



# Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 21, Nº 04, jul/ago de 2024

ISSN: 1983-9006

[www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade físico-química de ovos de galinhas poedeiras submetidos ao tratamento superficial com fécula de batata na casca e armazenados com e sem refrigeração por até 28 dias. Foram utilizados 960 ovos e estes foram distribuídos da seguinte forma: 480 armazenados em temperatura ambiente e 480 sob refrigeração. A disposição dos ovos seguiu um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5 x 4, composto por duas temperaturas de armazenamento (ambiente e sob refrigeração), cinco tratamentos superficiais (0%, 3%, 5%, 7% e 9% de tratamento superficial com fécula de batata) e quatro períodos de armazenamento (7, 14, 21 e 28 dias). Cada tratamento consistiu em seis repetições, cada uma composta por quatro ovos. Ao término de cada período de armazenamento, foram realizadas as seguintes avaliações: perda de peso, peso específico dos ovos ( $\text{g/cm}^3$ ), unidades *Haugh*, porcentagem da gema e do albúmen, pH do albúmen e índice de gema. As médias da temperatura e da

## Uso de biofilme de fécula de batata na casca de ovos de galinha armazenados com e sem refrigeração

Casca, qualidade, ovos, temperatura.

Karine da Silva Abreu<sup>1\*</sup>

Michele de Oliveira Mendonça<sup>2</sup>

Cristina Henriques Nogueira<sup>3</sup>

Jaqueline de Oliveira Castro<sup>4</sup>

Priscila Cotta Palhares<sup>5</sup>

Zootecnista, Mestranda Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba, Rio Pomba-MG. E-mail: [karineabreu03@gmail.com](mailto:karineabreu03@gmail.com)

<sup>2</sup>Zootecnista, Pós-doutorado, Professora Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba, Rio Pomba-MG.

<sup>3</sup>Licenciada em Matemática, Doutora, Professora Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba, Rio Pomba-MG.

<sup>4</sup>Zootecnista, Doutora Professora Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba, Rio Pomba-MG.

<sup>5</sup>Medica Veterinária, Professora Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba, Rio Pomba-MG.

## USE OF POTATO STARCH BIOFILM ON CHICKEN EGG SHELLS STORED WITH AND WITHOUT REFRIGERATION

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the physicochemical quality of laying hen eggs subjected to surface treatment with potato starch on the shell and stored with and without refrigeration for up to 28 days. 960 eggs were used and these were distributed as follows: 480 stored at room temperature and 480 under refrigeration. The arrangement of eggs followed a completely randomized experimental design in a 2 x 5 x 4 factorial scheme, consisting of two storage temperatures (ambient and under refrigeration), five surface treatments (0%, 3%, 5%, 7% and 9% surface treatment with potato starch) and four storage periods (7, 14, 21 and 28 days). Each treatment consisted of six replications, each consisting of four eggs. At the end of each storage period, the following evaluations were carried out: weight loss, egg specific weight ( $\text{g/cm}^3$ ), *Haugh* units, percentage of yolk and albumen, albumen pH and

umidade relativa do ar, registradas durante o experimento, para os ovos sem refrigeração foram de  $26,7 \pm 29,2^{\circ}\text{C}$  e  $39,3 \pm 51,5\%$ , respectivamente, enquanto para os ovos com refrigeração foram:  $2,4 \pm 8,5^{\circ}\text{C}$  e  $36,2 \pm 57\%$ , respectivamente. As análises conduzidas ao longo de 28 dias, em ambientes com e sem refrigeração, revelaram descobertas significativas ( $p < 0,001$ ). O tratamento 0 influenciou positivamente o pH do albúmen, enquanto o tratamento 7 minimizou a perda de peso em ambos os ambientes. O tratamento 5 impactou negativamente a gema, contrastando com melhorias observadas no tratamento 7, especialmente na ausência de refrigeração. Variações ao longo do tempo indicaram alterações na consistência da clara, revelando sensibilidade ao envelhecimento. A consistência nos resultados, especialmente no tratamento 7, sugere eficácia na preservação da qualidade dos ovos em ambientes com e sem refrigeração, contribuindo para práticas aprimoradas na indústria avícola. Diante do exposto, o tratamento com 7% de fécula de batata demonstra consistência e potencial promissor na melhoria da qualidade dos ovos, sendo uma opção viável em ambos os cenários de armazenamento, com implicações valiosas para a indústria avícola.

