



Qualidade de ovos produzidos e armazenados nas condições ambientais da Amazônia

Quality of eggs produced and stored in the Amazon environmental conditions

Daniel Grijó Cavalcante¹, João Paulo Ferreira Rufino², Pedro de Queiroz Costa Neto³

RESUMO: Este estudo teve como objetivo testar a hipótese de que a qualidade dos ovos (física e microbiológica) pode ser influenciada pela idade das poedeiras, estação do ano e período de armazenamento quando estes são armazenados em temperatura ambiente nas condições ambientais da Amazônia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial (3x2x10), onde os fatores foram idade das poedeiras (32, 56 ou 77 semanas), estações do ano (seca ou chuvosa) e períodos de armazenamento dos ovos (1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 ou 63 dias), com 12 repetições (ovos) cada. Os dados coletados foram submetidos ao teste de Tukey a 5%. Aves mais velhas produziram ovos mais pesados ($p < 0,05$) com maiores porcentagens de gema e albúmen, porém com menor ($p < 0,05$) qualidade interna e externa. Os ovos produzidos na estação chuvosa foram mais pesados ($p < 0,05$), apresentaram maiores ($p < 0,05$) porcentagens de gema e albúmen, melhor ($p < 0,05$) qualidade interna e espessura da casca e menores ($p < 0,05$) concentrações de microrganismos. Houve perdas significativas ($p < 0,05$) na qualidade interna dos ovos, sem afetar a espessura da casca e a unidade Haugh, conforme aumentou-se o período de armazenamento. Além disso, ovos armazenados em temperatura ambiente nas condições ambientais da Amazônia acima de 28 dias apresentaram maior concentração de microrganismos.

Palavras-chave: Amazônia, avicultura, microbiologia, qualidade do ovo, poedeiras, sazonalidade.

ABSTRACT: This study aimed to test the hypothesis that the quality of eggs (physical and microbiological) may be influenced by hens' age, season of the year, and storage period when these are stored at room temperature in Amazon environmental conditions. The experimental method was completely randomized in a factorial arrangement (3x2x10), where the factors were hens' age (32, 56 or 77 weeks), seasons (dry or rainy), and storage periods of the eggs (1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 or 63 days), with 12 replicates (eggs) each. Data collected were subjected to the Tukey test at 5%. Older birds produced heavier ($p < 0.05$) eggs with higher percentages of yolk and albumen, but lower ($p < 0.05$) internal and external quality. Eggs produced in rainy were heavier ($p < 0.05$), presented higher ($p < 0.05$) percentages of yolk and albumen, better ($p < 0.05$) internal quality and shell thickness, and lower ($p < 0.05$) concentrations of microorganisms. There were significant losses ($p < 0.05$) in the internal quality of the eggs, without affecting the shell thickness and Haugh unit, according to an increase in the storage period. In addition, eggs stored in the Amazon environmental conditions above 28 days presented a great growth in the microorganism's concentration.

Keywords: Amazon, egg quality, hen, microbiology, poultry, seasonality.

Autor correspondente: João Paulo Ferreira

E-mail: joapaulorufino@live.com

Recebido em: 17/07/2023

Aceito em: 01/04/2024

¹ Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Professor na Escola Superior Batista do Amazonas (ESBAM), Manaus (AM), Brasil.

² Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Professor lotado no Departamento de Ciências Fundamentais e Desenvolvimento Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus (AM), Brasil.

³ Doutor em Biotecnologia pela UFAM, é professor no Departamento de Ciências Fundamentais e Desenvolvimento Agrícola da UFAM, Manaus. Possui graduação em Agronomia, especialização em Biotecnologia, mestrado em Genética e Evolução e doutorado em Biotecnologia. Atua em cursos de graduação e pós-graduação, com foco em produção animal e vegetal, genética e biotecnologias sustentáveis. Coordena e colabora em projetos financiados pela FAPEAM e CNPq.

INTRODUÇÃO

O ovo é considerado um dos alimentos mais completos utilizados na dieta humana, principalmente por sua composição rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas (Rêgo et al., 2012; Souza et al., 2014; Kusum et al., 2018). Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (2022, 2023), o consumo per capita de ovos no Brasil vem crescendo desde 2010, estando entre 190 a 200 unidades consumidas per capita/ano, além de estar presente na dieta de 99% das famílias brasileiras.

Diante desse cenário de demanda crescente, principalmente no mercado interno, a cadeia produtiva de ovos no Brasil tem enfrentado alguns desafios a fim de equilibrar produção em alta escala e qualidade dos ovos a serem entregues aos consumidores, com a manutenção dessa qualidade durante o armazenamento sendo um dos principais desafios (Rodrigues; Sala, 2001; Carvalho et al., 2003; Souza-Soares; Siewerdt, 2005; Pires et al., 2015). No geral, a manutenção da qualidade dos ovos depende de cuidados constantes durante o manejo e armazenamento, onde qualquer falha durante esses processos pode causar grandes perdas de qualidade nutricional e sanitária e, conseqüentemente, econômicas à cadeia produtiva (Rodrigues; Sala, 2001; Richards, 2003; Souza et al., 2014; Pires et al., 2015; Kusum et al., 2018).

A literatura relata ainda que a idade, as dietas e o manejo fornecido as poedeiras, bem como as condições ambientais em cada estação do ano também são fatores importantes que podem causar um grande impacto na qualidade dos ovos e, conseqüentemente, sua aceitação pelo mercado consumidor (Souza et al., 2014; Melo et al., 2016; Lana et al., 2017). Isso ilustra de certa forma as preocupações do atual mercado de produtos de origem animal, que não se registrem mais há apenas considerar a qualidade ideal dos produtos finais durante o transporte e armazenamento, mas também com as condições de manejo e o bem-estar dos animais produtores (Melo et al., 2016; Feddern et al., 2017; Eddin et al., 2019).

