrigerado	59,94 <sup>b</sup>	0,42 <sup>b</sup>	1084,53 <sup>b</sup>	41,57 <sup>a</sup>
Armazenamento (ARMZ)				
0 dias (ovos frescos)	61,98 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	1094,37 <sup>a</sup>	41,92 <sup>a</sup>
7 dias	60,16 <sup>ab</sup>	0,45 <sup>a</sup>	1085,62 <sup>b</sup>	40,72 <sup>b</sup>
14 dias	59,79 <sup>b</sup>	0,42 <sup>b</sup>	1078,16 <sup>c</sup>	40,46 <sup>b</sup>
21 dias	59,07 <sup>b</sup>	0,40 <sup>b</sup>	1079,80 <sup>c</sup>	40,91 <sup>b</sup>
28 dias	58,38 <sup>c</sup>	0,39 <sup>b</sup>	1078,52 <sup>c</sup>	40,54 <sup>b</sup>
<b>Valores de P</b>				
SIS	<0,01	0,07 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>
IDP	<0,01	<0,01	0,58 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>
TEMP	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
ARMZ	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
SIS x IDP	0,24 <sup>ns</sup>	<0,01	0,65 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>
SIS x TEMP	0,05	0,11 <sup>ns</sup>	0,02	0,90 <sup>ns</sup>
SIS x ARMZ	0,89 <sup>ns</sup>	<0,01	0,49 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
IDP x TEMP	0,05	<0,01	0,03	0,80 <sup>ns</sup>
IDP x ARMZ	0,58 <sup>ns</sup>	<0,01	0,45 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>
TEMP x ARMZ	0,66 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>
SISxIDPxTEMPxARMZ	0,97 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>
CV <sup>3</sup> , %	6,11	1,22	1,77	1,68

<sup>1</sup>EC–Espessura da casca. <sup>2</sup>GE – Gravidade específica.

As médias seguidas de letras minúsculas na coluna demonstram um efeito significativo de SIS nas variáveis analisadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

p-valor acima de 0,05 demonstra influência direta de um fator no resultado do outro e vice-versa. ns – não significativo.

<sup>3</sup> CV – Coeficiente de variação.

#### 4.1.1 Efeito do Sistema de criação

O peso dos ovos foi maior no sistema caipira em relação ao de gaiola (p<0,05). Ovos provenientes de galinhas criadas em gaiolas geralmente são mais leves do que ovos

provenientes de aves livres devido à alta produtividade no primeiro sistema (Campbell et al., 2015). Jones et al. (2014) também observaram maior peso em ovos provenientes de aves livres (*cage-free*) e de gaiolas enriquecidas em comparação aos produzidos em sistema convencional. De Freitas et al. (2020) também encontraram maior peso em ovos de poedeiras criadas em piso, em comparação com os de aves criadas em gaiolas. Chen et al. (2018); Saccomani (2019) e Popova et al. (2020), também notaram que o peso dos ovos produzidos por poedeiras criadas em sistema *free-range* e *cage-free* foi significativamente maior do que o peso dos ovos postos em gaiolas.

A resistência de casca não foi influenciada pelos sistemas de criação ( $p < 0,05$ ). A literatura tem evidenciado melhor qualidade de casca em ovos produzidos em sistemas ao ar livre. De acordo com Küçükyılmaz et al. (2012), essa melhor qualidade de casca ocorre em virtude do acesso a piquetes, nos quais as aves podem se movimentar e exercitar o corpo estimulando a mobilização de nutrientes e energia para o desenvolvimento dos tecidos musculares e ósseos possibilitando, menor mobilização mineral para a produção de tecido ósseo, e maior disponibilidade para a produção da casca, além de maior mobilização mineral advinda do solo. Entretanto, na presente pesquisa não houve efeito significativo para essa variável. Mertens et al. (2006), constataram maior resistência em casca em ovos advindos de gaiolas convencionais e enriquecidas do que em ovos de poedeiras livres de gaiola.

A gravidade específica e espessura de casca não foram influenciadas pelos sistemas de criação ( $p < 0,05$ ). De acordo com Rosa e Avila (2000), a gravidade específica avalia a densidade do ovo, à qual está atrelada com a espessura da casca, assim, se não houve efeito para espessura de casca, também não houve para GE e resistência de casca.

Saccomani et al. (2019) salientaram que os ovos produzidos pelo sistema *free-range* apresentaram os maiores valores de gravidade específica, quando comparados com os ovos de sistema *cage-free* e não houve diferença para os ovos do sistema de gaiolas. Para os autores a explicação para tal fato foi devido ao menor peso dos ovos *free-range* em comparação aos do sistema *cage-free* e convencional, e concluíram que ovos maiores, dependendo da composição da ração, podem apresentar espessura de casca mais fina e consequentemente menores valores de gravidade específica.

Jucá et al. (2011) analisando dado de aves produzidas em gaiola e no piso notaram menores valores de espessura da casca nos ovos produzidos em gaiolas. Diferentemente, Ahammed et al. (2014) notaram maiores espessuras de casca nos ovos produzidos por gaiolas do que nos ovos de aves livres. Enquanto Tizo, Rigo e Barbosa (2015) e Reis et al. (2019) não encontraram diferenças significativas para essa variável nos dois sistemas (gaiola e livre de gaiola).

#### **4.1.2 Efeito da idade da ave**

O peso dos ovos foi maior quando produzido por aves mais velhas ( $p < 0,05$ ). À medida que as poedeiras envelhecem, os folículos ovarianos são maiores, resultando no aumento da gema e consequentemente no peso do ovo (Almeida et al., 2006). Samiullah et al. (2017) e Vlčková et al. (2019) também observaram maior peso dos ovos em aves mais velhas.

A espessura de casca foi maior para aves mais jovens em relação às aves mais velhas ( $p < 0,05$ ). Isso porque as aves mais jovens, possuem melhor qualidade de casca e consequentemente maior espessura do que as aves mais velhas. Com o avançar da idade da poedeira, o tamanho do ovo aumenta de maneira mais rápida do que o peso da casca, fazendo com que a espessura diminua. Essa menor espessura de casca em ovos produzidos por aves

mais velhas, também tem relação com a menor atividade enzimática da anidrase carbônica atrelada ou não à menor absorção intestinal de cálcio, mobilização óssea e menor taxa de retenção desse mineral (Araujo e Albino, 2011; Monlar et al., 2018). Apesar da menor espessura de casca em aves mais velhas, os valores se mantiveram mais altos que os valores de padrão mínimo que definem uma casca com espessura de qualidade que é de 0,33mm (Ornellas, 2001).

Camargo (2019) avaliou a influência da condição e tempo de armazenamento na qualidade de ovos de poedeiras comerciais em idades avançadas e notou que a espessura de casca reduziu com a idade da ave. A autora observou maior espessura de casca para ovos de aves com 31 semanas em relação às aves com 66 e 88 semanas. A espessura de casca do ovo da poedeira com 31 semanas foi de 0,37 mm, da poedeira com 62 semanas foi de 0,29 mm e da poedeira com 88 semanas foi de 0,26 mm. Os resultados para espessura de casca da presente pesquisa foram superiores ao do trabalho citado. Não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para gravidade específica e resistência de casca. Era esperado que aves mais jovens produzissem ovos com maior gravidade específica, pois, existe uma relação entre o peso do ovo/gravidade específica, isso porque à medida que o peso do ovo aumenta a gravidade específica diminuiu com o aumento da idade das poedeiras (Ávila et al., 2005).

Também era esperado maior resistência de casca em ovos produzidos por aves mais jovens, já que essa variável possui relação com a espessura de casca, e as aves desta pesquisa apresentaram espessura de casca maior quando mais jovens. Kemps et al. (2006) observaram que as membranas da casca exercem influência sobre sua resistência, já que servem como reforço à porção calcificada da casca e quando a ave é mais jovem, mais espessa são as membranas, o que confere maior resistência à casca. Todavia, não foi verificada diferença para esse parâmetro.

#### **4.1.3 Efeito da temperatura de armazenamento**

Maior peso dos ovos foi observado em ovos sob refrigeração em comparação com os que foram mantidos em temperatura ambiente ( $p < 0,05$ ). O mesmo resultado foi encontrado por Sabino et al. (2022), que verificaram perda de peso dos ovos armazenados em temperatura ambiente em comparação aos armazenados em geladeira. Segundo Karoui et al., (2006) as características dos ovos tendem a mudar durante o armazenamento, pois sofrem influência da temperatura e das condições ambientais. Gherardi et al. (2019) observaram que em temperaturas elevadas, a perda de peso dos ovos foi maior, e para os autores isso ocorreu, pois em altas temperaturas ocorre maior perda de umidade do albúmen através dos poros da casca. Entretanto, Lana et al. (2017) não observaram diferenças no peso dos ovos em relação à temperatura de armazenamento.

A gravidade específica reduziu em ovos mantidos em temperatura ambiente e refrigerados, entretanto, quando refrigerados as perdas foram menores ( $p < 0,05$ ). A melhor manutenção da qualidade de ovos refrigerados já era esperada, tendo em vista que a refrigeração reduz as perdas já que há menor intensidade das trocas gasosas.

Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para espessura de casca em ovos mantidos sobre refrigeração e  $T^\circ$  ambiente. Esse resultado corrobora com os encontrados por Salvador et al. (2011) e Lima (2012) que também não verificam influência da temperatura de armazenamento na espessura de casca dos ovos. Helman et al. (2020) observaram que os valores de espessura de casca de ovos em geladeira e ambiente se manteve com valores similares ao da análise no dia zero. Para os autores, isso ocorreu porque a espessura da casca



não varia após postura do ovo, sendo a nutrição e idade da ave os principais fatores que afetam a qualidade da casca.

A resistência da casca foi menor em T° ambiente ( $p < 0,05$ ). A temperatura de armazenamento não afeta a casca em si, entretanto esses resultados de menor espessura e resistência podem estar relacionados com ressecamento das membranas da casca, tornando-as menos espessas, já que conforme descrito anteriormente, as membranas da casca servem como reforço à porção calcificada da mesma (Kemps et al., 2006).

#### 4.1.4 Efeito do período de armazenamento

O peso dos ovos reduziu durante o período de armazenamento, e o menor peso foi identificado no 28° dia de estocagem ( $p < 0,05$ ). Santos et al. (2009) e De Freitas et al. (2011) salientaram que a perda de água do ovo começa após a postura e se agrava em elevadas temperaturas e com o período de armazenamento em decorrência da evaporação que provoca um aumento progressivo da câmara de ar consequentemente, reduzindo o peso do ovo. Lana et al. (2017), notaram que o peso dos ovos foi reduzindo de forma linear com o aumento do tempo de armazenamento.

A gravidade específica e resistência de casca, reduziram a partir do 7° dia de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Entretanto, para a gravidade específica a partir do 14° até o 28° dia de armazenamento não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), já para resistência de casca não houve significância ( $p < 0,05$ ) a partir do 7° dia.

A espessura de casca reduziu a partir do 14° dia ( $p < 0,05$ ) e se manteve sem diferença significativa até o 28° de armazenamento. A redução dos valores dessas variáveis a partir de 7 dias de estocagem, denota que o avanço do período de armazenamento afeta as características externas. A redução da espessura e resistência da casca pode ter relação com as membranas da casca, conforme já mencionado, já a redução dos valores de gravidade específica ocorreu possivelmente pela perda de dióxido de carbono e água pelos poros da casca. As alterações dessas características externas, levam a alterações na qualidade interna do ovo, como a consistência do albúmen e alterações no do pH (Arruda et al., 2019).

Camargo (2019) notou redução de espessura de casca de ovos de poedeiras comerciais tanto em refrigeração quanto em temperatura ambiente a partir do 10° dia de estocagem, com perdas mais acentuadas aos 30 dias.

#### *Efeito das interações*

Na Tabela 5 está apresentado o efeito da interação entre o sistema de criação e a idade da poedeira sobre a espessura da casca.

**Tabela 5** - Efeito da interação entre o sistema de criação e a idade da poedeira sobre a espessura da casca.

Idade da poedeira <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
37 semanas	0,46 <sup>Aa</sup>	0,44 <sup>Ba</sup>
45 semanas	0,38 <sup>Bb</sup>	0,40 <sup>Ab</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

Independente do sistema de criação, a espessura da casca foi sempre maior quando as aves eram mais jovens ( $p<0,05$ ). Aves mais jovens mantidas em gaiola, produziram ovos com cascas mais espessas em comparação com as do sistema caipira, mas quando elas ficaram mais velhas, a criação no sistema caipira favoreceu a espessura da casca. A alta temperatura registrada, em torno de 37 °C (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2023), quando as aves estavam mais velhas, pode ter afetado a qualidade de casca mais significativamente nas aves em gaiola do que as que permaneceram soltas no sistema caipira, as quais, tinham a possibilidade de realizar melhores trocas térmicas, por meio dos banhos de areia e uma maior disponibilidade de espaço, contribuindo dessa forma, para a melhoria da espessura da casca, nessa idade. De acordo com (Ebeid et al., 2012), em elevadas temperaturas, ocorre elevação da frequência respiratória, com consequente redução da pressão parcial de dióxido de carbono, alcalose respiratória e redução do fluxo sanguíneo para os órgãos reprodutores, e consequente redução da disponibilidade de íons bicarbonato no sangue para mineralizar a casca dos ovos, com redução da sua espessura.

O efeito da interação entre o sistema de criação e temperatura de armazenamento para peso dos ovos está demonstrado na Tabela 6.

**Tabela 6** - Efeito da interação entre o sistema de criação da poedeira e a temperatura de armazenamento sobre o peso dos ovos.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
Ambiente	58,61 <sup>Bc</sup>	58,90 <sup>Ab</sup>
Refrigerado	60,76 <sup>Ab</sup>	59,13 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

Não houve diferença significativa ( $p<0,05$ ) para peso dos ovos produzidos em sistema caipira armazenados em temperatura ambiente e em refrigeração. Uma possibilidade para a melhor manutenção do peso do ovo em gaiola seja pela maior espessura de casca conforme citado na Tabela 5, tendo em vista que cascas mais espessas reduzem as trocas gasosas que levam a perda de peso do ovo. A redução no peso dos ovos em temperatura ambiente está atrelada a perda de água e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) através das membranas e dos poros da casca que se acentua em temperaturas elevadas (Suckeveris et al., 2015; Mueller et al., 2017).

Saccomani et al. (2019) apontaram redução no peso dos ovos em temperatura ambiente entre os sistemas *cage-free*, convencional e *free-range*. Carvalho et al. (2022) apontaram maiores perdas de peso para ovos submetidos ao acondicionamento em temperatura ambiente, porém foi observada uma maior perda para ovos convencionais de gaiola do que para ovos caipiras.

O efeito da interação entre o sistema de criação e temperatura de armazenamento para gravidade específica está demonstrado na Tabela 7.

**Tabela 7** - Efeito da interação entre o sistema de criação e a temperatura de armazenamento sobre a gravidade específica.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
Ambiente	1075,66 <sup>Bc</sup>	1077,38 <sup>Ac</sup>
Refrigerado	1084,02 <sup>Bb</sup>	1085,04 <sup>Ab</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

Os ovos mantidos em refrigeração tiveram maior gravidade específica independente do sistema de criação ( $p < 0,05$ ), porém, o valor dessa variável foi maior no sistema caipira tanto em temperatura ambiente quanto em refrigeração. Essa redução da gravidade específica relacionada ao ambiente de armazenamento provavelmente ocorreu pela perda de água do ovo que já começa a acontecer logo após a postura e é agravada por elevadas temperaturas ao longo do tempo de estocagem, assim há um aumento da câmara de ar e consequentemente redução da gravidade específica (Salvador, 2011; Lemos et al., 2015).