**Palavras-chave:** casca, qualidade, ovos, temperatura.

yolk index. The average temperature and relative humidity, recorded during the experiment, for eggs without refrigeration were  $26.7 \pm 29.2^{\circ}\text{C}$  and  $39.3 \pm 51.5\%$ , respectively, while for eggs with refrigeration they were:  $2.4 \pm 8.5^{\circ}\text{C}$  and  $36.2 \pm 57\%$ , respectively. Analyzes conducted over 28 days, in environments with and without refrigeration, revealed significant findings ( $p < 0.001$ ). Treatment 0 positively influenced albumen pH, while treatment 7 minimized weight loss in both environments. Treatment 5 had a negative impact on the yolk, contrasting with improvements observed in treatment 7, especially in the absence of refrigeration. Variations over time indicated changes in the consistency of the egg white, revealing sensitivity to aging. The consistency in results, especially in treatment 7, suggests effectiveness in preserving egg quality in environments with and without refrigeration, contributing to improved practices in the poultry industry. In view of the above, treatment with 7% potato starch demonstrates consistency and promising potential in improving egg quality, being a viable option in both storage scenarios, with valuable implications for the poultry industry.

**Keyword:** shell, quality eggs, shell, temperature.

## INTRODUÇÃO

O ovo, reconhecido como uma fonte rica de nutrientes essenciais, proteínas, vitaminas e minerais, é um alimento suscetível a perecibilidade. A degradação da sua qualidade interna está diretamente associada ao aumento da temperatura, ocasionando a perda de água e dióxido de carbono através dos poros da casca durante o período de armazenamento (SANTOS *et al.*, 2016).

Nesta perspectiva, devido a sua natureza como produto de origem animal, o ovo encontra-se intrinsecamente propenso à perecibilidade, sendo que o processo de deterioração tem início imediatamente após a postura, especialmente na falta de métodos apropriados de armazenamento. Adicionalmente, os ovos apresentam uma elevada susceptibilidade a degradação da qualidade interna e ao crescimento de bactérias durante o período de armazenamento (PARK *et al.*, 2016).

Por isso, requer um controle rigoroso de temperatura e condições de armazenamento nos locais destinados à sua comercialização. Embora não seja mandatório o uso de refrigeração nos estabelecimentos comerciais, é recomendável que os ovos sejam armazenados e transportados em ambientes que minimizem variações de temperatura (NATIVIDADE *et al.*, 2022). Posto isto, é válido afirmar que, caso os ovos transitem diretamente da granja para ambientes refrigerados, a perda de qualidade poderia ser estabilizada por um período mais longo. Contudo, o processo de comercialização, em todas as etapas, geralmente não envolve ambientes refrigerados, podendo transcorrer semanas desde a postura até o preparo do alimento, durante as quais os ovos permanecem em ambientes não refrigerados.

Nesse contexto, estão sendo exploradas técnicas alternativas para preservar a qualidade dos ovos fora de ambientes refrigerados, e os estudos destacam-se no uso de biofilmes ou filmes comestíveis. Esses materiais têm se evidenciado devido ao seu custo relativo baixo, facilidade de obtenção e natureza biodegradável. O revestimento de ovos com biofilmes degradáveis, implica de uma película protetora, que desempenha a função de um

envoltório hermético. Essa abordagem, semelhante a outras técnicas já empregadas na conservação de alimentos, isola os ovos da contaminação ambiental, prevenindo sua deterioração (BRASIL *et al.*, 2019).

Diversos estudos (BOBBIO e BOBBIO, (1995); CANER; YÜCEER, (2015); PISSINATI *et al.* (2014); HENRIQUE *et al.* (2016); HAGEMANN *et al.* (2021), apontam a viabilidade do uso de vegetais e seus resíduos na produção de biofilmes, destacando a capacidade desses materiais em atuar como plastificantes naturais para ovos. O destaque esse contexto recai sobre a fécula de batata, que apresenta características propícias para a fabricação de biofilmes como agente plastificante de ovos. Essa aplicação potencialmente contribui para conter a perda de qualidade interna dos ovos e prolongar o tempo de prateleira do alimento.