Frente a esse cenário, a legislação brasileira não exige o armazenamento de ovos em ambiente refrigerado como ocorre com outros produtos de origem animal, apenas recomenda que estes sejam armazenados preferencialmente em ambiente refrigerado para aumentar sua vida útil (Brasil, 1990; Brasil, 1991; Brasil, 2003; Brasil, 2017). Normalmente, a cadeia produtiva brasileira de ovos, especialmente para consumo interno, tende a armazenar os ovos em condições de temperatura ambiente desde a postura das poedeiras até chegarem ao consumidor, e isso se deve basicamente aos custos de armazenamento, que podem ficar mais caros quando o produtor opta por manter os ovos em ambiente refrigerado durante todo o processo de transporte e armazenamento (Lana et al., 2017).

No entanto, isso pode se tornar um problema significativo ao longo desta cadeia, uma vez que o armazenamento de ovos em temperatura ambiente exige que o processamento e o transporte da granja até o consumidor sejam extremamente agilizados para evitar a perda de qualidade em um curto espaço de tempo (Rêgo et al., 2012). Manter esses ovos em temperatura ambiente por muito tempo pode criar um ambiente favorável para a diminuição da qualidade (Rodrigues; Salay, 2001; Lee et al., 2016; Eddin et al., 2019), especialmente devido à ação de microrganismos naturalmente presentes na casca dos ovos ou no ambiente onde eles estão armazenados (Jones et al., 2004; Stringhini et al., 2009). Considerando as características únicas de clima e ambiente encontradas na Amazônia (Fisch et al., 1998; Betts et al., 2008), apresentando alto calor e umidade, há uma tendência a favorecer o crescimento desse microrganismo se cuidados adequados na manipulação dos ovos não forem tomadas. Portanto, o presente estudo visa testar a hipótese de que a qualidade dos ovos (física e microbiológica) pode ser influenciada pela idade das poedeiras, estação do ano e período de armazenamento quando estes são armazenados em temperatura ambiente nas condições ambientais da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Princípios Bioativos de Origem Microbiana da Universidade Federal do Amazonas, campus universitário localizado na cidade de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. Todos os procedimentos experimentais foram realizados de acordo com o Comitê Local de Uso dos Animais da Universidade Federal do Amazonas e foram aprovados por este comitê de ética institucional.

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Primeiramente, os ovos ($n = 720$) foram obtidos de dois lotes de poedeiras Bovans White, um lote manejado na estação seca ($n = 360$) e outro manejado na estação chuvosa ($n = 360$). Em cada lote foram coletados ovos ($n = 120$) de acordo com as idades das poedeiras (32, 56 e 77 semanas de idade). Todos os procedimentos foram realizados conforme as leis brasileiras vigentes visando simular o manejo dos ovos desde a granja até o mercado, no caso o laboratório. Chegando ao laboratório, esses 120 ovos foram armazenados em temperatura ambiente por 63 dias. No primeiro dia de armazenamento e depois a cada sete dias, 12 ovos foram separados para serem analisados, totalizando 10 períodos de armazenamento (1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias). Sendo assim, o estudo foi construído em um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial ($3 \times 2 \times 10$), sendo considerados como fatores a idade das poedeiras, as estações do ano e os períodos de armazenamento dos ovos, com 12 repetições cada, sendo cada ovo considerado uma repetição.

As poedeiras foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com água *ad libitum* e ração calculada e fornecida de acordo com o manual da linhagem e as recomendações de Rostagno et al. (2017). Quanto as condições ambientais em cada estação, na estação seca (junho a novembro) verificou-se 34,32 °C de temperatura média, 87% de umidade relativa média do ar e precipitação média anual de 2.145 mm. Já a estação chuvosa (dezembro a maio) apresentou 30,54 °C de temperatura média, 91% de umidade relativa do ar média e precipitação média anual de 2.275 mm. Independentemente da estação, o clima da Amazônia é classificado como tropical úmido, onde Martorano et al. (2017) indica que é possível classificar o clima do estado do Amazonas em três variações do padrão meteorológico (Af_1 , Af_2 e Af_3), onde predomina na cidade de Manaus o padrão Af_3 .

QUALIDADE DOS OVOS

Foram utilizados os mesmos métodos de análise da qualidade dos ovos descritos por Oliveira Filho et al. (2019), Brasil et al. (2019) e Melo et al. (2020). Primeiramente, os ovos foram pesados em balança eletrônica (precisão de 0,01). Em seguida, estes foram quebrados em superfície plana para avaliação da altura da gema (mm), altura do albúmen (mm) e circunferência da gema (mm) por meio de paquímetro eletrônico (precisão de 0,01). Um separador manual foi usado para separar gema e albúmen. Foram colocadas em recipientes higienizados e pesadas para cálculo da porcentagem de gema e albúmen em relação ao peso do ovo. O pH da gema e do albúmen foram medidos usando um pHmetro KASVI® inserido diretamente nessas estruturas. A cor da gema foi avaliada em leque colorimétrico DSM® com nota de 1 a 15. As cascas foram lavadas, secas em temperatura ambiente por 48 horas e pesadas para cálculo da porcentagem de casca em relação ao peso do ovo. Essas cascas também foram usadas para medir a espessura da casca usando um micrômetro (precisão de 0,01) em três regiões do ovo (basal, meridional e apical). A unidade Haugh foi

calculada usando os valores de peso do ovo e altura do albúmen de acordo com a fórmula matemática: $H_{unit} = 100 \times \log(H + 7.57 - 1.7 \times W^{0.37})$, onde H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

ANÁLISE MICROBIOLÓGICAS

Considerando os resultados obtidos na análise da qualidade dos ovos, foram realizadas a análise microbiológica apenas em ovos coletados nas duas estações do ano e armazenados em três períodos (1, 28 e 56 dias), ocasionando um rearranjo experimental (2x3) para esta análise. Todas as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com os métodos descritos e recomendados pela Instrução Normativa nº 30 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil de 26 de junho de 2018 (Brasil, 2018). Visando padronizar as amostras, o conteúdo interno de três ovos de cada tratamento foi depositado em recipiente estéril e homogeneizado por 60 segundos. 25 g dessa amostra foram adicionados a 225 mL de água peptonada tamponada a 1%, sendo consideradas como diluições padrão de 10^{-1} e 10^{-2} .