A Tabela 8 contém os dados para o efeito da interação entre o sistema de criação e o período de armazenamento sobre a espessura da casca.

**Tabela 8** - Efeito da interação entre o sistema de criação e o período de armazenamento sobre a espessura da casca.

Períodos de armazenamento <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
0 dias (controle)	0,48 <sup>Aa</sup>	0,44 <sup>Ba</sup>
7 dias	0,47 <sup>Aa</sup>	0,43 <sup>Ba</sup>
14 dias	0,42 <sup>Ab</sup>	0,42 <sup>Aa</sup>
21 dias	0,40 <sup>Bb</sup>	0,41 <sup>Ab</sup>
28 dias	0,39 <sup>Bc</sup>	0,40 <sup>Ab</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

A espessura de casca foi maior nos ovos produzidos em gaiola até os 7 dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ), mantendo-se estável ao 14º e 21º dia e reduzindo aos 28 dias. Nos ovos produzidos em sistema caipira, a EC se manteve estável a partir dos 7 dias, reduzindo a partir do 21º dia. Diante disso, nota-se que os valores dessa variável foram menores nos ovos advindos de gaiola do que nos ovos de sistema caipira, indicando melhor manutenção da espessura da casca nos ovos de sistema caipira. Em pesquisa de Thimotheo (2016), o sistema de criação e os períodos de armazenamento não influenciaram na espessura da casca dos ovos. De modo semelhante, Sabino et al. (2022) ao avaliarem ovos de sistema caipira não encontraram diferenças entre 4 períodos de armazenamento (0, 12, 24 e 36) para espessura da casca, independente da forma de armazenamento.

O efeito da interação entre a idade da poedeira e a temperatura de armazenamento para peso dos ovos está demonstrado na Tabela 9.

**Tabela 9** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e a temperatura de armazenamento sobre o peso dos ovos.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade das poedeiras <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	57,94 <sup>Bc</sup>	59,58 <sup>Ac</sup>
Refrigerado	58,58 <sup>Bb</sup>	61,31 <sup>Ab</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a idade das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

Independente da temperatura de armazenamento, os ovos produzidos por aves mais velhas, foram sempre mais pesados ( $p < 0,05$ ). Quando se considerou a temperatura de armazenamento, a refrigeração favoreceu o peso dos ovos independente da idade em que foram produzidos ( $p < 0,05$ ). O maior peso de ovo para aves mais velhas ocorre pela produção de folículos ovarianos maiores, resultando no aumento da gema e consequentemente da relação entre o peso da gema e peso do ovo. Conforme a poedeira envelhece, há uma queda natural na qualidade interna e externa dos ovos, que ocorre entre outros fatores, em virtude da redução na espessura da casca em decorrência do aumento dos ovos, e do diâmetro dos poros, o que favorece as trocas gasosas acelerando dessa forma, a perda de peso (Barbosa et al., 2012; Alves, 2015; Duarte, 2016).

O efeito da idade e da temperatura de armazenamento sobre a variável a espessura de casca estão dispostos na Tabela 10.

**Tabela 10** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e a temperatura de armazenamento sobre a espessura da casca.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	0,43 <sup>Ab</sup>	0,39 <sup>Bb</sup>
Refrigerado	0,44 <sup>Ab</sup>	0,39 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

A espessura de casca foi maior para aves com 37 semanas, independente da temperatura de armazenamento quando comparado com aves de 45 semanas ( $p < 0,05$ ), isso ocorreu devido a melhor qualidade de casca em ovos de aves mais jovens, conforme já descrito anteriormente. Não houve diferença significativa no valor de espessura de casca entre ovos mantidos em temperatura ambiente e refrigerados independente da idade da poedeira.

Ramos et al. (2010) observou efeito significativo para a idade das aves sobre a espessura da casca, no entanto, o sistema de armazenamento não teve influência.

O efeito da interação entre a idade da poedeira e a temperatura de armazenamento sobre a gravidade específica (GE) está demonstrado na Tabela 11.

**Tabela 11** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e a temperatura de armazenamento sobre a gravidade específica.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	1077,34 <sup>Ac</sup>	1075,70 <sup>Bc</sup>
Refrigerado	1085,07 <sup>Ab</sup>	1083,98 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

A gravidade específica foi sempre maior nas aves mais jovens ( $p < 0,05$ ). E a refrigeração favoreceu essa variável independentemente da idade da ave. Esse resultado foi decorrente da melhor qualidade de casca dos ovos produzidos por essas aves e pela menor perda de peso em ovos refrigerados. Em aves mais velhas há uma piora da qualidade da casca já que são produzidos ovos maiores e com menor quantidade de cálcio por unidade de superfície, fazendo com que a casca fique mais fina e diminua sua gravidade específica, além disso, por esses ovos terem uma casca de qualidade inferior tendem a perder mais gases e água em temperaturas elevadas, reduzindo ainda mais a GE (Salvador, 2011; Lemos, 2015).

Camargo (2019) verificou que ovos de poedeiras jovens (31 semanas de vida), apresentaram valores de GE maiores que os ovos de aves com mais velhas (62 e 88 semanas) quando mantidos em T° ambiente e refrigeração. Por outro lado, aves de 62 e 88 semanas de idade apresentaram valores de GE semelhantes em ovos refrigerados, e os ovos de galinhas poedeiras com mais de 62 semanas de idade perderam mais gravidade específica e peso, independentemente do ambiente em comparação com galinhas poedeiras de 31 semanas. A autora também notou que com um dia de estocagem a temperatura ambiente, os ovos de aves com 62 semanas já apresentaram redução de GE, o que segundo a pesquisadora não é justificado pela diferença de ambientes, mas sim pela diferença dos ovos dentro do mesmo lote de aves.

Na Tabela 12 é demonstrada a relação da idade com o período de armazenamento sobre a espessura de casca (EC).

**Tabela 12** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e o período de armazenamento sobre a espessura da casca.

Períodos de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
0 dias	0,51 <sup>Aa</sup>	0,40 <sup>Ba</sup>
7 dias	0,50 <sup>Aa</sup>	0,40 <sup>Ba</sup>
14 dias	0,45 <sup>Ab</sup>	0,39 <sup>Bb</sup>
21 dias	0,40 <sup>Ac</sup>	0,39 <sup>Bb</sup>
28 dias	0,40 <sup>Ac</sup>	0,38 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

A espessura da casca piorou com a idade da ave e reduziu a partir do 14° dia de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Aves jovens apresentaram melhor espessura de casca do que as aves mais velhas durante todo o período de estocagem, novamente evidenciando a melhor qualidade de casca para poedeiras mais jovens. Quando se elevou o período de armazenamento, a partir do 7° dia de estocagem a espessura de casca reduziu e se manteve

estável a partir dos 21 dias nos ovos produzidos por aves mais jovens, nos ovos produzidos por aves mais velhas, reduziu a partir de 14 dias e se manteve até o final do experimento (28 dias). Para ambas as idades se nota que a EC de casca reduziu com o armazenamento até determinado ponto, porém se estabilizando a maioria do tempo, evidenciando mais uma vez que a casca não é alterada com o armazenamento, mas ocorrem alterações das membranas da casca conforme já citado.

Souza et al. (2012) e Poletti (2017), avaliaram a qualidade dos ovos em poedeiras com 25,37 e 78 semanas em diferentes períodos de armazenamento (0, 5, 10, 15 e 20 dias) e não encontraram variação da espessura de casca em função da estocagem, porém encontraram em função somente da idade da ave.

Camargo (2019) observou que no 1º dia de armazenamento os ovos de poedeiras com 31 semanas apresentaram espessuras de casca maiores que as demais idades (62 e 88 semanas). Galinhas poedeiras com 88 semanas de idade apresentaram diminuição na espessura da casca a partir do 10º dia de armazenamento, independentemente do ambiente. Em contraste, as poedeiras com 62 semanas apresentaram uma diminuição nesta variável apenas no dia 20 e ao final do armazenamento, enquanto as aves de 31 semanas conseguiram melhores valores de espessura mesmo ao 30º dia. Para a autora, à medida que as aves envelhecem, a qualidade interna e externa dos ovos tende a diminuir. Fisiologicamente, os ovos de galinhas com mais de 80 semanas são maiores. Desta forma, perde-se a resistência e a espessura da casca, da mesma forma e, em alguns casos, a capacidade da ave de transportar o cálcio é ainda menor para um ovo maior. Portanto, menos cálcio é depositado por área.

## **4.2 Qualidade interna dos ovos**

Na tabela 13 estão expostos os dados de qualidade interna dos ovos avaliada pela altura de albúmen, índice de gema, unidade Haugh, coloração de gema, pH de albúmen e gema.

**Tabela 13** - Qualidade interna de ovos armazenados em temperatura ambiente e refrigerados durante 28 dias e produzidos por poedeiras semipesadas em duas idades e alojadas em diferentes sistemas.

Tratamentos	Variáveis <sup>1</sup>					
	AA, mm	UH	IG	CG	pHA	pHG
Sistema de criação (SIS)						
Gaiola	7,75 <sup>b</sup>	84,28 <sup>b</sup>	0,4	5,54 <sup>b</sup>	9,3	6,47
Caipira	8,26 <sup>a</sup>	87,87 <sup>a</sup>	0,41	6,32 <sup>a</sup>	9,25	6,46
Idade da poedeira (IDP)						
37 semanas	8,41 <sup>a</sup>	89,81 <sup>a</sup>	0,4	5,69 <sup>b</sup>	9,14 <sup>a</sup>	6,40 <sup>a</sup>
45 semanas	7,59 <sup>b</sup>	82,35 <sup>b</sup>	0,41	6,17 <sup>a</sup>	9,41 <sup>b</sup>	6,54 <sup>b</sup>
Temperatura (TEMP)						
Ambiente	5,92 <sup>c</sup>	72,29 <sup>c</sup>	0,35 <sup>c</sup>	5,39 <sup>c</sup>	9,55 <sup>a</sup>	6,53 <sup>a</sup>
Refrigerado	9,37 <sup>b</sup>	95,78 <sup>b</sup>	0,43 <sup>b</sup>	6,26 <sup>b</sup>	9,21 <sup>b</sup>	6,45 <sup>b</sup>
Armazenamento (ARMZ)						
0 (controle)	10,87 <sup>a</sup>	102,42 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	6,73 <sup>a</sup>	8,43 <sup>c</sup>	6,32 <sup>bc</sup>
7 dias	9,45 <sup>b</sup>	95,90 <sup>ab</sup>	0,45 <sup>ab</sup>	6,01 <sup>b</sup>	9,03 <sup>bc</sup>	6,24 <sup>c</sup>
14 dias	8,13 <sup>b</sup>	88,05 <sup>b</sup>	0,41 <sup>b</sup>	5,72 <sup>c</sup>	9,34 <sup>b</sup>	6,48 <sup>b</sup>
21 dias	6,74 <sup>c</sup>	77,70 <sup>c</sup>	0,37 <sup>c</sup>	5,80 <sup>c</sup>	9,51 <sup>ab</sup>	6,58 <sup>ab</sup>
28 dias	6,27 <sup>c</sup>	74,48 <sup>c</sup>	0,35 <sup>c</sup>	5,78 <sup>c</sup>	9,65 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>
	<b>Valores de P</b>					
SIS	0,02	0,02	0,07 <sup>ns</sup>	<0,01	0,27 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
IDP	<0,01	<0,01	0,40 <sup>ns</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
TEMP	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
ARMZ	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SIS x IDP	0,08 <sup>ns</sup>	0,05	0,15 <sup>ns</sup>	<0,01	0,32 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>
SIS x TEMP	0,39 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	<0,01	0,15 <sup>ns</sup>
SIS x ARMZ	0,49 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,03	0,77 <sup>ns</sup>	<0,01	0,15 <sup>ns</sup>
IDP x TEMP	0,19 <sup>ns</sup>	<0,01	0,01	0,30 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,01
IDP x ARMZ	0,11 <sup>ns</sup>	0,01	0,45 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	<0,01	<0,01
TEMP x ARMZ	0,10 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
SISxIDPxTEMPxARMZ	0,19 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
CV <sup>2</sup> , %	3,39	2,22	1,93	1,81	5,26	4,29

<sup>1</sup> AA – Altura do albúmen. UH – Unidade Haugh. IG – Índice de gema. CG – Coloração da gema. pHA – pH do albúmen. pHG – pH da gema.

As médias seguidas de letras minúsculas na coluna demonstram um efeito significativo de SIS nas variáveis analisadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. ns – não significativo.

p-valor acima de 0,05 demonstra influência direta de um fator no resultado do outro e vice-versa. ns – não significativo.

<sup>2</sup>CV – Coeficiente de variação.

#### 4.2.1 Efeito do Sistema de criação

A altura de albúmen e UH foram maiores nos ovos produzidos no sistema caipira em comparação com os de gaiola ( $p < 0,05$ ). A UH é obtida pela relação entre a altura do albúmen e o peso do ovo e essa variável pode ser um indicador do frescor e qualidade dos ovos (Poletti et. al., 2017). Esperava-se que essa melhor qualidade de UH para ovos caipiras fosse advinda devido a maior espessura de casca geralmente notada nesse sistema, entretanto, conforme já detalhado, não houve diferença significativa para essa variável, assim uma possibilidade para a melhor manutenção da qualidade dos ovos advindos do sistema caipira pode ser atribuído as melhores condições de bem-estar nas aves criadas nesse sistema. De maneira semelhante,

Tizo, Rigo e Barbosa. (2015) também identificaram maiores alturas de albúmen em sistema livre (6,70) do que em ovos de gaiola (5,69); em relação à UH.

Saccomani et al. (2019) observaram maiores valores de UH para os ovos advindos de sistema *cage-free* em comparação com ovos de sistema *free-range* e convencional. Igualmente Dikmen et al. (2017) detectaram maior qualidade de albúmen em ovos de aves ao ar livre em comparação com gaiolas.

A intensidade de coloração de gema foi maior para ovos de sistema caipira ( $p<0,05$ ). A cor da gema depende da alimentação da poedeira, e os ovos de galinhas caipiras tendem a apresentar gema com coloração mais intensa em relação aos ovos comerciais de gaiola devido aos maiores teores de betacaroteno, alfa-tocoferol e polifenóis advindos da forragem (Sokołowicz et al., 2018). Lewko e Gornowicz (2011) também observaram maiores intensidades de pigmentação da gema em criações livres com acesso a piquete. Carvalho et al. (2022) observaram que as gemas de ovos caipiras apresentaram tonalidade de intensidade de coloração maior em comparação com ovos comerciais, para os autores esse resultado é esperado tendo em vista que aves em sistema livre tem acesso a uma maior quantidade de pigmentos (carotenoides) na alimentação através da forragem.

Em relação a outras variáveis para o fator sistema de criação, como: índice de gema, pH de albúmen e gema não houve efeito significativo ( $p<0,05$ ).