## OBJETIVO

Objetivou-se avaliar a qualidade físico-química de ovos de galinhas poedeiras submetidos a tratamento superficial na casca com fécula de batata, armazenados em diferentes ambientes por um período de até 28 dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises Especiais do Departamento Acadêmico de Zootecnia do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Rio Pomba.

Foram coletados 960 ovos, sendo 480 armazenados em temperatura ambiente e 480 sob. Os ovos foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5 x 4, composto por duas temperaturas de armazenamento (ambiente e sob refrigeração), cinco tratamentos superficiais (0%, 3%, 5%, 7% e 9% de tratamento superficial com fécula de batata) avaliados durante quatro períodos de armazenamento (7, 14, 21 e 28 dias). Cada tratamento era composto por seis repetições com quatro ovos cada.

Foi utilizada a fécula de batata comercial Yoki®, sendo o revestimento dissolvidos em água destilada e aquecidas à 70°C temperatura necessária para a

gelatinização da fécula (OLIVEIRA *et al.*, 2015). A homogeneização foi realizada de forma manual e constante com bastão de vidro. Após as soluções esfriarem (5 a 10 minutos), os ovos foram imersos rapidamente nas soluções de fécula de batata de acordo com cada tratamento. As soluções utilizadas foram:

- 3% (97% de água: 3% de fécula de batata);
- 5% (95% de água: 5% de fécula de batata);
- 7% (93% de água: 7% de fécula de batata);
- 9% (91% de água: 9% de fécula de batata).

Os ovos, após receberem seus respectivos tratamentos superficiais, foram mantidos durante 30 minutos em uma peneira para escorrer o excesso do produto, em seguida acondicionados em bandejas de polpa de celulose identificadas. Em seguida, alguns ovos foram estocados sob refrigeração (Incubadora B.O.D programada para 4°C) e outros foram estocados em temperatura ambiente, conforme os tratamentos supracitados. Os ovos estocados sob temperatura ambiente, ficaram sob uma bancada de granito em lugar não climatizado.

As temperaturas máximas e mínimas, assim como a umidade relativa do ar, foram registradas diariamente às 12h:30min tanto dentro da incubadora B.O.D, quanto do lado de fora onde ficaram os ovos sem refrigeração.

Ao final de cada período de armazenamento foram avaliados: peso específico dos ovos ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ); unidades *Haugh*; porcentagem e pH do albúmen; porcentagem, pH e índice de gema, segundo a metodologia descrita por Oliveira & Oliveira, 2013.

O peso específico dos ovos foi determinado através da imersão destes em soluções salinas com densidade variando de 1,055 a 1,090  $\text{g}/\text{cm}^3$ , com intervalos de 0,005  $\text{g}/\text{cm}^3$ , devidamente calibradas por meio de um densímetro, até permanecerem na superfície da solução quando foi registrado o valor da respectiva solução com a densidade conhecida.

Imediatamente após a imersão nas soluções salinas, os ovos foram quebrados sob superfície plana e dispostos em placas de Petri onde foi feita a medição da altura, em milímetros (mm), do albúmen denso com auxílio de um paquímetro digital (100.179J

Digimess®) para posterior cálculo das unidades *Haugh* ( $UH = 100 * \log (h + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$ ; onde  $UH =$  Unidades *Haugh*;  $h =$  altura do albúmen (mm) e  $W =$  peso do ovo (g)).

Em seguida, foi mensurada a altura e a largura da gema, utilizando um paquímetro digital (100.179J Digimess®). O Índice Gema (IG) foi obtido através da relação entre a altura e a largura da gema.

Foi realizada a separação da gema e do albúmen, para obtenção do peso da gema e em seguida a medição do pH.

O peso do albúmen foi obtido entre a diferença do peso do ovo, o peso da gema e o peso da casca, sendo este obtido após a lavagem das cascas e secagem em estufa de circulação forçada de ar à 60°C durante 24 horas. A porcentagem de albúmen e de gema foi obtida dividindo-se os pesos dos respectivos componentes pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

As quatro gemas e os quatro albúmens, correspondentes a cada repetição, foram agrupados em um copo descartável (200 mL), sendo realizada a análise do pH de cada componente por meio do peagômetro (PHTEK PHS-3B®).