Para a contagem total de mesófilos, 1 mL das diluições selecionadas foram inoculados em placas de Petri estéreis contendo 18 mL de Plate Count Agar previamente moldado a 45 °C. As placas foram homogeneizadas e incubadas a 36 °C por 48 horas. Contabilizou-se apenas as placas que apresentaram entre 25 a 250 colônias, sendo o resultado multiplicado por sua média aritmética e respectivo fator de diluição. O resultado foi expresso em Unidade Formadora de Colônia/1,0 g de amostra (UFC/g).

Para contagem de bolores e leveduras, 1 mL das diluições selecionadas foram inoculados em placas de Petri estéreis contendo Potato Glucose Agar acidificado com 1,5 mL de ácido tartárico a 10% para cada 100 mL de meio. As placas foram homogeneizadas e incubadas à temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) por sete dias. Contabilizou-se apenas as placas que apresentaram entre 15 a 150 colônias, sendo o resultado multiplicado por sua média aritmética e respectivo fator de diluição. O resultado foi expresso em Unidade Formadora de Colônia/1,0 g de amostra (UFC/g).

Para a contagem de *Staphylococcus aureus*, 1 mL das diluições selecionadas foram inoculados em placas de Petri estéreis contendo Ágar Baird-Parker. As placas foram homogeneizadas e incubadas a 36 °C por 48 horas. Contabilizou-se apenas as placas que apresentaram entre 25 a 250 colônias, sendo o resultado multiplicado por sua média aritmética e respectivo fator de diluição. O resultado foi expresso em Unidade Formadora de Colônia/1,0 g de amostra (UFC/g).

Para contagem de coliformes termotolerantes, 1 mL das diluições selecionadas foram inoculados em tubos de ensaio contendo Lauril Sulfato de Sódio em concentração simples e tubos de Durhan invertidos. Os tubos de ensaio foram incubados a 36 °C por 48 horas. Os tubos de ensaio que apresentavam produção de gás em tubos de Durhan (no mínimo 1/10 do volume total) ou efervescência quando agitados eram encaminhados para o próximo teste, onde uma amostra destes tubos de ensaio era inoculada em caldo de EC e incubada a 45°C por 48 horas. A presença de coliformes termotolerantes foi atestada em tubos de ensaio apresentando produção de gás em tubos de Durhan (mínimo de 1/10 do volume total) ou efervescência quando agitados. Os resultados foram estimados a partir da combinação do número de tubos de ensaio com resultados positivos e sua avaliação de acordo com a tabela do número mais provável (NMP). Os resultados foram expressos em NMP/g.

O restante da solução 10^{-1} das amostras foi utilizado para análise de *Salmonella* spp. Essas amostras foram submetidas a uma etapa de pré-enriquecimento e incubadas a 36 °C por 18 horas. Os caldos do pré-enriquecimento foram inoculados em caldos seletivos: 0,1 mL em tubos contendo 10 mL de Rappaport Vassiliadis (RV) e 1 mL em tubos contendo 10 mL de caldo Selenito Cistina (SC). Em seguida, as amostras foram incubadas em banho-maria com agitação constante a 41°C por 24 horas. O método de PCR foi utilizado para diagnosticar e confirmar a presença de *Salmonella* spp.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Antes de realizar a análise estatística, todos os dados foram testados por normalidade e transformados, se necessário. Todos os dados foram analisados por ANOVA one-way usando o software R (versão 4.1.3). Todos os comandos foram executados conforme Logan (2010). O teste de diferença honestamente significativa de Tukey foi usado para testar as diferenças significativas entre os valores médios. Os resultados foram apresentados como médias e o nível de significância para diferenças foi estabelecido como $p \leq 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do peso médio do ovo e valores percentuais de gema, albúmen e casca encontram-se na Tabela 1. Observamos que as aves mais velhas produziram ovos mais pesados ($p < 0,05$), com maiores ($p < 0,05$) valores percentuais de gema e albúmen, porém menores ($p < 0,05$) valores percentuais de casca do ovo. Da mesma forma, observamos que os ovos produzidos na estação chuvosa foram mais pesados ($p < 0,05$) do que os produzidos na estação seca, apresentando também maiores ($p < 0,05$) valores percentuais de gema e albúmen, mas menor porcentagem de casca. Por outro lado, os períodos de armazenamento não causaram efeito significativo ($p > 0,05$) sobre o peso do ovo e as porcentagens de gema, albúmen e casca. O comportamento desses dados se refletiu na análise de interação dos fatores, onde se observou efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre a idade das poedeiras e a estação do ano sobre os resultados do peso do ovo e os valores percentuais de gema, albúmen e casca de ovo, indicando que um fator afeta diretamente os resultados do outro e vice-versa.

Tabela 1. Peso do ovo e valores percentuais de gema, albúmen e casca de ovos produzidos por poedeiras de diferentes idades, coletados em duas estações do ano e armazenados por 10 períodos diferentes em temperatura ambiente nas condições ambientais da Amazônia.

(Continua)

Fatores ¹	Variáveis ²			
	PO, g	GEM, %	ALB, %	CAS, %
IA				
32 semanas	57,19 ^b	32,73 ^b	53,09 ^b	11,30 ^a
56 semanas	57,46 ^b	33,68 ^{ab}	53,24 ^{ab}	11,24 ^{ab}
77 semanas	60,50 ^a	33,94 ^a	55,07 ^a	10,81 ^b
EA				
Seca	58,21 ^b	33,03 ^b	53,41 ^b	11,04 ^b
Chuvosa	58,56 ^a	33,87 ^a	54,20 ^a	11,20 ^a
PA				
1 dia	58,48	33,15	53,42	11,12
7 dias	58,61	34,29	52,49	10,91
14 dias	58,68	32,98	53,50	11,26
21 dias	58,60	32,73	53,73	11,09
28 dias	58,15	32,82	53,53	10,86

Fatores ¹	Variáveis ²				(Conclusão)
	PO, g	GEM, %	ALB, %	CAS, %	
35 dias	58,30	34,10	53,73	11,12	
42 dias	58,13	33,74	54,57	11,39	
49 dias	58,64	33,33	54,23	10,91	
56 dias	58,90	33,56	53,76	11,26	
63 dias	57,74	33,48	54,56	11,20	
Efeito ³					
IA	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*	
EA	0,03**	0,02**	0,01*	0,03**	
PA	0,90 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,20 ^{ns}	
IA x EA	0,03**	0,05**	0,05**	0,05**	
IA x PA	0,10 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,12 ^{ns}	
EA x PA	0,20 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,29 ^{ns}	
IA x EA x PA	0,17 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,15 ^{ns}	
CV ⁴ , %	8,95	18,76	16,27	10,55	

¹ Idade das aves (IA); estação do ano (EA); período de armazenamento (PA).