#### **4.2.2 Efeito da idade da ave**

A altura de albúmen e UH foram maiores para aves mais jovens com 37 semanas ( $p<0,05$ ). Esses ovos foram armazenados durante 28 dias e como aves mais jovens produziram ovos com melhor espessura de casca, isso propiciou redução das trocas gasosas, portanto, menor perda de água do albúmen que levaria a redução de sua altura. Marzec et al. (2021) também observaram influência da idade das aves na altura do albúmen e na UH, em que ambos os parâmetros foram maiores em ovos de poedeiras mais jovens (25 – 26 semanas) do que aqueles de aves mais velhas (45 – 46, 55 – 56 e 69 – 70 semanas).

A coloração de gema foi menor em ovos de aves jovens em comparação com os ovos produzidos por aves mais velhas ( $p<0,05$ ). A disponibilidade de forragem no piquete não foi a mesma no decorrer do período experimental, já que foi totalmente consumida pelas aves na fase inicial do experimento, portanto, durante um período, as aves não tiveram acesso à forragem, até que esta crescesse novamente. Mesmo assim, o menor período de forrageamento, foi suficiente para provocar maior intensidade de coloração nas gemas dos ovos produzidos por aves mais velhas em comparação a gema de ovos advindos de aves mais jovens.

O pH de gema e albúmen, foram maiores nos ovos produzidos por aves mais velhas ( $p<0,05$ ), isso porque essas aves possuíam qualidade de casca inferior, o que facilitou as trocas gasosas que geram as reações químicas que alteram o pH.

#### **4.2.3 Efeito da temperatura de armazenamento**

Ovos refrigerados apresentaram maiores valores de altura de albúmen, UH, índice e coloração de gema e menores valores de pH de albúmen e gema em relação aos ovos em temperatura ambiente ( $p<0,05$ ). Esse resultado já era esperado tendo em vista que a refrigeração favorece a qualidade dos ovos, pois ocorrem menores perdas  $CO_2$  e de umidade



para o meio ambiente nessa condição de armazenamento. Nos ovos mantidos em temperatura ambiente, foi observada menor coloração de gema e de acordo com (Lima, 2012), ocorre passagem de água do albúmen para a gema em condições inadequadas de armazenamento, consequentemente, há transferência de ferro da gema para o albúmen e penetração de proteínas do albúmen na gema, alterando dessa forma a intensidade de cor dessa estrutura durante a estocagem. Para Caner (2005), a cor da gema também pode ser alterada devido a degradação por processo oxidativo dos carotenóides (luteína, zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina entre outros), durante a estocagem.

Harder et al. (2007) observaram que em temperatura ambiente, os pigmentos da gema tendem a migrar para o albúmen, formando manchas e reduzindo a intensidade de cor dessa estrutura. Santos et al. (2009) observaram que as gemas dos ovos que permaneceram em temperatura ambiente apresentaram menos pigmentação quando comparadas com as gemas de ovos armazenados sob refrigeração.

#### **4.2.4 Efeito do período de armazenamento**

A altura do albúmen a UH e o IG foram maiores nos ovos frescos, bem como menores valores de pH ( $p < 0,05$ ), seguidos pelos armazenados até 14 dias, após esse período ocorreu uma perda acentuada nesses valores até o final do período em que os ovos foram mantidos armazenados. Isso denota que, no decorrer do avanço do período de armazenamento os ovos perderam altura de albúmen, reduzindo a UH e consequentemente reduzindo sua qualidade.

Os valores de pH também sofreram elevações no decorrer do período de estocagem, sendo o maior valor no 28º dia ( $p < 0,05$ ). Este resultado é acompanhado por uma diminuição no valor de UH, isso porque a manutenção do pH do albúmen é conseguida pelo equilíbrio do dióxido de carbono e quando este é perdido através dos poros da casca afeta a consistência dessa estrutura alterando o pH dos ovos (Arruda et al., 2019). As elevadas temperaturas e longos períodos de estocagem aceleram os processos de trocas gasosas reduzindo UH e aumentando os valores de pH.

O índice de gema reduziu com o avanço dos dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ), sendo o menor valor no 28º dia, isso porque no decorrer do armazenamento foi maior a passagem de água do albúmen para a gema, fazendo com que esta perdesse altura e aumentasse de diâmetro.

A intensidade de cor da gema também sofreu redução com o tempo de armazenamento, em virtude do que já foi previamente justificado.

Em relação ao pH de gema, houve aumento dos valores dessa variável ( $p < 0,05$ ), devido às trocas gasosas e perda de  $H_2O$  durante o armazenamento que geraram o aumento da alcalinidade, elevando o pH.

#### *Efeito das interações*

O efeito da interação entre o sistema de criação e idade da poedeira sobre a unidade Haugh está descrito na Tabela 14.

**Tabela 14** - Efeito da interação entre o sistema de criação e a idade da poedeira sobre a unidade Haugh.

Idade da poedeira <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
37 semanas	89,53 <sup>Ba</sup>	90,08 <sup>Aa</sup>
45 semanas	79,03 <sup>Bb</sup>	85,66 <sup>Ab</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

O sistema caipira favoreceu a UH, independente da idade da ave ( $p < 0,05$ ). Mesmo quando as aves envelheceram e a espessura da casca foi reduzida (Tabela 5), os ovos produzidos nesse sistema conseguiram manter melhores valores de UH em comparação com os ovos produzidos em gaiola ( $p < 0,05$ ). De acordo com Leite et al. (2021) o enriquecimento ambiental e a possibilidade de expressar os comportamentos naturais (empoleirar, utilizar o ninho e ciscar) promovem alterações positivas nas poedeiras, bem como promove melhora nos requisitos de qualidade dos ovos como o peso e unidade Haugh.

Dikmen et al. (2017), investigaram os efeitos dos sistemas de gaiola, convencional, gaiola enriquecida e caipira em aves Lohmann Brown com 50% de produção, no pico de produção e com 30,40 e 60 semanas de idade sobre parâmetros internos e externos de qualidade do ovo. Os autores encontraram maiores valores de UH para ovos de aves com 50% de produção e no pico de postura no sistema caipira do que nas demais fases de produção. Vlčková et al. (2019) verificaram que a unidade Haugh foi afetada pela idade e condição de criação, onde os maiores valores ocorreram para ovos de aves com 26 semanas produzidos em gaiolas enriquecidas, enquanto os menores valores ocorreram para ovos do tipo caipira de aves com 51 semanas. Entretanto, Samiullah et al. (2017) não encontraram interação entre o sistema de criação e idade das aves para unidade Haugh, porém os fatores de maneira isolada mostraram maior valor de UH para criação livre e para 44 semanas de idade.

Na Tabela 15 estão os dados para o sistema de criação e a idade da poedeira sobre a coloração da gema.

**Tabela 15** - Efeito da interação entre o sistema de criação e a idade da poedeira sobre a coloração da gema.

Idade da poedeira <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
37 semanas	5,55 <sup>Ba</sup>	5,81 <sup>Ab</sup>
45 semanas	5,53 <sup>Bb</sup>	6,82 <sup>Aa</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

A maior intensidade de coloração de gema foi observada no sistema caipira ( $p < 0,05$ ), devido ao acesso das aves no período em que ao piquete oferecia disponibilidade de forragem, conforme já descrito. Quando as aves ficaram mais velhas, a intensidade de pigmentação se acentuou, possivelmente, em função da maior disponibilidade de forragem para consumo das aves nessa idade, isso porque, a disponibilidade de forragem não foi uniforme durante todo o

experimento, de forma que no início deste, as aves consumiram toda a forragem a qual voltou a crescer somente quando as aves estavam mais velhas, o que tornou a intensidade de cor de gema maior nos ovos nessas aves.

Samiullah et al. (2014) concluíram que cor da gema sofre mais variação com influência da nutrição do que com a idade ou sistema de produção e dependerá da quantidade de pigmento adicionado à ração, e no caso de criações livre, da quantidade de vegetação consumida.

Na Tabela 16 está apresentada a interação entre o sistema de criação e a temperatura de armazenamento sobre o pH do albúmen.

**Tabela 16** - Efeito da interação entre o sistema de criação e a temperatura de armazenamento sobre o pH do albúmen.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
Ambiente	9,56 <sup>Aa</sup>	9,54 <sup>Bb</sup>
Refrigerado	9,28 <sup>Aa</sup>	9,14 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

O armazenamento dos ovos em temperatura ambiente elevou o pH, independente do sistema de criação ( $p < 0,05$ ), evidenciando que na ausência de refrigeração as trocas gasosas são maiores e consequentemente aceleram as alterações químicas no albúmen, conforme já descrito.

Jucá et al. (2011) também encontraram maiores valores médios de pH do albúmen em temperatura ambiente em ambos os sistemas (gaiola e piso), entretanto esses valores se mostraram estáveis durante todo o experimento, independente do sistema de criação, para os ovos armazenados sob refrigeração. Diferente de Jucá, Carvalho et al. (2022) observou que o pH do albúmen dos ovos comerciais e caipira aumentaram em temperatura ambiente e refrigerada, porém, sendo maior em temperatura ambiente e maior em ovos provenientes de sistema convencional.

Os valores de índice de gema (IG) em relação ao sistema de criação e período de armazenamento estão apresentados na Tabela 17.

**Tabela 17**- Efeito da interação entre o sistema de criação e o período de armazenamento sobre o índice de gema.

Períodos de armazenamento <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
0 dias	0,48 <sup>Aa</sup>	0,48 <sup>Aa</sup>
7 dias	0,46 <sup>Ab</sup>	0,44 <sup>Bb</sup>
14 dias	0,39 <sup>Bc</sup>	0,42 <sup>Ab</sup>
21 dias	0,37 <sup>Bc</sup>	0,38 <sup>Ac</sup>
28 dias	0,34 <sup>Bc</sup>	0,36 <sup>Ac</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

O índice de gema reduziu ao longo do período de estocagem, independente dos sistemas de criação ( $p < 0,05$ ). Entretanto, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias 14, 21 e 28 do IG para ovos de gaiola, esse comportamento foi semelhante no sistema caipira entre os dias 7-14 e 21-28. Apesar disso, o índice de gema se manteve acima de 0,25 o que indica que mesmo com perda de altura e redução de IG essas gemas se mantiveram com qualidade dentro dos padrões estabelecidos (Qi et al., 2020). A redução de IG ocorre devido à água do albúmen que migra para gema, fazendo com que esta perca altura e fique achatada, resultando em estiramento e maior fragilidade da membrana vitelina (Suckeveris et al., 2015; Dutra et al., 2021). Os fatores que afetam a resistência da membrana vitelínica são os mesmos que também afetam a qualidade do albúmen, assim, durante o armazenamento a qualidade dos ovos é afetada pela temperatura, umidade o tempo de estocagem (Giampietro-Ganeco et al., 2015; Lana et al., 2017; Dutra et al., 2021).

Ferreira et al. (2017) verificaram que no primeiro dia após a postura os ovos produzidos em sistemas *free-range* apresentaram diâmetro de gema maior do que os ovos produzidos por galinhas criadas em gaiola, porém no decorrer do período de armazenamento, o comportamento foi semelhante para os dois sistemas.

De maneira semelhante, Saccomani et al. (2019) observaram redução nos valores de índice gema conforme o prolongamento do armazenamento nos sistemas gaiolas, *cage-free* e *free-range*. Aos 7 dias os ovos provenientes do sistema *cage-free* apresentaram maior índice de gemado que os ovos do sistema gaiolas, porém não houve diferença para ovos *free-range*. No 14º dia os ovos do sistema *free-range* apresentaram IG superiores aos ovos *cage-free* e aos 21 dias, aos dois sistemas. A partir de 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente, não ocorreram diferenças significativas, entre os sistemas de criação. Carvalho et al. (2022) também verificou a redução de IG com o prolongamento dos dias de armazenamento para ovos comerciais e caipiras, com quedas expressivas já a partir do 10º dia e principalmente para ovos comerciais.

Na Tabela 18 está apresentada a interação entre o sistema de criação e o período de armazenamento sobre o pH do albúmen.

**Tabela 18** - Efeito da interação entre o sistema de criação e o período de armazenamento sobre o pH do albúmen.

Períodos de armazenamento <sup>2</sup>	Sistema de criação <sup>1</sup>	
	Gaiola	Caipira
0 dias	8,29 <sup>Bc</sup>	8,58 <sup>Ac</sup>
7 dias	9,00 <sup>Bb</sup>	9,05 <sup>Ab</sup>
14 dias	9,34 <sup>Ab</sup>	9,34 <sup>Aab</sup>
21 dias	9,60 <sup>Aa</sup>	9,43 <sup>Ba</sup>
28 dias	9,76 <sup>Aa</sup>	9,53 <sup>Ba</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de criação das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

O pH do albúmen aumentou com o prolongamento do período de armazenamento, independente do sistema de criação ( $p < 0,05$ ). Esse comportamento denota que conforme o período de armazenamento aumenta há também aumento das trocas gasosas que levam a alterações do equilíbrio do sistema tampão do albúmen elevando o pH. Vale ressaltar que a partir do 14º dia de armazenamento, o pH se torna menor em ovos caipiras, o que pode ter

correlação com as menores alterações nos valores de espessura de casca em ovos desse sistema, conforme descrito na Tabela 8.

Jucá et al. (2011) avaliaram o pH de albúmen dos ovos em diferentes condições e armazenamento e produzidos por poedeiras vermelhas submetidas a diferentes sistemas de criação e encontraram diferenças significativas nos períodos de maneira isolada, mas não para o sistema de criação, os valores médios de pH do albúmen demonstraram maior elevação até o 6º dia de armazenamento em temperatura ambiente, a partir disso se mantiveram constantes até o 30º dia. Já Camerini et al. (2013) identificaram diferença significativa para essa variável nas gaiolas enriquecidas e no sistema alternativo, porém segundo os autores essa diferença no pH de albúmen entre os sistemas de criação não foi motivado pelo período de armazenamento de ovos, já que estes foram coletados e analisados imediatamente, assim, não houve perda de CO<sub>2</sub> para o ambiente externo por período de armazenamento.

Semelhantemente, Saccomani et al. (2019) observaram interações significativas entre temperatura e tempo de armazenamento, mas não entre sistemas de criação. Vlčková et al. (2019) encontraram resultados diferentes ao avaliar a qualidade de ovos de gaiola enriquecida e sistema livre estocados por 21 dias, constatando que, independente do sistema de criação o valor do pH aumentou com o período de estocagem e no dia zero foi maior para aves livres. Já Carvalho et al. (2022) notaram elevação do pH de albúmen nos ovos comerciais e caipira aumentaram com o aumento dos dias de armazenamento, entretanto as aves de sistema em gaiola apresentaram valores superiores dessa variável.

Na Tabela 19 está apresentada a interação entre o sistema de criação e o período de armazenamento sobre a Unidade Haugh.

**Tabela 19** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e a temperatura de armazenamento sobre a unidade Haugh.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	78,16 <sup>Ac</sup>	66,41 <sup>Bc</sup>
Refrigerado	98,15 <sup>Ab</sup>	93,40 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

Poedeiras mais jovens apresentaram maiores valores de unidade Haugh, independente da temperatura de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Quando os ovos foram armazenados, a refrigeração favoreceu a manutenção da UH principalmente em ovos produzidos por aves mais jovens que apresentaram melhor qualidade de casca (Tabela 5), assim, as perdas de CO<sub>2</sub> e água foram menores, conservando melhor a UH.

Corroborando com os dados mencionados acima, Camargo (2019) ao avaliar a idade da poedeira em relação ao ambiente de armazenamento verificou que poedeiras com 31 semanas apresentaram valores de UH maiores que de aves mais velhas em ambos os ambientes (ambiente e refrigerado). Entretanto, em ambiente refrigerado e independentemente da idade das poedeiras, a UH se manteve mais alta, o que segundo os autores confirmam uma boa qualidade dos ovos nesse tipo de armazenamento.