Foi realizada análise de variância usando um modelo incluindo os efeitos de temperatura de armazenamento, tempo de estocagem, do tratamento superficial da casca e das interações entre esses fatores ( $p < 0,05$ ). A suposição de normalidade dos erros foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk. Em caso de interações significativas, foi realizado o desdobramento do efeito do tempo de estocagem, em cada tratamento superficial da casca, para cada temperatura de armazenamento, por meio de modelos de regressão linear simples e quadrática e/ou não lineares, conforme melhor ajuste obtido para cada parâmetro. Não ocorrendo interação significativa, como tanto o tempo de estocagem quanto os tratamentos superficiais são variáveis contínuas, foram ajustados os modelos de regressão para cada efeito de forma independente, obtendo-se as curvas que melhor descrevem o comportamento dos dados. Já o efeito da temperatura de armazenamento, como se trata de dois níveis, foi avaliado pelo teste F da análise de vari-

ância. Para as variáveis que apresentaram diferença significativa na ANOVA realizado o Teste Scott-Knott de comparações múltiplas de médias ( $p < 0,05$ ). Os dados foram avaliados com o auxílio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2021).

## RESULTADOS

### Monitoramento das condições ambientais durante o armazenamento de ovos: comparação entre refrigeração e armazenamento convencional (sem refrigeração)

As médias das condições ambientais, representadas pelas variáveis temperatura e umidade relativa do ar, acompanhadas pelos respectivos desvios padrão, foram registradas durante o período experimental. Para os ovos armazenados sem refrigeração, as médias foram de  $26,7 \pm 29,2^\circ\text{C}$  e  $39,3 \pm 51,5\%$ , enquanto para os ovos com refrigeração foram de  $2,4 \pm 8,5^\circ\text{C}$  e  $36,2 \pm 57\%$ , respectivamente.

### Qualidade físico-química de ovos tratados superficialmente com fécula de batata armazenados sem refrigeração

A tabela 1 apresenta os resultados da análise dos parâmetros de qualidade físico-químicas dos ovos submetidos ao tratamento superficial da casca utilizando fécula de batata (0%, 3%, 5%, 7% e 9%) e armazenados sem refrigeração. Foi observada uma diferença significativa nos valores de pH do albúmen entre todos os tratamentos ( $p < 0,001$ ), destacando-se o tratamento 0 como significativamente superior em comparação com os tratamentos 3, 5, 7 e 9. Esta diferença sugere que o tratamento 0 teve um impacto específico nos níveis de acidez do albúmen dos ovos, resultando em valores mais elevados em relação aos demais tratamentos. A superioridade do tratamento 0 destaca a importância da seleção cuidadosa de métodos de tratamento da casca, sugerindo a possibilidade de otimização das propriedades físico-químicas dos ovos na indústria.

Não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para o pH da gema, porcentagem da gema e porcentagem do albúmen. No entanto, a análise para perda de peso revelou diferenças estatisticamente significativas entre todos os tratamentos ( $p < 0,001$ ), com o tratamento 7 apresentando uma perda de peso signi-

ficativamente inferior em comparação com os tratamentos 0, 3 e 5.

**TABELA 1.** Parâmetros de qualidade físico-química de ovos submetidos a tratamento superficial da casca dos ovos com fécula de batata (Trat.), ao longo de 28 dias (Tempo), estocados sem refrigeração