² Peso do ovo (PO); percentagem de gema (GEM); percentagem de albúmen (ALB); percentagem de casca (CAS).

³ *Efeito significativo ($p < 0,01$); **Efeito significativo ($p < 0,05$); ns – efeito não significativo.

⁴ CV – Coeficiente de variação.

Os resultados da qualidade dos ovos encontram-se na Tabela 2. Observamos que os ovos produzidos por poedeiras mais velhas apresentaram qualidade inferior ($p < 0,05$) àqueles produzidos por poedeiras mais jovens. Em relação às estações do ano, os ovos produzidos durante a estação chuvosa apresentaram melhor qualidade ($p < 0,05$), exceto pela espessura da casca e pela unidade Haugh, em comparação com os ovos produzidos na estação seca. Além disso, os períodos de armazenamento avaliados também causaram um efeito significativo ($p < 0,05$) na qualidade dos ovos, onde o aumento gradual do período de armazenamento causou uma redução proporcional na maioria das variáveis de qualidade dos ovos, exceto a espessura da casca e Unidade Haugh. A análise de interação dos fatores para essas análises, tal qual a análise anterior, refletiu o comportamento desses dados, onde observamos efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre idade das poedeiras, estação do ano e períodos de armazenamento nos resultados de qualidade dos ovos, exceto os resultados da espessura da casca e da unidade Haugh, indicando que um fator afeta diretamente os resultados do outro e vice-versa. Essa influência ocorre tanto ao analisar apenas a interação entre dois desses fatores isoladamente quanto ao analisar a interação entre os três fatores ao mesmo tempo.

Tabela 2. Qualidade dos ovos produzidos por poedeiras de diferentes idades, coletados em duas estações do ano e armazenados por 10 períodos diferentes em temperatura ambiente nas condições ambientais da Amazônia.

Fatores ¹	Variables ²							
	GpH	ApH	AG, mm	AA, mm	CG, mm	CGE	EC, μm	UH
IA								
32 semanas	6,85 ^a	10,07 ^a	11,01 ^a	6,66 ^a	4,95 ^b	5,58 ^a	0,43 ^a	94,71 ^a
56 semanas	6,76 ^b	9,60 ^b	10,53 ^b	6,34 ^b	5,17 ^{ab}	5,57 ^a	0,37 ^b	91,66 ^b
77 semanas	6,76 ^b	9,56 ^b	10,44 ^b	6,26 ^b	5,27 ^a	5,50 ^b	0,37 ^b	91,33 ^b
EA								
Seca	6,74 ^b	9,62 ^b	10,40 ^b	6,32 ^b	4,96 ^b	5,39 ^b	0,37 ^b	92,41
Chuvosa	6,79 ^a	11,87 ^a	10,93 ^a	6,52 ^a	5,31 ^a	5,71 ^a	0,41 ^a	92,72
PA								
1 dia	6,85 ^a	9,63 ^a	10,81 ^a	6,51 ^a	5,08 ^c	5,75 ^a	0,37	92,65
7 dias	6,82 ^{ab}	9,63 ^a	10,78 ^{ab}	6,50 ^a	5,12 ^{bc}	5,59 ^b	0,37	92,78
14 dias	6,80 ^{ab}	9,63 ^a	10,72 ^b	6,48 ^{ab}	5,13 ^b	5,59 ^b	0,37	92,85
21 dias	6,80 ^{ab}	9,62 ^{ab}	10,70 ^b	6,44 ^b	5,13 ^b	5,57 ^b	0,37	92,78
28 dias	6,81 ^{ab}	9,62 ^{ab}	10,70 ^b	6,42 ^b	5,13 ^b	5,54 ^{bc}	0,37	92,33
35 dias	6,78 ^b	9,62 ^{ab}	10,68 ^b	6,41 ^b	5,13 ^b	5,54 ^{bc}	0,38	92,48
42 dias	6,78 ^b	9,62 ^{ab}	10,62 ^{bc}	6,40 ^{bc}	5,16 ^{ab}	5,53 ^{bc}	0,37	92,32
49 dias	6,78 ^b	9,60 ^b	10,58 ^{bc}	6,34 ^{bc}	5,17 ^{ab}	5,52 ^{bc}	0,37	92,84
56 dias	6,77 ^{bc}	9,58 ^{bc}	10,55 ^{bc}	6,30 ^c	5,18 ^a	5,48 ^c	0,38	92,11
63 dias	6,76 ^c	9,45 ^c	10,36 ^c	6,30 ^c	5,18 ^a	5,48 ^c	0,37	91,95
Efeito ³								
IA	0,04 ^{**}	0,02 ^{**}	0,05 ^{**}	0,02 ^{**}	0,01 ^{**}	0,01 [*]	0,02 ^{**}	0,03 ^{**}
EA	0,04 ^{**}	0,03 ^{**}	0,01 [*]	0,01 [*]	0,01 ^{**}	0,02 ^{**}	0,03 ^{**}	0,13 ^{ns}
PA	0,01 [*]	0,05 ^{**}	0,03 ^{**}	0,05 ^{**}	0,05 [*]	0,04 ^{**}	0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}
IA x EA	0,01 [*]	0,02 ^{**}	0,05 ^{**}	0,05 ^{**}	0,03 ^{**}	0,03 ^{**}	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}
IA x PA	0,02 ^{**}	0,01 [*]	0,02 ^{**}	0,04 ^{**}	0,05 ^{**}	0,03 ^{**}	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}
EA x PA	0,01 [*]	0,01 [*]	0,04 ^{**}	0,02 ^{**}	0,05 ^{**}	0,02 ^{**}	0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}
IA x EA x PA	0,01 [*]	0,01 [*]	0,02 ^{**}	0,05 ^{**}	0,05 ^{**}	0,05 ^{**}	0,08 ^{ns}	0,14 ^{ns}
CV ⁴ , %	5,09	2,86	3,67	8,47	13,21	2,01	12,11	8,45

¹ Idade das aves (IA); estação do ano (EA); período de armazenamento (PA).