Igualmente, Pereira (2021) notou que independente da idade das aves, os melhores valores de UH foram para aqueles estocados sob refrigeração. Os autores concluíram que houve queda nos valores de UH conforme a idade da ave avançou, independente da

temperatura de armazenamento, entretanto, esses valores foram mais evidentes nos ovos armazenados fora de geladeira.

O índice de gema sofreu influência da idade da poedeira e da temperatura de armazenamento (Tabela 20).

**Tabela 20** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e a temperatura de armazenamento sobre o índice de gema.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	0,36 <sup>Bc</sup>	0,34 <sup>Ac</sup>
Refrigerado	0,44 <sup>Ab</sup>	0,43 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

O índice de gema foi maior em ovos produzidos por aves mais jovens, independente da temperatura de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Isso porque, os ovos dessas aves apresentaram maior espessura de casca, o que reduziu as alterações químicas no albúmen e consequentemente a passagem de água deste para a gema. E a refrigeração favoreceu o IG, evidenciando mais uma vez a importância desta na manutenção da qualidade interna do ovo, independente da idade da ave.

Camargo (2019) também notou diminuição dos valores de IG em todas as idades (31, 62 e 88 semanas), porém em ambiente refrigerado os valores de índice de gema foram maiores, tendo destaque para poedeiras de 31 semanas. Marzec et al. (2019) observaram que o índice de gema diminuiu com a idade das poedeiras em armazenamento a 30 °C e 50% de umidade, já os ovos frescos das aves mais jovens (25–26 semanas de idade) possuíam os maiores valores de IG.

Na Tabela 21, apontam-se as interações em relação a idade das aves e temperatura de armazenamento sobre o pH da gema.

**Tabela 21** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e a temperatura de armazenamento sobre o pH da gema.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	6,47 <sup>Aa</sup>	6,59 <sup>Ba</sup>
Refrigerado	6,34 <sup>Aa</sup>	6,56 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

O pH de gema aumentou tanto em temperatura ambiente quanto refrigerada, independente da idade da ave ( $p < 0,05$ ). As aves mais jovens apresentaram ovos com menores valores de pH ( $p < 0,05$ ). Estes resultados atrelados aos resultados de aumento do pH do albúmen evidenciam que ocorreram trocas gasosas em armazenamento, principalmente para aqueles ovos sem refrigeração e para ovos de aves mais velhas, já que possuem casca mais porosa e com menor espessura. As alterações bioquímicas que ocorrem internamente nos ovos levam a diminuição da concentração de ácido carbônico, porém esse fato não altera somente o pH do albúmen, mas também de gema (Nascimento et al., 2019). As trocas gasosas e perda de

H<sub>2</sub>O durante o armazenamento geram o aumento da alcalinidade, isso eleva o pH da gema (Mueller et al., 2017). Para Shang et al. (2004) esse aumento no pH da gema se dá pela migração de íons alcalinos (sódio, potássio e o magnésio) do albúmen para a gema durante o período de estocagem, trocados pelos íons de hidrogênio.

Garcia et al. (2015) ao avaliarem ovos armazenados em temperatura de 25,2 °C e 30,0 °C de aves com 31-45, 38-50 e 78-92 semanas, não notou efeito sobre os parâmetros de pH de gema. Os dados de Camargo (2019) evidenciaram redução dos valores de pH, ao considerar todas as idades (31, 62 e 88 semanas). Para cada ambiente de armazenamento, o pH teve comportamento semelhante. Entretanto, a autora também identificou que em relação ao ambiente-idades, os ovos estocados em ambiente de refrigeração apresentaram melhor pH em comparação aos armazenados em prateleira, independentemente da idade, o que para a autora configura que apesar das alterações o pH se manteve dentro do padrão recomendado de 5,5 e 6,0.

O período de estocagem atrelado a idade da poedeira também provocou efeito nos valores de unidade Haugh, conforme descrito na Tabela 22.

**Tabela 22** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e o período de armazenamento sobre a unidade Haugh.

Períodos de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
0 dias	103,00 <sup>Aa</sup>	101,83 <sup>Ba</sup>
7 dias	96,61 <sup>Ab</sup>	95,18 <sup>Bb</sup>
14 dias	91,79 <sup>Ab</sup>	84,30 <sup>Bb</sup>
21 dias	83,71 <sup>Ac</sup>	71,69 <sup>Bc</sup>
28 dias	80,51 <sup>Ac</sup>	68,45 <sup>Bc</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

A UH piorou com o envelhecimento da ave e como o prolongamento do período de armazenamento ( $p < 0,05$ ). A pior qualidade de casca observada nos ovos produzidos por aves mais velhas influenciou (Tabela 5) no aumento de trocas gasosas e consequentemente na redução da UH durante o prolongamento do período de estocagem em comparação com os ovos produzidos por aves mais jovens.

Camargo (2019) observou diferença estatística para unidade Haugh relacionando o tempo de armazenamento e a idade da poedeira, até o 10º dia de armazenamento os valores de UH para aves com 31 semanas se mantiveram dentro do padrão de qualidade excelente a intermediária, porém, a partir do 20º os valores dessa variável estiveram abaixo de 60; já para as aves com 62 e 88 semanas os valores decaíram e ficaram abaixo de 60 desde o 10º dia. Apesar da pesquisa de Camargo observar também que há efeito do tempo de armazenamento e da idade da ave sobre a UH, na presente pesquisa os valores de UH foram superiores aos achados por Camargo, onde no 21º dia a UH foi acima de 60 em ambas as idades.

Vlčková et al. (2019) monitoraram o escore da unidade Haugh e perceberam maiores valores em ovos postos por poedeiras com 26 semanas, enquanto os menores valores ocorreram em ovos de aves com 51 semanas e após 7º dia de armazenamento. Para os autores as mudanças na qualidade do albúmen que foram expressas pelo escore da unidade Haugh podem ser confirmadas por mudanças no pH do albúmen e piora de qualidade de casca de aves mais velhas.

A interação entre a idade da poedeira e o período de estocagem também demonstraram diferenças significativas no pH de albúmen (Tabela 23).

**Tabela 23** - Efeito da interação entre a idade da poedeira e o período de armazenamento sobre o pH do albúmen.

Períodos de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
0 dias	8,35 <sup>Bc</sup>	8,52 <sup>Ac</sup>
7 dias	8,78 <sup>Bc</sup>	9,28 <sup>Ab</sup>
14 dias	9,17 <sup>Bb</sup>	9,51 <sup>Aa</sup>
21 dias	9,44 <sup>Ba</sup>	9,60 <sup>Aa</sup>
28 dias	9,55 <sup>Ba</sup>	9,74 <sup>Aa</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

O pH do albúmen piorou com a idade e o período de armazenamento ( $p < 0,05$ ), o que denota aumento das trocas gasosas conforme se prolongou o armazenamento, principalmente em ovos de aves mais velhas devido a pior qualidade de casca. A partir dos 14 dias o pH se elevou e depois permaneceu estável até os 28 dias nos ovos produzidos por aves mais jovens, nos ovos produzidos pelas aves mais velhas, se elevou a partir de 7 dias, elevou-se ainda mais aos 14 e se manteve até os 28 dias ( $p < 0,05$ ).

Camargo (2019), também verificou aumento do pH com o prolongamento da estocagem para ambas as idades, entretanto, esse aumento começou a ser mais expressivo a partir do 10º dia. No 20º dia de armazenamento, os ovos de poedeiras com 62 semanas apresentaram pH superior as demais idades, o que segundo a autora indicou processo de alcalinização. Ao analisar o tempo em relação à idade, observou que para todas as idades se obteve pH superior aos 20 dias e inferior nos demais períodos.

Marzec et al. (2019) também verificaram que o pH aumentou com o passar do tempo de armazenamento (0 a 9 dias) para todas as idades (25-26, 45-46, 55-56 e 69-70 semanas), porém durante os 9 dias de armazenamento esses valores foram menores para aves de 25-26 semanas do que para aves de 45-46, 55-56 e 69-70 semanas.

#### 4.3 Porcentagem dos constituintes (gema, albúmen e casca)

Na Tabela 24 estão expostos os dados de qualidade interna dos ovos avaliada pelas porcentagens dos constituintes do ovo: gema, albúmen e casca.



**Tabela 24** - Porcentagens de gema, albúmen e casca de ovos armazenados em diferentes temperaturas por 28 dias e produzidos por poedeiras comerciais semipesadas em duas idades, alojadas em diferentes sistemas.

Tratamentos	Variáveis		
	Gema, %	Albúmen, %	Casca, %
Sistema de criação (SIS)			
Gaiola	28,73	61,41	10,10 <sup>a</sup>
Caipira	28,63	61,39	9,96 <sup>b</sup>
Idade da poedeira (IDP)			
37 semanas	28,24 <sup>a</sup>	61,80 <sup>b</sup>	10,08
45 semanas	29,14 <sup>b</sup>	61,00 <sup>a</sup>	9,98
Temperatura (TEMP)			
Ambiente	29,68 <sup>a</sup>	60,42 <sup>c</sup>	10,18 <sup>a</sup>
Refrigerado	28,29 <sup>a</sup>	61,75 <sup>b</sup>	9,96 <sup>b</sup>
Armazenamento (ARMZ)			
0 (controle)	26,33 <sup>c</sup>	63,95 <sup>a</sup>	9,20 <sup>c</sup>
7 dias	27,53 <sup>bc</sup>	62,53 <sup>ab</sup>	9,72 <sup>b</sup>
14 dias	28,92 <sup>b</sup>	61,15 <sup>b</sup>	9,94 <sup>b</sup>
21 dias	29,33 <sup>ab</sup>	60,51 <sup>c</sup>	10,15 <sup>a</sup>
28 dias	30,15 <sup>a</sup>	60,13 <sup>c</sup>	10,26 <sup>a</sup>
	<b>Valores de P</b>		
SIS	0,67 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,02
IDP	<0,01	<0,01	0,09 <sup>ns</sup>
TEMP	<0,01	<0,01	<0,01
ARMZ	<0,01	<0,01	<0,01
SIS x IDP	0,71 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>
SIS x TEMP	0,66 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>
SIS x ARMZ	0,33 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>
IDP x TEMP	<0,01	<0,01	0,02
IDP x ARMZ	<0,01	<0,01	0,03
TEMP x ARMZ	0,60 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
SISxIDPxTEMPxARMZ	0,45 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>
CV <sup>1</sup> , %	9,62	4,76	7,39

As médias seguidas de letras minúsculas na coluna demonstram um efeito significativo de SIS nas variáveis analisadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

p-valor acima de 0,05 demonstra influência direta de um fator no resultado do outro e vice-versa. ns – não significativo.

CV<sup>1</sup> – Coeficiente de variação.

A porcentagem de gema e albúmen não foram influenciadas pelo sistema de criação ( $p < 0,05$ ), porém houve efeito significativo para porcentagem de casca, sendo o maior valor observado nos ovos produzidos em gaiolas ( $p < 0,05$ ).

Concordando com dados deste estudo, Tizo et al. (2015), também verificaram maior porcentagem de casca em ovos produzidos em gaiolas em comparação aos produzidos em sistema caipira. De maneira contrária, Saccomani et al. (2019) e Queiroz (2017) não encontraram diferença significativa para essa variável em ovos produzidos em sistemas de gaiola, *cage-free* e *free-range*.

A porcentagem de gema foi maior nas aves mais velhas, portanto a porcentagem de albúmen foi menor e o inverso ocorreu nos ovos produzidos pelas aves mais jovens. Com o avanço da idade da ave os folículos produzidos são maiores e os ovos aumentam de tamanho. Não houve efeito significativo para porcentagem de casca em ambas as idades ( $p < 0,05$ ).

Poletti et al. (2021) também não encontraram diferença significativa para porcentagem de casca ao longo da idade das aves.

A porcentagem de gema foi maior nos ovos mantidos em temperatura ambiente, do que nos ovos refrigerados ( $p<0,05$ ), já para a porcentagem de albúmen ocorreu o inverso, havendo redução dessa variável. A porcentagem de gema aumenta à medida que a porcentagem de albúmen diminui, isso porque a água do albúmen passa para a gema, principalmente em elevadas temperaturas.

A porcentagem de casca, foi maior em ovos armazenados em temperatura ambiente, isso ocorre devido a maior perda de peso dos ovos mantidos em temperatura ambiente, fazendo com que o peso da casca e consequentemente sua porcentagem, aumente sua proporção no peso total do ovo. Thimothéo (2016) também observou aumento da porcentagem de casca conforme houve prolongamento do período de armazenamento, de maneira contrária Carvalho et al. (2022) não identificaram efeito do período de armazenamento e das temperaturas sobre a porcentagem da casca.

A porcentagem de gema aumentou ao passo que a porcentagem de albúmen reduziu durante o período de armazenamento ( $p<0,05$ ). Isso porque, durante o prolongamento do período de estocagem houve maior transporte de água do albúmen para a gema aumentando a proporção da mesma, ao mesmo tempo que o albúmen perdeu água para o ambiente externo reduzindo sua proporção, conforme descrito no tópico acima.

#### *Efeito das interações*

O efeito da interação entre a idade da poedeira, temperatura e tempo de armazenamento sobre a porcentagem de gema estão na Tabela 25.

**Tabela 25** - Efeito da interação entre a idade da poedeira temperatura e período de armazenamento sobre a porcentagem de gema.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade das poedeiras <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	29,52 <sup>Aa</sup>	29,83 <sup>Ba</sup>
Refrigerado	27,77 <sup>Ab</sup>	28,80 <sup>Bb</sup>
Período de armazenamento <sup>3</sup>		
0 dias	24,97 <sup>Ac</sup>	27,69 <sup>Bc</sup>
7 dias	26,88 <sup>Ab</sup>	28,17 <sup>Bc</sup>
14 dias	28,75 <sup>Ab</sup>	29,09 <sup>Bb</sup>
21 dias	29,17 <sup>Aa</sup>	29,49 <sup>Bb</sup>
28 dias	29,77 <sup>Aa</sup>	30,53 <sup>Ba</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre a idade das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

<sup>3</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

A porcentagem de gema foi maior nos ovos produzidos por aves mais velhas, sendo maior em ovos mantidos em temperatura ambiente ( $p<0,05$ ). Quando se elevou o período de armazenamento, a porcentagem de gema aumentou a partir do dia 7, se manteve aos 14 dias e aumentou novamente a partir de 21 dias, se mantendo até 28 dias nos ovos produzidos por aves mais jovens, nos ovos produzidos pelas aves mais velhas se elevou a partir de 14 dias, e se manteve até 21 e tornou a elevar-se aos 28 dias ( $p<0,05$ ). Aves mais velhas produzem ovos

maiores, com maior porcentagem de gema e com menor espessura de casca (conforme apresentado na Tabela 5), assim possuem ovos com cascas mais porosas que facilitam as trocas gasosas, principalmente na falta de refrigeração durante o armazenamento, o que favoreceu a passagem de água do albúmen para a gema (Camargo, 2019). Assim, ovos de poedeiras mais velhas, que apresentam casca com qualidade inferior tendem a apresentar ovos com maior porcentagem de gema quando estocados por longos períodos em temperaturas elevadas. Poletti (2017) ao avaliar vida de prateleira de ovos de produção orgânica em diferentes idades de postura, notou que conforme a idade da ave avançava a porcentagem de gema era maior.