Tratamento	pH Albúmen	pH Gema	% Gema	% Albúmen	Perda de Peso	Índice de Gema	Unidades Haugh
0	8,85 a	6,14	28,38	61,55	4,48 a	0,253 c	74,09
3	8,79 a	6,02	29,57	61,06	4,04 b	0,276 b	73,12
5	8,80 a	5,98	29,22	61,49	4,33 a	0,275 b	72,12
7	8,60 b	6,00	29,58	61,18	3,61 c	0,316 a	76,53
9	8,59 b	5,94	28,87	61,90	3,63 c	0,311 a	74,44
<b>Tempo</b>							
7	8,71	5,86	28,08 c	62,94 a	1,75 d	0,379 a	78,36
14	8,70	5,91	29,08 b	61,60 b	3,05 c	0,306 b	75,80
21	8,75	6,32	30,00 a	60,77 c	4,90 b	0,264 c	72,78
28	8,72	5,96	30,14 a	60,40 c	6,45 a	0,196 d	69,39
<b>Valor p</b>							
Tratamento	<0,001	0,082	0,494	0,444	<0,001	<0,001	0,013
Tempo	0,624	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Trat*Tempo	0,615	<0,001	0,546	0,499	0,974	0,173	0,041
<b>Coefficiente de Variação (%)</b>							
	1,54	4,04	5,20	2,67	7,33	8,50	5,94

a-d Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se estatisticamente pelo Teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Esses resultados sugerem que o tratamento 7 possui a capacidade de minimizar a perda de peso nos ovos, indicando sua potencial eficácia na otimização das características físico-químicas durante o armazenamento (Tabela 1). Aliás, este achado destaca a promissora contribuição do tratamento 7 para a preservação da qualidade dos ovos durante o período de armazenamento.

O índice de gema também apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,001$ ), destacando-se o tratamento 7 com um índice de gema significativamente superior em comparação com os tratamentos 0, 3 e 5. Além disso, as unidades *Haugh* diferiram significativamente entre os tratamentos ( $p = 0,013$ ), evidenciando que o tratamento 7 apresentou um índice de gema significativamente maior do que os tratamentos 0, 3 e 5. Estes resultados indicam que o tratamento 7 in-

fluenciou positivamente a qualidade da clara dos ovos, resultando em claras mais firmes e frescas. A expressiva melhoria no índice de gema e nas unidades *Haugh* sugere um efeito benéfico do tratamento 7 na estrutura e qualidade da clara, indicando sua potencial aplicação para aprimorar as características sensoriais e nutricionais dos ovos (Tabela 1).

Ao analisar o efeito do tempo, observaram-se diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,001$ ), entre os diferentes períodos (7, 14, 21, 28 dias) para diversos parâmetros avaliados. No entanto, no que se refere ao pH do albúmen, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes intervalos de tempo ( $p = 0,624$ ). Entretanto, o índice de gema demonstrou variações significativas, com um aumento significativo no tempo 21 dias em comparação com os períodos de 7, 14 e 28 dias, indicando alterações nas características físico-químicas dos ovos ao longo do tempo (Tabela 1).

Destaca-se que as unidades *Haugh*, que refletem a qualidade interna do ovo ou da clara, revelaram variações significativas entre os tempos, com o tempo 7 exibindo valores consideravelmente mais altos em comparação aos tempos 14, 21 e 28 dias. Vale ressaltar que as unidades *Haugh* representam uma medida da quantidade de proteínas do ovo, levando em consideração a altura do albúmen e o peso. Dessa forma, quanto maior as unidades *Haugh*, melhor será a qualidade do ovo. O declínio nessas unidades *Haugh* sugere uma possível alteração na consistência da clara durante o armazenamento, indicando que o envelhecimento dos ovos pode influenciar essa variação (Tabela 1).

Quanto a perda de peso, foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tempos de armazenamento, destacando-se o tempo 7 ao apresentar uma perda de peso significativamente maior em comparação aos tempos 14, 21 e 28 dias. Esses resultados sugerem uma maior retenção de umidade nos ovos durante o período inicial de armazenamento, indicando possíveis variações na composição ao longo do tempo. No que diz respeito a porcentagem do albúmen, ambas as variáveis apresentaram variações

estatisticamente significativas entre os diferentes períodos. Porém, nos tempos 21 e 28 dias, os valores foram inferiores em relação aos tempos 7 e 14 dias, indicando que o tratamento temporal influenciou as propriedades físico-químicas do albúmen (Tabela 1). Essas variações sugerem alterações na composição e na estrutura do albúmen durante o armazenamento, evidenciando a importância do tempo como um fator determinante na característica dos ovos.