² pH da gema (GpH); pH do albúmen (ApH); Altura da Gema (AG); Altura do Albúmen (AA); Circunferência da Gema (CG); Cor da Gema (CGE); Espessura da Casca (EC); Unidade Haugh (UH).

³ *Efeito significativo ($p < 0,01$); **Efeito significativo ($p < 0,05$); ns – efeito não significativo.

⁴ CV – Coeficiente de variação.

Os resultados da análise microbiológica encontram-se na Tabela 3. Foi observado que os ovos produzidos na estação chuvosa apresentaram menores concentrações ($p < 0,05$) de mesófilos aeróbicos, bolores e leveduras e *Staphylococcus aureus*. Além disso, o aumento gradativo do período de armazenamento

provocou aumento proporcional ($p < 0,05$) nas concentrações de mesófilos aeróbios, bolores e leveduras e *Staphylococcus aureus*. Novamente, a análise de interação dos fatores refletiu o comportamento desses dados, onde observamos um efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre estações do ano e período de armazenamento sobre os resultados da análise microbiológica dos ovos, indicando que um fator afetando diretamente os resultados do outro e vice-versa. Por outro lado, independentemente da estação do ano ou período de armazenamento, não houve presença de coliformes termotolerantes e nem *Salmonella* spp. nas amostras analisadas, o que demonstra um resultado satisfatório no aspecto sanitário dos ovos utilizados ao comparar com os valores de garantia previstos na legislação brasileira (Brasil, 1990; Brasil, 1991; Brasil, 2003; Brasil, 2017).

Tabela 3. Análise microbiológica de ovos produzidos por poedeiras manejadas em duas estações do ano e armazenados por três períodos diferentes em temperatura ambiente nas condições ambientais da Amazônia.

Fatores ¹	Variáveis ²		
	MA, UFC.g ⁻¹	BL, UFC.g ⁻¹	SA, UFC.g ⁻¹
EA			
Seca	6,88 ^a	6,25 ^a	1,22 ^a
Chuvosa	0,11 ^b	0,05 ^b	0,05 ^b
PA			
1 dia	1,60 ^b	1,08 ^c	0,41 ^b
28 dias	4,20 ^a	3,62 ^b	0,70 ^{ab}
56 dias	4,40 ^a	4,75 ^a	0,79 ^a
Efeito ³			
EA	0,01*	0,01*	0,01*
PA	0,01*	0,02**	0,02**
EA x PA	0,01*	0,01*	0,02**
CV ⁴ , %	2,59	6,12	3,22

¹ Estação do ano (EA); período de armazenamento (PA).

² Concentração de Mesófilos aeróbios (MA); Concentração de bolores e leveduras (BL); Concentração de *Staphylococcus aureus* (SA). Todos os valores são expressos em base $\times 10^{-4}$.

³ *Efeito significativo ($p < 0,01$); **Efeito significativo ($p < 0,05$).

⁴ CV – Coeficiente de variação.

Em aspectos gerais, foi observado nos resultados obtidos uma influência substancial da idade das poedeiras na qualidade dos ovos, onde poedeiras mais velhas produziram ovos de qualidade inferior àqueles oriundos das aves mais novas. A literatura relata que a idade das poedeiras é um fator que tende a influenciar diretamente a qualidade dos ovos, onde poedeiras mais velhas costumam produzir ovos mais pesados, mas com qualidade interna inferior, indicando uma perda natural da qualidade dos ovos à medida que há o envelhecimento gradual das poedeiras (Roberts et al., 2013; Shafey et al., 2015; Lee et al., 2016). Os estudos também apontam que essas mudanças são evidentes tanto na qualidade interna (albúmen e gema) quanto na qualidade externa (casca) (Williams, 1992; Trindade et al., 2007; Jin et al., 2011). Os resultados obtidos neste estudo corroboraram com estes aspectos apontados pela literatura, uma vez que os ovos avaliados apresentaram albumens e gemas com pH mais ácido e menores alturas, além de cascas mais finas e em menor proporção, à medida que as poedeiras ficaram mais velhas, refletindo esta perda de qualidade mencionada.

De acordo com El Boushy e Raterink (1985) e Garcia et al. (2010), os ovos produzidos por poedeiras mais velhas (aquelas que possuem entre 10 e 12 meses de produção contínua após iniciar a postura) tendem a apresentar qualidade inferior aqueles produzidos pelas mais jovens devido ao desgaste natural que ocorre nos seus sistemas metabólicos com o avanço da idade, o que implica em uma redução gradual da capacidade de absorver e transportar nutrientes de forma eficiente e, conseqüentemente, menor disponibilidade de nutrientes durante o processo de formação dos ovos ou uma demora maior para conseguir atender as necessidades do sistema reprodutor durante este processo. Basicamente, há uma redução gradativa na velocidade de movimentação dos nutrientes no metabolismo das poedeiras de acordo com o aumento da sua idade, o que tende a resultar em ovos com cascas mais frágeis e menor concentração de nutrientes (Keshavarz; Nakajima, 1993; Garcia et al., 2015).