O aumento do percentual de gema, durante o período de armazenamento não é desejado para a manutenção da qualidade interna do ovo. Isso porque é causado pelo excedente de água que passa do albúmen para o interior dessa estrutura tornando-a flácida com membrana vitelínica fragilizada e com facilidade de rompimento durante manipulação (Garcia et al., 2015). Figueiredo et al. (2011) também observaram que o peso e a porcentagem da gema dos ovos armazenados em temperatura ambiente foram maiores do que dos ovos armazenados sob refrigeração, independente da idade da ave.

Camargo (2019) verificou diferença estatística ao avaliar o tempo de armazenamento com a idade da poedeira e o ambiente, sendo que no primeiro dia de estocagem dos ovos as poedeiras com 31 semanas apresentaram percentuais de gema maiores que as idades de 62 e 88 semanas em temperatura ambiente e geladeira e esse comportamento se estendeu até o dia 10, em que as poedeiras com 31 semanas apresentaram resultados maiores que as outras idades em ambos os ambientes, já ao dia 20 e 30 os percentuais de gema se mantiveram sem redução de valor significativos entre si. Para Sabino et al. (2022) a porcentagem de gema dos ovos mantidos dentro e na porta da geladeira obtiveram valores inferiores quando comparados com os ovos armazenados fora da geladeira. Diferentemente dos dados expostos acima, Carvalho et al. (2022) não encontraram efeito significativo do período de armazenamento em função das temperaturas sobre porcentagem da gema dos ovos.

O efeito da interação entre a idade da poedeira, temperatura e tempo de armazenamento sobre a porcentagem de albúmen estão na Tabela 26.

**Tabela 26** - Efeito da interação entre a poedeira, temperatura e período de armazenamento sobre a porcentagem de albúmen.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade das poedeiras <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	60,54 <sup>Ac</sup>	60,29 <sup>Bc</sup>
Refrigerado	62,14 <sup>Ab</sup>	61,35 <sup>Bb</sup>
Período de armazenamento <sup>3</sup>		
0 dias	65,45 <sup>Aa</sup>	62,46 <sup>Ba</sup>
7 dias	63,17 <sup>Ab</sup>	61,90 <sup>Bb</sup>
14 dias	61,33 <sup>Ac</sup>	60,98 <sup>Bc</sup>
21 dias	60,55 <sup>Ac</sup>	60,48 <sup>Bc</sup>
28 dias	60,34 <sup>Ac</sup>	59,93 <sup>Bc</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a idade das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

<sup>3</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

A porcentagem de albúmen foi maior nos ovos produzidos por aves mais jovens, sendo menor em ovos em temperatura ambiente ( $p < 0,05$ ). Quando se elevou o período de armazenamento, a porcentagem de albúmen diminuiu a partir do 7º dia e se manteve a partir do 14º dia em ambas as idades. Essa ocorrência pode ser explicada tendo em vista que as porcentagens de gema foram menores nas aves mais jovens, já que a relação gema/albúmen é inversamente proporcional, portanto, à medida que a proporção de gema diminuiu a de albúmen aumentou. Já para aves mais velhas ocorreu o inverso, pois, estas apresentaram maior porcentagem de gema. Além disso, há o fato da menor espessura de casca e cascas mais porosas em ovos de aves mais velhas, fazendo com que ocorra perdas no albúmen devido às trocas gasosas, assim a porcentagem dessa variável tende a reduzir em aves mais velhas e em temperaturas elevadas.

A refrigeração favoreceu a porcentagem de albúmen, independente da idade em que foram produzidos ( $p < 0,05$ ). A refrigeração reduz as trocas gasosas e consequentemente o processo de passagem de água do albúmen para a gema, mantendo melhor os valores de porcentagem de albúmen (Garcia et al., 2010).

Camargo (2019) relacionou a idade da poedeira com o ambiente e o tempo de armazenamento de ovos, o autor identificou que ovos de poedeiras com 62 semanas do 1º ao 30º dia de armazenamento apresentaram valores de porcentagem de albúmen maior em ambos os ambientes, esse comportamento também foi observado em ovos de poedeiras com 88 semanas sob refrigeração durante 30 dias de armazenamento. Em relação à idade da ave e tempo de armazenamento, para os ovos do 10º e 20º dia em prateleira houve decréscimo do peso percentual do albúmen, sendo menor em ovos de poedeiras com 88 semanas. Já ao considerar somente ambiente e tempo de estocagem, houve perdas em peso de albúmen desde o 1º dia de armazenamento nas poedeiras com 62 e 88 semanas, evidenciando que os ovos das poedeiras mais velhas com 88 semanas foram os que mantiveram menos qualidade da densidade do albúmen ao longo da estocagem, mesmo sob refrigeração.

Lana et al. (2017) notaram que independente do período de armazenamento os valores de porcentagens de albúmen dos ovos em condições de refrigeração foram maiores em comparação com os ovos mantidos em temperatura ambiente. Segundo os autores, a partir do 6º dia de armazenamento a temperatura já começou a ter efeito sobre essa variável para os ovos estocados em temperatura ambiente e sob refrigeração, entretanto, esse efeito foi mais acentuado a temperatura de 26,5°C, evidenciando que a refrigeração tem efeito benéfico na manutenção da qualidade interna dos ovos durante o armazenamento. Poletti (2017) e Arruda et al. (2019) também identificaram redução na porcentagem de albúmen com maiores períodos de armazenamento. Igualmente, Sabino (2022), identificou que a porcentagem de albúmen em ovos armazenados por longos períodos dentro e na porta da geladeira foi maior que nos ovos mantidos fora da mesma.

O efeito da interação entre a idade da poedeira, temperatura e tempo de armazenamento sobre a porcentagem de casca estão na Tabela 27.

**Tabela 27** - Efeito da interação entre a idade da poedeira, temperatura e período de armazenamento sobre a porcentagem de casca.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Idade das poedeiras <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
Ambiente	10,15 <sup>Ba</sup>	10,21 <sup>Aa</sup>
Refrigerado	9,84 <sup>Bb</sup>	10,09 <sup>Aa</sup>
Período de armazenamento <sup>3</sup>		
0 dias	9,86 <sup>Ab</sup>	9,58 <sup>Bb</sup>
7 dias	9,22 <sup>Bc</sup>	9,95 <sup>Ab</sup>
14 dias	9,92 <sup>Ab</sup>	9,93 <sup>Bb</sup>
21 dias	10,02 <sup>Ba</sup>	10,28 <sup>Aa</sup>
28 dias	10,12 <sup>Ba</sup>	10,45 <sup>Aa</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a idade das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

<sup>3</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

A porcentagem de casca foi maior nos ovos produzidos por aves mais velhas em temperatura ambiente e refrigerada ( $p < 0,05$ ), sendo que independente da idade da ave para os ovos em refrigeração houve redução no valor dessa variável. A porcentagem de casca tende a aumentar com o avanço do tempo de armazenamento e com variações de temperatura devido à redução de peso dos ovos, em que o peso da casca aumenta sua proporção no peso total do ovo. Com o envelhecimento da ave, além de aumento do peso do ovo e alterações na porcentagem da gema e albúmen há também redução nas porcentagens de casca, interferindo negativamente na qualidade interna dos mesmos (Garcia et al., 2015).

Figueiredo et al. (2011) verificou que a porcentagem de casca diminuiu de 9,3% em ovos de poedeiras novas para 9,0% em ovos de poedeiras velhas, já nos dados da presente pesquisa, os valores de porcentagem de casca foram melhores tanto para aves mais velhas (9,84%), quanto para aves jovens (9,86%). Poletti (2017) verificou que o armazenamento dos ovos em elevadas temperaturas influenciou na porcentagem de casca, levando ao aumento da mesma.

De maneira semelhante com a presente pesquisa, Garcia et al. (2015) observou que houve interação entre o período de armazenamento e idade da ave, em que poedeiras mais jovens produziram ovos com maior porcentagem de casca, porém para ambas as idades (31 e 45 semanas) houve aumento linear da porcentagem de casca com o aumento do tempo de armazenamento. Também na pesquisa de Poletti (2017) a porcentagem de casca diminuiu com o aumento da idade da poedeira e aumentou com o aumento do tempo de armazenamento.

Camargo (2019) analisou que desde o 1º dia de estocagem os ovos de poedeiras com 31 semanas apresentaram maiores pesos percentuais de casca que as demais (62 e 88 semanas) em ambos os ambientes, para o autor isso ocorreu em virtude das qualidades inerentes a pouca idade da ave. Já no 10º dia de armazenamento, ovos de poedeiras com 62 e 88 semanas apresentaram resultados menores em comparação aos das aves com 31 semanas, mesmo em refrigeração. E ao 20º dia, ovos de poedeiras com 62 semanas apresentaram redução no peso percentual de casca, mesmo quando refrigerados.

#### 4.4 Composição centesimal dos ovos

Na Tabela 28 estão apresentados os dados da composição centesimal de ovos armazenados em temperatura ambiente e refrigeração por 28 dias, advindos de poedeiras semipesadas com 37 e 45 semanas em sistema convencional de gaiolas e caipira.

**Tabela 28** - Porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) de conteúdo interno de ovos armazenados em diferentes temperaturas por 28 dias e produzidos por poedeiras comerciais semipesadas em duas idades, alojadas em diferentes sistemas, expressos na matéria seca.

Tratamentos	Variáveis			
	MS %	PB %	EE %	MM %
Sistema de criação (SIS)				
Gaiola	23,18	54,5	34,55	3,71
Caipira	23,39	54,7	34,28	3,72
Idade da poedeira (IDP)				
37 semanas	22,32 <sup>b</sup>	55,27 <sup>b</sup>	33,98 <sup>a</sup>	3,7
45 semanas	24,24 <sup>a</sup>	53,94 <sup>a</sup>	34,84 <sup>b</sup>	3,72
Temperatura (TEMP)				
Ambiente	22,45 <sup>b</sup>	56,30 <sup>b</sup>	34,17	3,67
Refrigerado	23,45 <sup>a</sup>	54,52 <sup>a</sup>	34,37	3,75
Armazenamento (ARMZ)				
0 dias	23,95 <sup>a</sup>	52,99 <sup>b</sup>	34,7	3,72
28 dias	22,95 <sup>b</sup>	55,41 <sup>a</sup>	34,54	3,71
<b>Valores de P</b>				
SIS	0,67 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>
IDP	<0,01	0,05	0,05	0,67 <sup>ns</sup>
TEMP	0,03	<0,01	0,60 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>
ARMZ	0,05	<0,01	0,43 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>
SIS x IDP	0,73 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>
SIS x TEMP	0,72 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
SIS x ARMZ	0,44 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>
IDP x TEMP	0,05	<0,01	0,06 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
IDP x ARMZ	0,03	<0,01	0,03	0,08 <sup>ns</sup>
TEMP x ARMZ	0,07 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
SISxIDPxTEMPxARMZ	0,88 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
CV <sup>1</sup> , %	6,34	4,29	3,78	4,43

As médias seguidas de letras minúsculas na coluna demonstram um efeito significativo de ARMZ nas variáveis analisadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

p-valor acima de 0,05 demonstra influência direta de um fator no resultado do outro e vice-versa. ns – não significativo.

<sup>1</sup> CV – Coeficiente de variação.

#### 4.4.1 Efeito do Sistema de criação

O sistema de criação não influenciou ( $p < 0,05$ ) a porcentagem de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral.

A matéria seca é a porção do alimento com a exclusão da sua umidade natural e é também onde estão presentes os nutrientes. O conteúdo de matéria seca e da umidade são inversamente proporcionais, assim a determinação da matéria seca é importante tendo em vista que os demais nutrientes são expressos considerando o seu valor (Thimotheo, 2016). Logo, os resultados obtidos de proteína bruta e extrato etéreo estão de acordo, já que os nutrientes aumentam ou diminuem conforme os teores de matéria seca das amostras, assim,

no presente estudo não houve efeito nos valores de MS e consequentemente não houve também efeito para PB e EE.

Jones et al. (2010) observaram que a porcentagem de sólidos totais (matéria seca) variou de 23,16 a 25,07% entre os sistemas, sendo o menor valor para ovos convencionais e o maior para ovos *cage-free*. Já Saccomani et al. (2019) não observaram diferença nos valores de matéria seca entre os sistemas gaiola, *cage-free* e *free-range*.

Em relação à porcentagem de proteína bruta, Segundo Barbosa Filho et al. (2006), em situações estressantes, o sistema convencional de gaiolas pode comprometer a incorporação de proteínas durante a formação dos ovos no oviduto. No presente estudo, o alojamento no sistema caipira, por si só já se constitui na melhoria do bem-estar e as aves criadas nas gaiolas foram alojadas em maior densidade (750 cm<sup>2</sup>/ave, ou seja, três aves por repartição da gaiola), densidade maior que a usual 450 cm<sup>2</sup> por ave (Silva; Miranda, 2009), minimizando os fatores estressantes decorrentes da alta densidade de alojamento.

Jones et al. (2010) observaram que os ovos provenientes de galinhas livres de gaiola apresentaram o maior nível médio de gordura bruta (11,71% de peso úmido) e maior porcentagem de proteína (13,39% peso úmido) em comparação com ovos convencionais.

Santos et al. (2011), notaram que a concentração de proteína bruta em ovos de aves criadas soltas foi menor em comparação com poedeiras no sistema convencional de gaiolas.

Segundo Saccomani et al. (2019), ovos produzidos em sistema caipira podem apresentar menor concentração de EE devido a maior ingestão de fibra advinda do acesso à forragem. Isso porque a fibra possui a capacidade de carregar parte dos lipídios presentes no lúmen intestinal, assim como a celulose, presente na mesma, que pode se complexar com os lipídios formando complexos insolúveis, eliminados pela ave com as excretas. No presente estudo, não houve efeito significativo nos valores de extrato etéreo entre os sistemas de criação, e uma possibilidade para esse resultado, foi a menor ingestão de forragem pelas aves criadas no sistema caipira, já que ocorreu escassez dessa oferta, durante uma parte do experimento.

Saccomani et al. (2019) observaram efeito significativo para valores de proteína bruta e extrato etéreo em ovos produzidos nos sistemas *cage-free*, *free-range* e gaiola. As porcentagens de EE nos ovos de aves criadas no sistema *cage-free* foram maiores em comparação com ovos do sistema *free-range*, enquanto para sistema convencional não houve diferença significativa. Segundo os autores a menor porcentagem de PB e EE em ovos *free-range* pode ter ocorrido em função do menor peso desses ovos em comparação com os ovos de sistema *cage-free* e gaiola.

Radu-rusu et al. (2014) observaram que o valor de lipídios e água nos ovos produzidos em gaiolas enriquecidas e ao ar livre variaram entre si. Os autores observaram que o teor de água nas gemas foi menor em ovos de gaiola em comparação com ovos de sistema de caipira. Já as gemas de ovos produzidos em sistema *cage-free*, foi mais pobre em lipídios totais em comparação com ovos produzidos convencionalmente. Para os autores, são necessárias mais investigações sobre o perfil lipídico de ovos, com intuito de esclarecer sobre os aspectos relacionados com a qualidade nutricional.