Na interação significativa entre tratamento e tempo (Trat\*Tempo), evidencia-se que os efeitos dos tratamentos podem apresentar variações ao longo do tempo para as variáveis analisadas. Nesse contexto, foi observada uma interação significativa para pH de gema ( $p < 0,001$ ) e unidades *Haugh* ( $p = 0,041$ ). Tal observação sugere que os efeitos dos tratamentos nessas duas variáveis demonstram variações significativas ao longo do tempo. Importante ressaltar que maiores valores destas unidades estão associados a uma qualidade superior do ovo. Por outro lado, para as demais variáveis, a interação não alcança significância estatística, indicando que os efeitos dos tratamentos nessas métricas não apresentam variações expressivas ao longo do tempo (Tabela 1).

Neste estudo, observamos uma notável consistência nos resultados, com a perda de peso (7,33%) e o índice de gema (8,50%) apresentando coeficientes de variação mais elevados nas propriedades físico-químicas dos ovos, o que é de suma importância para a produção avícola. As análises indicam que as unidades *Haugh*, perda de peso e índice de gema são parâmetros sensíveis ao tempo de armazenamento sem refrigeração, podendo ser influenciados pelo envelhecimento dos ovos (Tabela 1).

Posto isto, em comparação com outros tratamentos, o tratamento 7 demonstrou melhorias consideráveis em aspectos como a perda de peso, sugerindo possivelmente uma menor perda, além de indicar melhorias na qualidade da gema (refletida pelo índice de gema) e na qualidade interna dos ovos, como a qualidade da clara e/ou albúmen (avaliada pelas unidades *Haugh*). Isso sugere que o tratamento 7 pode ser mais eficaz em preservar a qua-

lidade e frescor dos ovos em ambiente sem refrigeração, em comparação aos outros tratamentos e condições testados neste estudo.

### Variações nos níveis de pH da gema e unidades *Haugh* ao longo do tempo em resposta ao tratamento com fécula de batata

A tabela 2 apresenta o desdobramento da interação entre o tempo de estocagem e a temperatura de armazenamento de ovos de galinha submetidos ao tratamento superficial da casca com fécula de batata, sem refrigeração, com foco nos parâmetros de pH da gema e unidades *Haugh*. Observa-se uma variação nas médias de pH da gema ao longo dos diferentes períodos de tempo (7, 14, 21 e 28 dias) e com diferentes níveis de tratamentos analisados (0%, 3%, 5% 7% e 9%). Destaca-se que aos 21 dias, a concentração de fécula de batata demonstrou influência significativa, resultando em diferentes valores de pH. Esses padrões destacam variações significativas associadas tanto ao tempo de estocagem quanto a presença da fécula de batata, sugerindo que ambos desempenham papéis relevantes as alterações observadas no pH da gema.

Ao analisar as unidades *Haugh*, observam-se variações consideráveis em diferentes combinações de tempo de estocagem e tratamentos. Especificamente, para o período de 14 dias, as concentrações específicas de fécula de batata influenciaram significativamente as unidades *Haugh*. Essas variações sugerem que a interação entre o tempo de estocagem e a concentração da fécula na casca podem impactar a qualidade das unidades *Haugh* ao longo do tempo (Tabela 2).

Os resultados sugerem que o tempo de estocagem e a concentração de fécula de batata exercem influências marcantes nas propriedades físico-químicas dos ovos, principalmente na qualidade da clara. Tanto o tempo de estocagem quanto o tratamento superficial da casca com fécula de batata sem refrigeração exercem efeitos significativos no pH da gema e nas unidades *Haugh* dos ovos de galinha. A compreensão estatística é de suma importância para interpretar as influências desses fatores na qualidade dos ovos, destacando a complexidade das interações entre os parâmetros in-

vestigados.