Ao analisar a influência da estacionalidade, foi observado que os ovos produzidos na estação chuvosa apresentaram melhor qualidade em todos os parâmetros avaliados. Esses resultados estão de acordo com os relatados por Oliveira et al. (2014) e Abdullahi et al. (2021), onde os autores apontaram que a estação chuvosa em regiões tropicais tende a proporcionar melhor sensação de conforto térmico e bem-estar para as poedeiras devido às temperaturas mais amenas em relação àquelas observadas na estação seca, principalmente em sistemas produtivos onde não há controle ambiental artificial nos galpões. Isso reduz o estresse calórico causado pelo ambiente fora da sua zona de conforto térmico e tende a melhorar seu desempenho e a qualidade dos ovos produzidos.

Quando as poedeiras são alojadas em ambientes quentes (temperaturas acima de 30 °C) e secos (umidade relativa do ar abaixo de 50%), como normalmente é observado em regiões de clima tropical durante a maior parte do ano, há uma tendência natural em ocorrer uma redução significativa no desempenho das aves devido a problemas relacionados ao acúmulo de calor e ao estresse térmico. Quando as aves encontram-se nestas condições ambientais, estas tendem a reduzir seu consumo de ração drasticamente, o que conseqüentemente reduz a quantidade de nutrientes disponíveis para a formação do ovo (Netto et al., 2018; Rufino et al., 2021). Neste sentido, a estação seca na região norte brasileira, onde encontra-se situada a região Amazônica e fora realizado este estudo, apresenta uma condição ambiental peculiar, pois além do calor elevado (temperaturas médias acima de 32 °C), também apresenta uma umidade bastante elevada (valores acima de 60%) para os padrões comumente observados em outras regiões do Brasil, o que acarreta bastante dificuldades para as poedeiras trocarem calor com o ambiente, aumentando sua temperatura interna e, conseqüentemente, ocasionado o estresse térmico e todos os problemas que esta condição traz consigo (Baêta; Souza, 2010; Guimarães et al., 2014; Rufino et al., 2021).

Diante disso, o manejo de poedeiras no ambiente Amazônico, tal qual em outras regiões de clima tropical, exige uma atenção especial ao controle do ambiente onde estas aves estão sendo manejadas, pois a manutenção do seu bem-estar é crucial para a obtenção de resultados positivos de desempenho e, conseqüentemente, na qualidade dos ovos. E se esse controle ambiental não for realizado nos galpões de forma artificial através do uso de sensores, ventiladores, exaustores e/ou aspersores dentre outros; este deve considerar medidas estratégicas através do manejo de densidades, manejo nutricional e adaptações estruturais nos galpões (altura do pé-direito, arborização no entorno etc) visando mitigar esses efeitos (Pereira et al., 2014; Rufino et al., 2021).

Da mesma forma, a literatura relata ainda que as condições de clima tropical favorecem o crescimento de microrganismos durante o armazenamento dos ovos, independentemente da duração desse armazenamento e, principalmente, quando esses são estocados em temperatura ambiente (Roberts et al., 2013; Pereira et al., 2014; Feddern et al., 2017). Os resultados obtidos neste estudo corroboram com esta afirmação, pois os ovos produzidos na estação seca apresentaram concentrações microbianas muito maiores

do que aqueles produzidos na estação chuvosa, o que indica que as temperaturas e umidade mais elevadas da estação seca proporcionaram um ambiente mais propício para que os microrganismos pudessem se desenvolver nos ovos armazenados, além de indicar uma necessidade de atenção ou elaboração de estratégias para mitigar essa maior velocidade de crescimento microbiano nos ovos que encontram-se armazenados em temperatura ambiente nessas condições.

Por fim, observando a influência dos períodos de armazenamento na qualidade dos ovos neste estudo, e considerando o fato de que o prazo de validade dos ovos comerciais é aceito como 28 dias na maioria dos países do mundo (Giampietro-Ganeco et al., 2012; Giampietro-Ganeco et al., 2015; Feddern et al., 2017), verificou-se que o armazenamento por até 28 dias também foi o limite para ovos produzidos e estocados em temperatura ambiente nas condições ambientais da Amazônia, principalmente devido à redução gradual observada na qualidade interna e externa dos ovos armazenados nos períodos acima de 28 dias. Lana et al. (2017) relataram que ovos armazenados em temperatura ambiente apresentam uma queda acentuada em sua qualidade proporcionalmente à medida que aumentou o período de armazenamento desses ovos. Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com essa observação, principalmente porque os ovos armazenados em temperatura ambiente por períodos acima de 28 dias apresentaram gema e albúmen mais ácidos e menores, além de gema com maior circunferência, perdas na cor da gema e aumento significativo na concentração de microrganismos.

A literatura relata que ovos armazenados por longos períodos em temperatura ambiente apresentam grandes alterações em sua qualidade, principalmente em seu conteúdo interno (Samli et al., 2005; Santos et al., 2009; Pereira et al. 2014; Feddern et al., 2017). Esse efeito ocorre devido aos movimentos naturais de dióxido de carbono e umidade que ocorrem entre o conteúdo interno dos ovos e o ambiente através dos poros da casca, proporcionando condições ideais para o crescimento de microrganismos (Figueiredo et al., 2011; Pissinati et al., 2014; Feddern et al., 2017).