No presente estudo, esperavam-se maiores valores para porcentagem de MM em ovos caipiras, entretanto isso não ocorreu. Possivelmente as variações nos minerais presentes nesses ovos pudessem ter sido identificadas se os que os minerais tivessem sido analisados de maneira isolada, e então seria possível identificar o efeito em um mineral específico, como

observado por Giannenas et al. (2009), que encontraram maiores concentrações de Cromo e Zinco na gema e no albúmen dos ovos produzidos em sistema com acesso à área de pastejo e maiores concentrações de selênio nas gemas advindas do sistema orgânico, seguidas pelas produzidas em gaiolas. De acordo com Pinto et al. (2019), poedeiras criadas em sistemas livre de gaiolas desenvolvem maior metabolismo ósseo devido à realização de exercícios físicos como: pastejar, bater asas e subir nos ninhos, o que estimula a osteogênese, reduzindo a requisição e mobilização mineral para a produção de tecido ósseo, o que favorece a disponibilidade de minerais para os constituintes dos ovos. Igualmente, Heflin et al. (2018) descreveram diferenças no teor de vários minerais (Mg, Mn, Ca e Fe) presentes no conteúdo de ovos produzidos em diferentes sistemas de criação (gaiola convencional, gaiola enriquecida, *cage-free* e *free-range*), entretanto, essa diferença foi considerada improvável de gerar impacto na nutrição humana pelo consumo desses ovos.

De maneira semelhante a este estudo, Santos et al. (2011), também não observaram diferenças significativas entre ovos convencionais e de sistema alternativo para matéria mineral e extrato etéreo. Tizo et al. (2015) também não observaram diferenças significativas entre o sistema livre e confinado quanto aos teores de nutrientes avaliados (carboidratos, extrato etéreo, proteína bruta, matéria seca e matéria mineral). Os dados de Soares (2021) também corroboraram com o presente estudo quanto aos valores de MM, já que a autora também não observou diferença significativa para MM. Porém notou que os ovos produzidos no sistema caipira apresentaram maiores teores de PB (53,53) e EE (32,91), em relação aos ovos convencionais (PB 51,99; EE 31,52).

#### **4.4.2 Efeito da Idade da ave**

Houve efeito significativo para matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo ( $p < 0,05$ ), entretanto não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para MM.

As porcentagens de MS e EE foram maiores em ovos produzidos por aves mais velhas, enquanto a PB foi menor. A concentração de sólidos totais (MS) tende a aumentar com o avanço da idade da poedeira, uma vez que, aves mais velhas, tendem a produzir ovos maiores e com maior porção de gema (Tabela 25), a qual, possui em sua composição mais de 50% da matéria seca (Nys; Guyot, 2011).

Aumento do teor de extrato etéreo conforme o envelhecimento da poedeira foram observados por Sartori et al. (2009). Os autores relataram aumento de EE em gemas cruas de ovos de poedeiras com 40 e 75 semanas, enquanto a proteína bruta reduziu com o avanço da idade.

A menor porcentagem de PB observada nos ovos produzidos por aves mais velhas, pode ser decorrente da deterioração da qualidade da albumina, a qual está ligada a idade da ave e com o avanço desta ocorre uma redução do teor de proteína e de sua fração ovomucina (Toussant e Latshaw, 1999). Vlčková et al. (2019) observaram que os teores de ovotransferrina e ovalbumina foram maiores nos ovos de aves mais jovens. Batista e Garcia (2011) observaram efeito significativo para a idade da ave nos valores de proteína bruta, em que estes foram maiores em ovos de poedeiras jovens, entretanto os valores de sólidos totais e cinzas não apresentaram efeito significativo em relação à idade da ave.

#### **4.4.3 Efeito da Temperatura de armazenamento**



A porcentagem de matéria seca sofreu alteração com a temperatura de armazenamento, havendo redução nos ovos que estavam em T° ambiente ( $p < 0,05$ ), o que pode indicar que nesses ovos ocorreu maior fluidificação do albúmen e maior passagem de água para a gema em decorrência das trocas gasosas mais intensas em temperaturas elevadas. Nos ovos refrigerados a porcentagem de MS foi maior, possivelmente pelo inverso, ou seja, houve redução da fluidificação do albúmen e menor passagem de água para gema já que a refrigeração reduz a perda de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Caner e Yüceer (2015), visando avaliar o impacto da utilização de diferentes revestimentos de cascas de ovos na qualidade interna, armazenaram ovos em temperatura ambiente (24° C) por até seis semanas, e observaram que os valores de sólidos secos da 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 perda de CO<sub>2</sub>, pela ausência do revestimento.

A PB também foi influenciada pela temperatura de armazenamento de forma que ovos mantidos em temperatura ambiente apresentaram maiores porcentagens de PB ( $p < 0,05$ ). As perdas de CO<sub>2</sub> e a redução no peso dos ovos armazenados (Tabela 4), pode ter influenciado esse resultado. O armazenamento em temperatura ambiente, tende a elevar as trocas gasosas o que propicia maior perda de peso dos ovos e maior evaporação de CO<sub>2</sub> gerando menor proporção de MS nos ovos. Dessa forma, a PB ficou mais concentrada, em uma menor proporção de MS o que se configurou em maior porcentagem de PB nos ovos mantidos em temperatura ambiente.

De acordo com Xavier et al. (2008); Banerjee e Keener (2012), as reações químicas que ocorrem no decorrer do armazenamento podem provocar quebras na estrutura proteica, desencadeando perdas, as quais não se conseguiu detectar, provavelmente em decorrência da realização da análise centesimal por meio da homogeneização do albúmen com a gema. Talvez se essas estruturas fossem analisadas individualmente, alterações mais pontuais teriam sido identificadas nas frações de cada proteína (ovoalbumina, ovomucoide, conalbumina e lisozima).

Não houve efeito significativo para os valores de extrato etéreo e matéria mineral ( $p < 0,05$ ). Caner e Cansiz (2007) identificaram que os minerais presentes na gema (cálcio, cobre, ferro e manganês) sofreram alterações devido às condições de armazenamento.

#### **4.4.4 Efeito do Período de armazenamento**

De maneira semelhante, em relação ao tempo de armazenamento, houve efeito significativo apenas para MS e PB ( $p < 0,05$ ). De modo que aos 28 dias de armazenamento foi observada redução da MS e elevação da PB. Conforme já mencionado anteriormente, o aumento da perda de CO<sub>2</sub> e da liquefação do albúmen, atrelada ao aumento de água na gema leva a redução dos valores de matéria seca (FIGUEIREDO et al., 2011). O aumento das trocas gasosas leva a hidrólise das cadeias de aminoácidos pelas enzimas presentes no albúmen, assim a estrutura proteica é destruída liberando a água ligada a grandes moléculas proteicas (AHN et al., 1997). A passagem de água do albúmen para a gema causa a redução na concentração dos seus constituintes durante o período de estocagem, sendo capaz de levar a redução do conteúdo de matéria seca (JONES e MUSGROVE, 2005; KEENER et al., 2006). Já o aumento de PB do dia 0 para o dia 28 também está atrelado a explicação citada anteriormente sobre a concentração da proteína.

Não houve efeito significativo para os valores de extrato etéreo e matéria mineral ( $p < 0,05$ ).

### *Efeito das interações*

A interação entre a temperatura de armazenamento e a idade das aves sobre a porcentagem de matéria seca dos ovos está descrita na Tabela 29.

**Tabela 29** - Efeito da interação entre a temperatura de armazenamento e a idade das poedeiras sobre a porcentagem de matéria seca e proteína bruta dos ovos.

Temperatura de armazenamento <sup>2</sup>	Matéria seca		Proteína bruta	
	Idade da poedeira <sup>1</sup>		Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas	37 semanas	45 semanas
Ambiente	21,25 <sup>Bb</sup>	23,64 <sup>Aa</sup>	56,30 <sup>Bb</sup>	52,74 <sup>Aa</sup>
Refrigerado	22,21 <sup>Bc</sup>	24,69 <sup>Ab</sup>	57,71 <sup>Bb</sup>	54,88 <sup>Ab</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

A porcentagem de MS foi sempre maior nos ovos produzidos por aves mais velhas, sendo que a refrigeração favoreceu, os valores dessa variável, independente da idade das aves ( $p < 0,05$ ). Como já elucidado anteriormente, a concentração de MS tem relação com a idade da ave, mas também com a temperatura de armazenamento, podendo reduzir ou aumentar em função desta. Em refrigeração os valores de MS foram maiores do que em T° ambiente, isso porque ocorrem menores trocas gasosas e menor liquefação de albúmen, bem como menor passagem de água para a gema.

Figueiredo et al. (2011) analisaram ovos de galinhas de 33 e 60 semanas, armazenados em prateleira e geladeira por até 15 dias. E 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. Para os autores, esse valor pode ser explicado pela degradação mais rápida do albúmen em altas temperaturas que, vai se liquefazer e transferir água para a gema.

A porcentagem de PB foi maior nos ovos produzidos por aves mais jovens, independente da temperatura de armazenamento ( $p < 0,05$ ). De acordo com Wallace e Selmanm (1981), Matsubara e Sawano (1995), o maior conteúdo de PB em ovos de aves jovens provavelmente tem relação com a síntese de fosvitina que ocorre em resposta aos hormônios ovarianos (estrogênio, progesterona e androgênio), que estão ligados diretamente à idade das poedeiras, que ao atingirem a maturidade sexual e o pico de postura, começam a reduzir de maneira gradativa (Takata et al., 2001). De acordo com Moraes (2006), o estrogênio, a progesterona e o androgênio são fundamentais para o desenvolvimento e funcionamento do sistema reprodutivo das aves e podem afetar a produção de diferentes proteínas.

Sartori (2009) observou que poedeiras mais velhas, apresentam ovos com quantidade inferior de proteínas em especial a fosvitina/lipovitelina. Enquanto a elevação dos valores de PB nos ovos refrigerados pode ter relação com a menor perda de peso e água do ovo, reduzindo a diluição da proteína, conforme já explicado no tópico “Efeito da Temperatura de armazenamento”.

A interação entre o período de armazenamento e a idade das aves sobre a porcentagem de matéria seca dos ovos está descrita na Tabela 30.

**Tabela 30** - Efeito da interação entre a idade das poedeiras e o período de armazenamento dos ovos sobre a percentagem de matéria seca e proteína bruta dos ovos.

Período de armazenamento <sup>2</sup>	Matéria seca		Proteína bruta	
	Idade da poedeira <sup>1</sup>		Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas	37 semanas	45 semanas
0 dias	23,51 <sup>Ba</sup>	24,40 <sup>Aa</sup>	53,81 <sup>Aa</sup>	51,79 <sup>Bb</sup>
28 dias	20,73 <sup>Bb</sup>	24,16 <sup>Ab</sup>	57,00 <sup>Bb</sup>	54,19 <sup>Aa</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

A porcentagem de MS foi sempre maior em ovos de poedeiras mais velhas, independente do período de armazenamento ( $p < 0,05$ ). No 28º dia de estocagem essa variável foi menor em ambas as idades ( $p < 0,05$ ). Esse resultado, pode evidenciar maior liquefação do albúmen e proporção de água na gema no final do período de estocagem. Novamente fica evidente que a quantidade de matéria seca nos ovos sofre influência da idade da poedeira, do tipo e do período de armazenamento.

Batista e Garcia (2011) não encontraram interação entre a idade e o período de estocagem para MS, PB e EE, somente para matéria mineral.

A porcentagem de proteína bruta foi maior para aves mais jovens, independente da temperatura de armazenamento ( $p < 0,05$ ), sendo os maiores valores no 28º de estocagem em ambas as idades ( $p < 0,05$ ). A maior porcentagem de PB em ovos de aves mais jovens, bem como para os ovos armazenados por 28 dias pode ser explicada pela relação entre a perda de peso do ovo e a concentração da proteína, conforme já explicado anteriormente.

A interação entre o período de armazenamento e a idade das aves sobre a porcentagem extrato etéreo dos ovos está descrita na Tabela 31.

**Tabela 31** - Efeito da interação entre a idade das poedeiras e o período de armazenamento sobre a percentagem de extrato etéreo (EE) dos ovos.

Período de armazenamento <sup>2</sup>	Idade da poedeira <sup>1</sup>	
	37 semanas	45 semanas
0 dias	34,00 <sup>Bb</sup>	34,34 <sup>Aa</sup>
28 dias	33,81 <sup>Aa</sup>	35,27 <sup>Bb</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes idades das poedeiras.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes períodos de armazenamento.

O percentual de EE foi maior em poedeiras mais velhas, independente do período de armazenamento ( $p < 0,05$ ). A maior porcentagem de EE em poedeiras mais velhas tem relação com a maior porcentagem de gema nos ovos destas aves (conforme descrito na tabela 25).

Sartori et al. (2009) compararam os dados de lipídios e proteínas em três ciclos de postura, e observam diferenças, onde os menores valores de extrato etéreo foram identificados em aves mais jovens.

Batista e Garcia (2011) observaram que aves mais velhas produziram ovos com menores valores de EE e que no 15º de estocagem foram encontrados os menores valores dessa variável, entretanto ao analisar a interação da idade com o tempo de armazenamento, os

autores não encontraram diferença significativa. Barbosa filho e Garcia (2010) observaram que os valores de EE reduziram nos ovos de aves jovens e permaneceram inalterados naqueles provenientes de aves mais velhas.

Vallim (2017) observou que os ovos advindos de aves com 31 semanas apresentaram maior teor de proteína bruta e menor teor de extrato etéreo, enquanto as demais idades (40, 48 e 58 semanas), apresentaram teores de proteína bruta e extrato etéreo estatisticamente iguais.

## 5 CONCLUSÃO

A qualidade dos ovos foi afetada pelo armazenamento, sistema de criação e idade das poedeiras, sendo que a refrigeração favoreceu a manutenção dessa qualidade, inclusive durante o prolongamento do período de armazenamento e em ovos produzidos por aves mais velhas e com pior qualidade de casca.

Ambos os sistemas de criação mantiveram a qualidade dos ovos produzidos dentro dos padrões exigidos para consumo, porém ovos provenientes do sistema caipira, apresentaram os melhores índices de qualidade interna, evidenciando o efeito das melhores condições de bem-estar na melhoria da qualidade física dos ovos. Da mesma forma, a qualidade externa expressa pela espessura da casca, foi melhor nos ovos produzidos por aves do sistema caipira, em comparação com os provenientes da gaiola, mesmo quando essas aves ficaram mais velhas, o que também possibilitou a manutenção da qualidade interna dos ovos, inclusive durante o armazenamento.

A presença de forragem foi fundamental para intensificar a coloração das gemas nos ovos provenientes do sistema caipira. E apesar dessa disponibilidade não ter sido uniforme no piquete durante todo o período experimental, foi eficaz na manutenção da maior pigmentação das gemas mesmo em ovos produzidos por aves mais velhas, comprovando a eficácia do pastejo para produção de ovos com gemas mais pigmentadas.

O sistema de criação não afetou a composição centesimal dos ovos, mas a idade, temperatura e tempo de armazenamento provocaram alterações no teor dos nutrientes. A idade das aves favoreceu a porcentagem de proteína bruta, sendo maior em ovos de aves mais jovens e para extrato etéreo ocorreu o inverso. A falta de refrigeração e o prolongamento do período de estocagem influenciaram as concentrações de matéria seca dos ovos, devido as perdas de peso e de  $\text{CO}_2$ , evidenciando a importância da refrigeração durante o armazenamento.