Naturalmente, o ovo começa a perder água pelos poros da casca a partir do momento da postura (Belitz et al., 2009). A água do albúmen tende a atravessar a membrana da gema por osmose e fica retida na gema. Esse excesso de água na gema provoca aumento de seu volume, enfraquecendo a membrana vitelina, tornando a gema mais achatada e o albúmen mais fluido, causando uma perda gradativa de suas características estruturais e nutricionais e, conseqüentemente, de sua qualidade (Belitz et al., 2009; Oliveira; Oliveira, 2013; Pissinati et al., 2014; Feddern et al., 2017) como observado neste estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicaram que os ovos produzidos nas condições ambientais da Amazônia por poedeiras mais velhas foram mais pesados, mas com qualidade inferior aqueles produzidos por poedeiras mais jovens. Considerando a estacionalidade amazônica, os ovos produzidos na estação chuvosa apresentaram melhor qualidade e menor concentração de microrganismos do que aqueles produzidos na estação seca. Por fim, ovos armazenados em temperatura ambiente nestas condições por até 28 dias conseguiram manter um melhor nível de qualidade interna e externa. Acima disso, houve uma perda significativa de qualidade e, paralelamente, um grande crescimento na concentração de microrganismos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros (PPGCARP) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelo apoio no desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAHI, A.U.; ABUBAKAR, A.; CHAFE, U.M.; ALIYU, S.; BELLO, A. Influence of production seasons on egg quality characteristics of layers in semi-arid Sokoto, North-Western Nigeria. **Biotechnol. Bioeng.**, v. 5, p. 13-18, 2021. <https://doi.org/10.22259/2637-5362.0501002>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual, 2022**. São Paulo: ABPA, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual, 2023**. São Paulo: ABPA, 2023.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2ª ed. Viçosa: Editora da UFV, 2010.
- BELITZ, H.D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4ª ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- BETTS, R.A.; MALHI, Y.; ROBERTS, J.T. The future of the Amazon: New perspectives from climate, ecosystem and social sciences. **Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.**, v. 363, p. 1729-1735, 2008. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0011>
- BRASIL, R.J.M.; CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F.; OLIVEIRA FILHO, P.A.; FREITAS, B. K.M.; VIANA FILHO, G.B. Physical-chemical and sensorial quality of eggs coated with copaiba oil biofilm and stored at room temperature for different periods. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 21, p. 1-6, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0930>
- BRASIL. Portaria nº 01 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de 21 de fevereiro de 1990. Aprova as normas gerais para inspeção de ovos e seus derivados. Consultado em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/portaria11990ovos14.pdf>. Acessado em 14 jul. 2023.
- BRASIL. Resolução nº 05 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 5 de julho de 1991. Dispõe sobre padrões de identidade e qualidade para ovos inteiros. Consultado em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/suasa/arquivos/RES00000005.pdf>. Acessado em 14 jul. 2023.
- BRASIL. Resolução RDC nº 360 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Consultado em https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0360_23_12_2003.html. Acessado em 14 jul. 2023.
- BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Dispõe sobre normas para fiscalização industrial e sanitária de origem animal. Consultado em https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698. Acessado em 14 jul. 2023.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 30 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 26 de junho de 2018. Oficializa os métodos contidos no Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal. Consultado em https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/29896222/do1-2018-07-13-instrucao-normativa-n-30-de-26-de-junho-de-2018-29896212. Acessado em 14 jul. 2023.
- CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; PÁDUA, J.T.; DEUS, H.A.S.B. Influência da conservação e do período de armazenamento sobre a qualidade interna e da casca de ovos comerciais. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 5, p. 100, 2003.

- EDDIN, A.S.; IBRAHIM, S.A.; TAHERGORABI, R. Egg quality and safety with an overview of edible coating application for egg preservation. **Food Chem.**, v. 296, p. 29-39, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.182>
- EL BOUSHY, A.R.E.; RATERINK, R. Componentes do ovo. **Avicultura Industrial**, v. 3, p. 37-42, 1985.
- FEDDERN, V.; DE PRÁ, M.C.; MORES, R.; NICOLOSO, R.S.; COLDEBELLA, A.; ABREU, P.G. Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. **Ciênc. Agrotec.**, v. 41, p. 322-333, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-70542017413002317>
- FISCH, G.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A. The climate of Amazonia - a review. **Acta Amazon.**, v. 28, p. 101-126, 1998. <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>
- FIGUEIREDO, T.C.; CANÇADO, S.V.; VIEGAS, R.P.; RÊGO, I.O.P.; LARA, L.J.C.; SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Quality of commercial eggs submitted to different storage conditions. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 63, p. 712-720, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000300024>
- GARCIA, E.R.M.; ORLANDI, C.C.B.; OLIVEIRA, C.A.L.; CRUZ, F.K.; SANTOS, T.M.B.; OTUTUMI, L.K. Quality of eggs of lay hens stored at different temperature and storage conditions. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v. 11, p. 505-518, 2010.
- GARCIA, E.R.M.; ALVES, M.C.F.; CRUZ, F.K.; CONTI, A.C.M.; BATISTA, N.R.; BARBOSA FILHO, J.A. Qualidade interna de ovos: efeito do armazenamento, linhagem e idade da poedeira. **RBAS**, v. 5, p. 101-109, 2015.
- GIAMPIETRO-GANECO, A.; SCATOLINI-SILVA, A.M.; BORBA, H.; BOIAGO, M.M.; LIMA, T.M.A.; SOUZA, P.A. Comparative study of quality characteristics of egg stored in domestic refrigerators. **Ars Vet.**, v. 28, p. 100-104, 2012. <http://dx.doi.org/10.15361/2175-0106.2012v28n2p100-104>
- GIAMPIETRO-GANECO, A.; BORBA, H.; SCATOLINI-SILVA, A.M.; BOIAGO, M.M.; SOUZA, P.A.; MELLO, J.L.M. Quality assessment of eggs packed under modified atmosphere. **Ciênc. Agrotec.**, v. 39, p. 82-88, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542015000100010>
- GUIMARÃES, M.C.C.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; TOTA, L.C.A.; SILVA, C.M.; LOPES, K.B. Effect of season on production performance of quail in the semiarid region of Paraíba state, Brazil. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.**, v. 18, p. 231-237, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200015>
- JONES, D.R.; CURTIS, P.A.; ANDERSON, K.E.; JONES, F.T. Microbial contamination in inoculated shell eggs. II. Effects of layer strain and egg storage. **Poult. Sci.**, v. 83, p. 95-100, 2004. <https://doi.org/10.1093/ps/83.1.95>
- JIN, Y.H.; LEE, K.T.; LEE, W.I.; HAN, Y.K. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. **AJAS**, v. 24, p. 279-284, 2011. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.10210>
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poult. Sci.**, v. 72, p. 144-153, 1993. <https://doi.org/10.3382/ps.0720144>
- KUSUM, M.; VERMA, R.C.; RENU, M.; JAIN, H.K.; DEEPAK, S. A review: Chemical composition and utilization of egg. **Int. J. Chem. Stud.**, v. 6, p. 3186-3189, 2018.
- LANA, S.R.V.; LANA, G.R.Q.; SALVADOR, E.L.; LANA, A.M.Q.; CUNHA, F.S.A.; MARINHO, A.L. Quality of eggs from commercial laying hens stored in different periods of temperature and storage. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v. 18, p. 140-151, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402017000100013>