Para melhor identificação das alterações centesimais, principalmente proteicas, nos ovos produzidos em diferentes sistemas de criação e condições de armazenamento, seria interessante que trabalhos futuros, realizassem a análise bromatológica de gema e albúmen de forma isolada, sem a homogeneização dos mesmos, o que possibilitaria a quantificação das frações proteicas individualmente, possibilitando uma identificação mais pontual e específica dos componentes nutricionais.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHAMMED, M. et al. Comparison of aviary, barn and conventional cage raising of Chickens on laying performance and egg quality. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 27, n. 8, p. 1196, 2014.
- AHMADI, F.; RAHIMI, F. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens: a review. **World Applied Sciences Journal**, v.12, n.3, p.372-384, 2011.
- AHN, D. U.; KIM, S. M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of Chicken eggs. **Poultry science**, v. 76, n. 6, p. 914-919, 1997.
- ALMEIDA, J. G. et al. Efeito da idade da matriz no tempo de eclosão, tempo de permanência do neonato no nascedouro e o peso do pintainho. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 2, 2006.
- ALVES, G. P et al. **Qualidade interna e microbiológica da casca de ovos de poedeiras comerciais revestidos com própolis e armazenados por diferentes períodos**. 2015. 35 f. Monografia (Bacharel em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2015 Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/3865/1/GislainePaganucciAlves.pdf> f. Acesso em: 05 jul. de 2021.
- ANTON, M.; NAU, F; GUÉRIN-DUBIARD, C. Bioactive fractions of eggs for human and animal health. In: Improving the safety and quality of eggs and egg products. Cambridge: **Woodhead Publishing Limited**, v.2, p. 224-345, 2011.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.
- ARAÚJO, W. A. G. et al. Programa de luz na avicultura de postura. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, n. 52, p. 58-65, 2011.
- ARAÚJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T. Importância de qualidade da casca do ovo em matriz pesada. In: **Incubação comercial**. Viçosa. P.123-137. 2011.
- ARRUDA, M.D et al. Avaliação da qualidade de ovos armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. e7681. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16437:2016:Avicultura – Produção, Classificação e Identificação do Ovo Caipira, Colonial ou Capoeira Colonial**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ÁVILA, V. S et al. Produção e qualidade de ovos em reprodutoras de frangos de corte com horário de arração diferenciado. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.34, p.12021209,2005.
- BANERJEE, P.; KEENER, K. M. Maximizing carbon dioxide content of shell eggs by rapid cooling treatment and its effect on shell egg quality. **Poultry Science**, [S.l.], v. 91, n. 6, p. 1444–1453, Jun. 2012. DOI: 10.3382/ps.2011-01504. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22582306>. Acesso em: set. 2017.

BARBOSA FILHO, J. A; GARCIA, E. R. Avaliação da composição nutricional de ovos de poedeiras semipesadas de diferentes idades armazenados em diferentes períodos de estocagem. **Anais do ENIC**, v. 1, n. 2, 2010. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1242>. Acesso em: 05 jul. de 2021.

BARBOSA, V. M et al. **Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.64, p.1036-1044, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000400033>. Acesso em: 08 set. de 2022.

BATISTA, N, R; GARCIA, E, R. Avaliação da composição química de ovos marrons: influência da idade da poedeira e do período de estocagem. **Anais do ENIC**, v. 1, n. 3, 2011. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1424/1439>. Acesso em: 05 jul. de 2021.

BATISTA, N. R et al. Trace mineral sources and Rosemary oil in the diet of brown laying hens: egg quality and lipid stability. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.19, p.663-672, 2017.

BAYRAM, A; ÖZKAN, S. Effects of a 16-hour light, 8-hour dark Lighting Schedule on Behavioral Traits and Performance in Male Chickens. **J. Appl. Poultry Escienc.** 19:263-273, 2010.

BRASIL. 1990. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de inspeção de produto animal. Portaria no. 1, de 21 de fevereiro de 1990. **Normas gerais de inspeção de ovos e derivados**. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2019/01/Portaria11990ovos.pdf>. Acesso em: 08 Jan. de 2022.

BRASIL. 2009. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. da **Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 35, de 17 de junho de 2009**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instruções de conservação e consumo na rotulagem de ovos e dá outras providências, Brasília. Disponível em: [http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2020/06/RDC\\_35\\_2009\\_.pdf](http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2020/06/RDC_35_2009_.pdf). Acesso em: 08 set. de 2022.

BRASIL. 2014. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Secretária de Estado de Saúde do Distrito Federal. **Instrução Normativa DIVISA/SVS nº 4 de 15 de dezembro de 2014**. Regulamento técnico sobre boas práticas para estabelecimentos comerciais de alimentos e para serviços de alimentação, e o roteiro de inspeção. Disponível em: [https:// www legisweb.com.br/legislacao/?id=281122](https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=281122). Acesso em: 08 set. de 2022.

BRASIL, **Ministério da Agricultura e Pecuária/Secretaria de Defesa Agropecuária**. Portaria Sda Nº 747, De 6 de Fevereiro De 2023. Diário Oficial [Da] República Federativa Do Brasil, Poder Executivo, Brasília, Df, 08 Fevereiro De 2023. Seção 1. P. 2

BRANDÃO, M. D. M. **Efeito da armazenagem na qualidade de ovos, com e sem anormalidades do ápice da casca, produzidos por galinhas naturalmente infectadas por *Mycoplasma noviae***. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. 2014.

BRESSAN, M. C.; ROSA, F. C. Processamento e industrialização de ovos de codorna. In: Simpósio Internacional De Coturnicultura Novos Conceitos Aplicados Á Produção De Codornas, 1., 2002, Lavras, MG. **Anais**. Lavras: UFLA, 2002. p. 85-95

CAMARGO, S. M. P. **Influência da condição e tempo de armazenamento na qualidade de ovos de poedeiras comerciais em idades avançadas**. 2019. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/oiSHPCRML8iY1YH\\_2013-6-24-16-42-45.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/oiSHPCRML8iY1YH_2013-6-24-16-42-45.pdf). Acesso em: 05 jul. de 2021.

CAMERINI, N. L et al. Efeito do sistema de criação e do ambiente sobre a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Engenharia na Agricultura**, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 334–339, 2013. DOI: 10.13083/reveng.v21i4.357. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/323>. Acesso em: 1jan. 2023.

CAMPBELL, D. L. M. et al. Laying hen movement in a commercial aviary: Enclosure of floor and back again 1. **Poultry Science**, p. 1–12, 2015.

CAMELO, A. **Cor da gema: da apresentação ao valor nutricional**. 2017. Disponível em: <https://agrocere multimix.com.br/blog/cor-da-gema-da-apresentacao-ao-valor-nutricional/>. Acesso em: 28 jul. de 2022.

CANER, C.; CANSIZ, O. Effectiveness of chitosan-based coating in improving shelf-life of eggs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 87, n. 2, p. 227-232, 2007.

CANER, C; YUCEER, M. Efficacy of various proteinbased coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. **Poultry Science**, Champaign, v.94, n.7, p.1665–1677, 2015.

CARVALHO, A. M. X. Extensão da vida de prateleira de ovos pela cobertura com própolis. **Semina: Ciências Agrárias**, 34(5), 2013.

CARVALHO, D. C.O et al. Qualidade de ovos caipiras e comerciais destacadas a diferentes períodos e temperaturas de armazenamento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 23, 2022.

CAVALCANTE, D. G. **Avaliação do prazo de validade comercial de ovos estocados em condições climáticas de Manaus**, Am. 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018. Disponível em: [http://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6848/2/Disserta% c3% a7% c3% a3o \\_DanielGrij% c3% b3 \\_PPGCAN](http://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6848/2/Disserta% c3% a7% c3% a3o _DanielGrij% c3% b3 _PPGCAN). Acesso em: 28 jul. de 2022.

CHEN, S. et al. Free dietary choice and free-range rearing improve the product quality, gait score, and microbial richness of chickens. **Animals**, v. 8, n. 6, p. 84, 2018.

DE FREITAS, L. W et al. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Agrarian**, v. 4, n. 11, p. 66-72, 2011.



DE FREITAS, P. V. D. X et al. Efeito do sistema de criação de poedeiras comerciais em gaiolas e em piso. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e140922209-e140922209, 2020.

DIKMEN, B. Y et al. Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v. 41, n. 1, p. 77-84, 2017.

DIKMEN, B. et al. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range), **Poultry Science**, Champaign, v. 95, n. 7, p.1564–1572, 2016. Disponível em: doi: 10.3382/ps/pew082. Acesso em: 12 dez. 2022.

DUARTE, Carolina Abraços Henriques Gomes. **O efeito do peso vivo às 17 semanas de idade de galinhas poedeiras nos parâmetros produtivos e de qualidade do ovo durante a fase de postura**, Lisboa. 2016. 70 f. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa (Portugal), 2016. Disponível em: [https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/RCAP\\_19d18db06764694dc3b7e5ff6c87fa7](https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/RCAP_19d18db06764694dc3b7e5ff6c87fa7) 1. acesso em: 12 dez. 2022.

DUTRA, D. R et al. **Quality of fresh and stored eggs related to the permanence time in nest boxes from cage-free aviary housing system**. Res. Soc. Dev. 2021; 10(2):1-13. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.11881>. Acesso em: 12 dez. 2022.

EBEID, T.A et al. High temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. **Poult. Sci.** 91, 2282–2287. 2012

English MM. The chemical composition of free-range and conventionally-farmed eggs available to Canadians in rural Nova Scotia. **PeerJ**. 2021 May 4;9:e11357. doi: 10.7717/peerj.11357. disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33987025/>. Acesso em: 12 dez. 2022.

FAO. AGRIBUSINESS HANDBOOK –**Poultry Meat & eggs**, 2010 [online], 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/al175e/al175e.pdf>. Acesso em: 08set. de 2022.

FERREIRA, J. I. **Qualidade interna e externa de ovos orgânicos produzidos por aves da linhagem Isa Brown® ao longo de um período de postura**. 2013. 63f. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: [lume.ufrgs.br/handle/10183/75652](http://lume.ufrgs.br/handle/10183/75652). Acesso em: 04 ago. de 2021.

FERREIRA, D. B. S et al. Comparação da qualidade física de ovos do tipo caipira e de granja no interior de minas gerais, p. 3263-3268. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica [=Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n.4]**. ISSN Impresso: 2446-8711. São Paulo: Blucher, 2017. DOI 10.5151/chemeng-cobeqic2017-405.

FIGUEIREDO, T.C et al. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.712-720, 2011.

GARCIA, E.R.M et al. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.11, n.2, p.505-518, 2010.

GARCIA, E. R. M et al. Qualidade interna de ovos: efeito do armazenamento, linhagem e idade da poedeira. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.5, p. 101-109, 2015. <https://doi.org/10.21206/rbas.v5i1.242>. Acesso em: 04ago. de 2021.

GIAMPIETRO-GANECO, A et al. Quality assessment of eggspackedundermodifiedatmosphere. **Ciência e Agrotecnologia**, v.39, n.1, p.82-88, 2015.

GERINI, F et al. Organic and animal welfare-labell ed eggs: competing for the same consumers?. **Journal Of Agricultural Economics**, [s.i.], v. 67, n. 2, p.471-490, 2016.

GHERARDI, S. R. M. et al. Modificações físico-químicas e das propriedades funcionais de ovos marrons em função do tempo e condição de estocagem. **Multi-Science Journal**, v. 2, n. 2, p. 20-27, 2019.

GIANNENAS, I. et al. Trace mineral content of conventional, organic and courtyard eggs analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). **Food Chemistry**, v. 114, p. 706, 2009

GUTIERREZ C.G et al. **El huevo: paso a paso**.2a ed. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico; 2018.150p.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that effect the measurement off egg shell quality. **Poultry Science**, v. 61, p. 2002-2039, 1982.

HANSEN, H, et al. Suplementação de rações para poedeiras com tocotrienóis de urucum e impacto do  $\alpha$ -tocoferol na transferência de tocotrienol para a gema de ovo. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 63 :2537-2544, 2015.

HARDER, M. N. C et al. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (Bixa orellana). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 102, p. 339-342 e 563-564, 2007.

HEFLIN, L.E. et al. O conteúdo mineral dos ovos difere com a linhagem da galinha, idade e ambiente de criação. **Ciência Avícola**, v. 97, n. 5, pág. 1605-1613, 2018.

HELMAN, E. A. C et al. A importância do tempo, temperatura e embalagem durante o armazenamento de ovos comercializados em estabelecimentos varejistas do bairro do Recreio dos Bandeirantes no município do Rio de Janeiro – RJ. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v.3, n.44, p.4365-4375, out/dez, 2020.

HFAC. HUMANE FARM ANIMAL CARE. **Padrões da HFAC para a Criação de Galinhas Poedeiras** (2018). Disponível em: <https://certifiedhumane.org/wp-content/uploads/HFAC-GalinhasPoedeiras18v5.pdf>. Acesso em: 05 de julho de 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados Históricos Anuais**. 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 03 Març. 2023.

- JÁCOME, I. M. D. T et al. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. **Archivos de zootecnia**, 61(235), 449-456, 2012. Disponível em: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922012000300013&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922012000300013&script=sci_arttext&tlng=en). Acesso em: 03 Març. 2023.
- JONES, D. R et al. Physical quality and composition of retail shell eggs. **Poultry Science**, 89(3), 582–587, 2010.
- JONES, D. R.; MUSGROVE, M. T. Effects of extended storage on egg quality factors. **Poultry science**, v. 84, n. 11, p. 1774-1777, 2005.
- JUCÁ, T. de S. et al. Efeito do tempo e condições de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos de poedeiras Isa Brown produzidos em diferentes sistemas de criação e ambiência. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011.
- KAROUI, R et al. Methods To evaluate egg feshness in research industry: a review. **European Food Research and Technology**, v. 222, 2006.
- KEENER, K. et al. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. **Poultry Science.**, v.85, p.550-555, 2006.
- KEMPS, B. J. et al. The assessment of viscosity measurements on the albumen of consumption eggs as an indicator for freshness. **Poultry Science**, v. 89, n. 12, p. 2699-2703, 2010.
- KÜÇÜKYILMAZ, K. et al. Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer henge no type. **Asian-Australas. J. Animal Science.**, v.25, p.559, 2012.
- LANA, S. R. V. et al. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 140-151, 2017.
- LANA, S. R. V. et al. Efeito da temperatura e período de armazenamento sobre a qualidade de ovos de poedeiras. **Archivos de zootecnia**, v. 67, n. 257, p. 93-98, 2018.
- LEITE, R. G et al. Comportamento de galinhas poedeiras em sistema cage-free em diferentes idades e qualidade de ovos. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 4, pág. e6010413833-e6010413833, 2021.
- LEMOS, M.J et al. Qualidade de ovos orgânicos produzidos no município de Seropédica – RJ. **Revista Agropecuária Técnica- AGROTEC**, v. 36, n. 1, p. 50-57, 2015.
- LEWKO, L; GORNOWICZ, E. Effect of housing system on egg quality in laying hens. **Annalsof Animal Science**, v. 11, n. 4, p. 607, 2011.
- LIMA, L. G. **Influência da Temperatura, período de armazenamento e da cor da casca na qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais**. 2012. 69 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2012.