- LEE, M.H.; CHO, E.J.; CHOI, E.S.; SOHN, S.H. The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs. **Korean J. Poult. Sci.**, v. 43, p. 253-261, 2016. <https://doi.org/10.5536/kjps.2016.43.1.31>
- MELO, R.D.; CRUZ, F.G.G.; FEIJÓ, J.C.; RUFINO, J.P.F.; MELO, L.D.; DAMASCENO, J.L. Black pepper (*Piper nigrum*) in diets for laying hens on performance, egg quality and blood biochemical parameters. **Acta Sci. - Anim. Sci.**, v. 38, p. 405-410, 2016. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i4.31498>
- MELO, R.D.; CRUZ, F.G.G.; MELO, L.D.; FEIJÓ, J.C.; RUFINO, J.P.F.; BRASIL, R.J.M.; OLIVEIRA FILHO, P.A.; SILVA, F.M.F. Requirement of sodium to molted laying hens. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 22, p. 1-8, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1102>
- NETTO, D.A.; LIMA, H.J.D.; ALVES, J.R.; MORAIS, B.C.; ROSA, M.S.; BITTENCOURT, T.M. Production of laying hens in different rearing systems under hot weather. **Acta Sci. - Anim. Sci.**, v. 40, e37677, 2018. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.37677>
- OLIVEIRA, B.L.; OLIVEIRA, D.D. **Qualidade e Tecnologia de Ovos**. 1ª ed. Lavras: Editora da UFLA, 2013.
- OLIVEIRA, D.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; CAMERINI, N.L.; SILVA, R.C.; FURTADO, D.A.; ARAÚJO, T.G.P. Performance and quality of egg laying hens raised in furnished cages and controlled environment. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.**, v. 18, p. 1186-1191, 2014. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n11p1186-1191>
- OLIVEIRA FILHO, P.A.; CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F.; SILVA, E.M.; VIANA FILHO, G.B.; SILVA, F.M.F. Requirement of digestible methionine + cystine to molted laying hens. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 21, p. 1-8, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1076>
- PEREIRA, A.S.; SANTOS, T.T.; COELHO, A.F.S. Quality of eggs sold in different commercial establishments and the study of the conditions of storage. **Food Sci. Technol. (Campinas)**, v. 34, p. 82-87, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612014000100012>
- PIRES, M.F.; PIRES, S.F.; ANDRADE, C.L.; CARVALHO, D.P.; BARBOSA, A.F.C.; MARQUES, M.R. Factors affecting the quality of eggs laying hens commercial. **Nutritime**, v. 12, p. 4379-4385, 2015.
- PISSINATI, A.; OBA, A.; YAMASHITA, F.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; ROMAN, J.M.M. Internal quality of eggs subjected to different types of coating and stored for 35 days at 25°C. **Semin. Ciênc. Agrár.**, v. 35, p. 531-540, 2014. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p531>
- RÊGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; CALDEIRA, L.G.M.; ESSER, L.R. Influence of storage period on refrigerated pasteurized whole egg quality. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 64, p. 735-742, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000300027>
- RICHARDS, N.S.P.S. Segurança Alimentar - Como prevenir contaminações na indústria. **Food Ingredients**, v. 18, p. 16-30, 2003.
- ROBERTS, J.R.; CHOUSALKAR, K.; SAMIULLAH. Egg quality and age of laying hens: implications for product safety. **Anim. Prod. Sci.**, v. 53, p. 1291-1297, 2013. <http://dx.doi.org/10.1071/AN12345>
- RODRIGUES, K.R.M.; SALA, E. Atitudes de granjeiros, atacadistas, varejistas e consumidores em relação à qualidade sanitária do ovo de galinha in natura. **Rev. de Nutr.**, v. 14, p. 185-193, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732001000300004>

- RUFINO, J.P.F.; MARTORANO, L.G.; CRUZ, F.G.G.; BRASIL, R.J.M.; MELO, R.D.; FEIJÓ, J.C.; MELO, L.D. Thermal response of three strains of hens housed in a cage-free aviary at the Amazon rainforest. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 23, p. 1-6, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1420>
- SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **Poult. Sci.**, v. 14, p. 548-553, 2005. <https://doi.org/10.1093/japr/14.3.548>
- SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; LÔBO, R.N.B.; FREITAS, E.R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A.B.E. Effect of temperature and storage of eggs. **Food Sci. Technol. (Campinas)**, v. 29, p. 513-517, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000300009>
- SHAFEY, T.M.I.; HUSSEIN, E.S.I.; MAHMOUD, A.H.I.I.; ABOUHEIF, M.A.I.; AL-BATSHAN, H.A. Managing collinearity in modeling the effect of age in the prediction of egg components of laying hens using stepwise and ridge regression analysis. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 17, p. 473-482, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-635x1704473-482>
- SOUZA, P.M.; MUELLER, A.; FERNANDEZ, A.; STAHL, M. Microbiological efficacy in liquid egg products of a UV-C treatment in a coiled reactor. **IFSET**, v. 21, p. 90-98, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.10.017>
- STRINGHINI, M.L.F.; ANDRADE, M.A.; MESQUITA, A.J.; ROCHA, T.R.; REZENDE, P.M.; LEANDRO, N.S.M. Bacteriological characteristics of washed and unwashed laying hen's eggs. **Ciênc. Anim. Bras.**, v. 10, p. 1317-1327, 2009. <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v10i4.4209>
- TRINDADE, J.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; FURTADO, D.A. Quality of eggs of laying hens reared in poultry houses in the semi-arid Paraíba. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.**, v. 11, p. 652-657, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000600015>
- WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **Worlds Poult. Sci. J.**, v. 48, p. 5-16, 1992. <https://doi.org/10.1079/WPS19920002>