- LORDELO, M. et al. QUALITY of eggs from different laying hen production systems, from indigenous breeds and specialty eggs. **Poultry Science**, v. 96, p. 1485-1491, 2016.
- MADRID, A.V et al. **Manual de Indústria dos Alimentos**. São Paulo: Varela. p.489-495. 1996.
- MARIO E. PADRON, N. Calidad de cascarón en aves reproductoras pesadas. **Avicultura Profesional**, v. 8, n. 3, p. 112-114, 1991.
- MARCOS JÚNIOR, G. **Como avaliar a qualidade dos ovos?**.2021. Disponível em: <https://www.btaaditivos.com.br/br/blog/como-avaliar-a-qualidade-dos-ovos-/169/>. Acesso em: 08 set. de 2022.
- MARZEC, A et al. Effect of hens age and storage time on functional and physio Chemical Properties of eggs. **Journal of Applied Poultry Research**. 28(2) 290-300, 2019.
- MATSUBARA, T.; SAWANO, K. Proteolytic Cleavage of Vitellogenin And Yolk Proteins During Vitellogenin Uptake and Oocyte Maturation in Barfin Flounder (*Veraspermoseri*).**Journal Experimental Zoology**, v. 272, n. 1, p. 34-35, 1995.
- MAYER, J. K. Comparação do perfil de carotenoides, vitaminas A e E da gema de ovos comercializados como orgânicos, caipiras e convencionais na grande Florianópolis-SC, 2014. 46p. Monografia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/133247/JAQUELINE%20KUHNEN%20MAYER%202014.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: junho de 2021
- MAZZUCO, H. Ovo: alimento funcional, perfeito à saúde. **Revista Avicultura Industrial**, v. 2, p. 12-16, 2008.
- MEDEIROS, F. D., & ALVES, M. G. M. Qualidade de ovos comerciais. **Revista Eletrônica Nutritime**, 11(4), 3515-3524, 2014.
- MENDES, F.R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonas Aeruginosa***. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/950>. Acesso em: 05jul. de 2021.
- MENEZES, P.C et al. Egg quality of laying hens in different conditions of storage ages and housing densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.9, p.2064-2069, 2012.
- MERTENS, K. F ET AL. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. **Poultry Science** 85:16701677., 2006.
- MONTENEGRO, A. T. **Métodos de avaliação da qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais**. 2018. 40 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. 2018. Disponível em: [http://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/157401/4/montenegro\\_at\\_me\\_botfca\\_int.pdf](http://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/157401/4/montenegro_at_me_botfca_int.pdf). Acesso em: 05 jul. de 2021.

- MOLNÁR, A. et al. Effect of different split-feeding treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying hens. **Poultry Science**, v. 97, n. 1, p. 88–101, jan. 2018.
- MUELLER, F. P et al. Conservação de ovos de galinha: avaliação da qualidade sob diferentes condições de estocagem. **Nutrição Brasil**, v.16, p.144-153, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33233/nb.v16i3.1102>. Acesso em: 05 jul. de 2021.
- NASCIMENTO, L. F. et al. Principais alterações físico-químicas em ovos comerciais durante o armazenamento e como minimizá-las. **Sinapse Múltipla**, v. 8, n. 2, p. 198-202, 2019.
- NYS, Y; GUYOT, N. Egg formation and chemistry. **In: NYS, Y., BAIN, M.; VAN IMMERSEEL, F. (Eds.) Improving the safety and quality of eggs and egg products.** Cambridge: Woodhead Publishing Limited, v. 1, p. 83-132, 2011.
- OLIVEIRA, B. L; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos.** In Lavras: Editora UFLA (Universidade Federal de Lavras). Editora da Universidade Federal de Lavras, 2013.
- OLIVEIRA, D. L et al. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia e Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1186-1191, 2014.
- ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos.** 7. ed. São Paulo: Editora Metha, 2001. 330 p.
- ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética.** Atheneu, 4ª edição. p.107-114 São Paulo, 1985.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos.** Porto Alegre: Artmed, v. 2, p. 219-239, 2005.
- PARDI, H. S. **Influência da comercialização na qualidade dos ovos de consumo.** Niterói-RJ: Universidade Federal Fluminense, 1977. 73 p.
- PAIVA, L. L. et al. Qualidade de ovos brancos comerciais em diferentes temperaturas de conservação e período de estocagem. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. 1-8, 2019.
- PASIAN, I. M.; GAMEIRO, A. H. Mercado para a criação de poedeiras em sistemas do tipo orgânico, caipira e convencional. **In: XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER.** 2007. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/6/857.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2022.
- PEREIRA, L. S. **Qualidade de ovos de poedeiras marrons provenientes de sistema livre de gaiolas.** 2022. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/11991>. Acesso em: 28 jul. de 2022.
- PINTO, S et al. Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 1, p. 5-18. 2019.

PIRES, M. F. **Aspectos de Qualidade Físico-Química em Microbiológica de ovos comerciais**. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

PIRES, P. G. S. et al. Rice protein coating in extending the shelf-life of Convention al eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.98, n.4, p.1918-1924, 2019.

POLETTI, B. **Vida de prateleira de ovos de poedeiras com diferentes idades de postura em sistema orgânico de produção**. 2017. 102 p. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) –Programa de Pós-Graduação de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/179116/001067965.pdf?seque>. Acesso em: 28 jul. de 2022.

POMBO, C. R. **Efeito do tratamento térmico de ovos inteiros na perda de peso e características da qualidade interna**. 2003. 74 f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Aves e Ovos) - Escola de Veterinária, Universidade Federal Fluminense do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/17ce3586a27471596b0778a2980240a8.pdf>. Acesso em: 28 de jul. de 2021.

POPOVA, T. et al. Quality of eggs from layers reared under alternative and conventional system. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 22, 2020.

QUEIROZ, L. M. S. et al. Qualidade de ovos de sistemas convencional e cage-free armazenados sob temperatura ambiente. **In: X simpósio de pós-graduação e pesquisa em nutrição e produção animal**, 2016, Pirassununga. Anais. Pirassununga: Editora 5D, 2016. p. 290-305.

QUEIROZ, L. M. S. **Análise de densidades de alojamento nos sistemas convencional e cage-free de produção de ovos comerciais**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Qi L, Zhao M, Li Z, Shen D, Lu J. Non-destructive test technology for raw eggs freshness: a review. **SN Applied Sci**. 2020; 2(1113):1–9. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2906-x>. acesso em: Acesso em: 04 ago. de 2021.

RADU-RUSU et al. O sistema de criação de galinhas poedeiras é relevante para as características químicas e nutricionais dos ovos de mesa?.**Food and Environment Safety Journal**, [SI], v. 12, n. 1 de abril 2016. ISSN 2559 - 6381. Disponível em: <http://fia-old.usv.ro/fiajournal/index.php/FENS/article/view/138/136>. Acesso em: 04 ago. de 2021.

RADU-RUSU, R. M. et al. Chemical features, cholesterol and energy content of table hen eggs from conventional and alternative farming systems. **South African Journal of Animal Science**, v. 44, n. 1, p. 33-42, 2014.

RAMOS, A. C. et al. Effect of bird age and storage system on physical Properties of eggs from brown laying hens. **PUBVET**, v. 4, n. 37, 2010.

RECH, O. A. **Controlando a qualidade de ovos comerciais**. UNIQUIMICA. Disponível em: <http://www.agromundo.com.br/?p=7987>. Acesso em: 04 ago. de 2021.

REIS, T. L. et al. Influência do sistema de criação em piso sobre cama e gaiola sobre as características ósseas e a qualidade físico-química e microbiológica de ovos de galinhas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1623-1630, 2019.

RÊGO, I.O.P et al. **Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735-742. 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010209352012000300027&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010209352012000300027&script=sci_arttext). Acesso em: 05 jul. 2021.

RENTSCH, A.K, et al. Laying hen's Mobility impaired by keel bone fractures and does not improve with paracetamol treatment. **Applied Animal Behavior Science**, 216: 19-25. doi.org/10.1016/j.applanim.2019.04.015, 2019.

ROSA, P.S.; AVILA, V.S. **Variáveis relacionadas ao rendimento da incubação de ovos em matrizes de frangos de corte** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p.1-3. (Comunicado Técnico, 246).

RUTZ, F et al. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.31, n.3, p.307-317, 2007.

SABINO, E. L. R et al. Qualidade Interna E Externa De Ovos Caipira, Em Diferentes Períodos E Condições De Armazenamento. **Revista Científica Rural**, v. 24, n. 1, p. 39-50, 2022.

SALVADOR, E. L. **Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem**. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Alagoas 2011.

SAUVEUR, B. El huevo para consumo: bases productivas. Tradução por Carlos BuxadéCarbó. **Barcelona: Aedos editorial**, 1993. 377 p.

SACCOMANI, A. P. O. et al. Indicadores da qualidade físico-química de ovos de poedeiras semipesadas criadas em diferentes sistemas de produção. **Produção de Não Ruminantes**, Nova Odessa, v. 76, p. 1-15, 2019. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/338231788>. Acesso em: 04 ago. de 2021.

SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **J. Appl. Poult. Res.**, v.14, p.548-553, 2006.

SAMIULLAH et al. Effect of production system and flock age on egg quality and total bacterial load in commercial laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 1, p. 59-70, 2014.

SAMIULLAH, S et al. Effect of production system and flock age on egg shell and egg internal quality measurements. **Poultry Science**, v. 96, n. 1, pág. 246-258, 2017.

SANTOS, Maria do Socorro Vieira dos et al. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 513-517, 2009.

SANTOS, F. R et al. Qualidade e composição nutricional de ovos convencionais e caipiras comercializados em Rio Verde, Goiás, **PUBVET**, v. 5, p. Art. 1224-1230, 2011.

- SARTORI, É. V et al. Concentração de proteínas em gemas de ovos de poedeiras (*Gallus gallus*) nos diferentes ciclos de postura e sua interferência na disponibilidade do ferro. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 481-487, 2009.
- SATADELMAN, W, J; COTTERILL, P. (eds). **Eggs Science and technology**. 4. ed. Haworth Press: New York, 1995. P, 591.
- SEIBEL, N. F. Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo. **In: SOUZ-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F.** Aves e ovos. Pelotas: UFPEL, 2005, p 77-90.
- SILVA, R. C et al. Termohigrometria no transporte e na qualidade de ovos destinados ao consumo humano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n.7, p. 668-673, 2015.
- SILVA FILHO, C. A et al. Qualidade de ovos convencionais e alternativos comercializados na região de Seropédica (RJ). **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v.13, 2015.
- SILVA, I. J. O. **O setor brasileiro de postura e o desafio do sistema livre de gaiolas**. 2022. Disponível em: <https://avinews.com/pt-br/brasil-sistema-livre-de-gaiolas/>. Acesso em 25 ago. 2022.
- SILVA, I. J. O. **Sistemas de produção de Galinhas poedeiras no Brasil. Dialogos: União Européia – Brasil**. P, 1-40, jul. 2019. Disponível em: [http://www.sectordialogues.org/documentos/proyectos/adjuntos/b26c49\\_X-GUIA-GALINHAS-2019.pdf](http://www.sectordialogues.org/documentos/proyectos/adjuntos/b26c49_X-GUIA-GALINHAS-2019.pdf). Acesso em: 05 jul. de 2022.
- SILVA, I. J. O.; MIRANDA, K. O. S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Revista Thesis**, São Paulo, ano VI, n.11,2009.
- SHANG, X. G. et al. Effects of dietary conjugated linoleic acid on the productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. **Poultry science**, v. 83, n. 10, p. 1688-1695, 2004.
- SOARES, P. L, S. **Qualidade de Ovos Provenientes de Sistemas Convencional e Caipira**. 2021. 58 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=11212854](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=11212854). Acesso em: 05 jul. de 2022.
- SOUZA, D. O et al. Qualidade interna e externa de ovos de granja marrom e caipira de acordo com a condição e o tempo de armazenamento In: I Congresso de Pesquisa e PósGraduação do Câmpus Rio Verde do IFGoiano. 2012, Rio Verde-GO. **Anais...** Rio Verde-GO: IFGoiano, 2012. p. 1-4.
- SOUZA-SOARES, L. A, SIEWERDT, F. Aves e ovos. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005.
- SOKOŁOWICZ Z et al. The effect of the type of alternative housing system, genotype and age of laying hens on egg quality. **Annals of Animal Science**. 2018a; 18 (2): 541–555. doi: 10.2478/aoas2018-0004. 67.



SUCKEVERIS, D. et al. Internal quality of laying hen eggs fedon protease at diferente storage and stocking conditions. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.37, <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v37i4.27929>\_Acesso em: 05 jul. de 2022.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS/TBCA. **Ovo de galinha inteiro cru**. Disponível em: [http://www.tbca.net.br/base-dados/int\\_composicao\\_alimentos.php?cod\\_produto=C0011J](http://www.tbca.net.br/base-dados/int_composicao_alimentos.php?cod_produto=C0011J). Acesso em: 08 de set de 2022.

TAKATA, F. N. et al. Aspectos morfológicos do oviduto de galinha doméstica (*Gallus gallus*) antes e após a puberdade. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 25, n. 2, p. 174-176, 2001.

THIMOTHEO, M. **Duração da qualidade de ovos estocados de poedeiras criadas no sistema “Cage-free”**. 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootenia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138049>. Acesso em: 08 set de 2022.

TIZO, L. A; RIGO, E. J. e BARBOSA, C. H. Qualidade Externa E Interna De Ovos Obtidos Em Dois Sistemas De Criação De Galinhas Poedeiras. **Enciclopédia Biosfera**, 11(22), 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/bio>. Acesso em: 08 set. de 2022.

TOUSSANT, M. J.; LATSHAW, J. D. Ovomucin content and composition in Chicken eggs with different interior quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, n. 12, p. 1666-1670, 1999.

VIANA, B. DA C et al. Qualidade de ovos produzidos e submetidos à diferentes condições de armazenamento na Amazônia Ocidental, Acre - Brasil. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 20, n. 4, p. 201-206, 2017.

VILELA, D. R et al. Qualidade Interna e Externa de Ovos de Poedeiras Comerciais com Cascas Normal e Vítrea. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n. 4, p. 509-518, 2016.

VLČKOVÁ, J. et al. Alterações na qualidade dos ovos durante o armazenamento em função do sistema de alojamento e da idade das galinhas. **Poultry Science**, v. 98, n. 11, pág. 6187-6193, 2019.

WALLACE, R. A.; SELMAN, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in Teleosts. **American Zoology**, v. 21, n. 2, p. 325-343, 1981.

MORAES, I. A. **Fisiologia da reprodução das aves domésticas**. Disponível em: [http://www.uff.br/fisiovet/fisio\\_rep\\_aves.htm](http://www.uff.br/fisiovet/fisio_rep_aves.htm). Acesso em: 05 março 2006.

WARDY, W et al. Edible coating affects physic-functional properties and shelf life of chicken eggs during refrigerated and room temperature storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v.45, p.2659–2668, 2010.

XAVIER, I. M. C et al. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**. v. 60, n. 4, p.953-959, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n4/26.pdf>. Acesso em: 14 set. 2021.

- YAO, Linxing et al. Effects of vitamin D3-Enriched diet on egg yolk vitamin D3 content and yolk quality. **Journal of food science**, v. 78, n. 2, p. C178-C183, 2013.
- YIMENU, S, M et al. Prediction of egg freshness during storage using electronic nose. **Poultry Science**. 96 (10): 3733–3746, 2017.
- YUNES, M. C et al. **Brazilian Citizens' Opinions and attitudes about Farm Animal Production Systems**. *Animals*, [s.i], v. 75, n. 7, p.2-15, 2017.