**TABELA 2.** Desdobramento da interação do tempo de estocagem em função da temperatura de armazenamento de ovos de galinha submetidos ao tratamento superficial da casca com fécula de batata sem refrigeração

Tempo de Estocagem	pH da Gema				
	Tratamento com Fécula de Batata (%)				
	0	3	5	7	9
7	5,82 Ab	5,84 Aa	5,99 Aa	5,82 Ab	5,83 Aa
14	5,81 Ab	5,95 Aa	5,85 Aa	6,01 Ab	5,94 Aa
21	7,06 Aa	6,17 Ba	6,10 Ba	6,27 Ba	6,09 Ba
28	5,94 Ab	6,09 Aa	6,00 Aa	5,88 Ab	5,89 Aa
Unidades <i>Haugh</i>					
7	73,73 Ab	79,01 Aa	78,24 Aa	79,67 Aa	81,15 Aa
14	78,29 Aa	74,72 Ba	71,94 Bb	79,13 Aa	74,74 Bb
21	71,08 Ab	71,00 Ab	71,47 Ab	77,10 Aa	73,25 Ab
28	73,25 Ab	68,01 Ab	66,86 Ab	70,21 Ab	68,61 Ac

a-d Médias seguidas de letras distintas, MAIÚSCULAS na linha e minúsculas na coluna, diferem-se estatisticamente pelo Teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelos autores.

### Impacto da fécula de batata no armazenamento de ovos de galinha sem refrigeração – ajustes de regressão linear

Os ajustes de regressão linear demonstraram relações estatisticamente significativas entre o tempo de armazenamento e diferentes parâmetros de qualidade dos ovos submetidos ao tratamento superficial da casca com fécula de batata em diferentes níveis de concentrações (0%, 3%, 5% 7% e 9%). As equações de regressão, apresentados na Tabela 3, proporcionam uma descrição detalhada dessas relações.

Na análise da porcentagem da gema, observou-se uma relação linear significativa com o tempo de armazenamento, representada pela equação  $\hat{y} = 0,1025x + 27,5349$ . O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,9299 indica que aproximadamente 92,99% da variabilidade na porcentagem da gema pode ser explicada por esta equação, indicando uma associação consistente com o tempo de armazenamento. A alta capacidade preditiva do modelo linear sugere que alterações no tempo de estocagem têm um impacto direto e previsível na com-

posição percentual da gema ao longo do experimento. Essa consistência na associação entre o tempo de armazenamento e a porcentagem de gema destaca a utilidade do modelo como uma ferramenta eficaz para explicar e antecipar as alterações na porcentagem da gema em resposta ao prolongamento do período de armazenamento.

Quanto a porcentagem do albúmen, a equação de regressão  $\hat{y} = -0,1216x + 63,5590$ , com um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,9417, indica que aproximadamente 94,17% da variabilidade na porcentagem do albúmen pode ser explicada nessa equação. Esses resultados confirmam a relação inversa entre as porcentagens de gema e albúmen, destacando uma associação altamente consistente com o tempo de armazenamento. O aumento na porcentagem da gema está inversamente relacionado à diminuição na porcentagem do albúmen, como indicado pelo coeficiente negativo na equação de regressão. Este resultado reforça a precisão e confiabilidade do proposto na representação da relação entre o tempo de armazenamento e as mudanças proporcionais nas porcentagens de gema e albúmen ao longo do experimento. Na análise da perda de peso, a da equação de regressão  $\hat{y} = 0,0588x + 0,9197$ , com o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,9946, destaca que aproximadamente 99,46% da variabilidade na perda de peso, pode ser explicada por essa equação. Isso indica uma influência significativa durante o armazenamento. A correlação positiva entre a de fécula de batata e a perda de peso sugere que ajustes na formulação podem impactar significativamente essa propriedade dos ovos durante o armazenamento, possibilitando a otimização do processo.

A equação de regressão para o índice de gema  $\hat{y} = -0,0085x + 0,4344$  apresenta um coeficiente de determinação ( $R^2$ ), de 0,9898, indicando que aproximadamente 98,98% da variação no índice de gema pode ser explicada por esta equação linear. Esse resultado contribui para uma compreensão mais aprofundada das mudanças no índice de gema em resposta às condições de armazenamento.

Os elevados coeficientes de determinação ( $R^2$ ), para cada equação de regressão destacam a consistência

e eficácia dos modelos propostos em explicar a variabilidade nas porcentagens de gema e albúmen, perda de peso e índice de gema ao longo do período de análise. Esses resultados reforçam a relevância dos modelos para prever e compreender as alterações nas características dos ovos, oferecendo uma base sólida para futuras otimizações e melhorias no processo de armazenamento. A correlação positiva entre a quantidade de fécula de batata e a perda de peso sugere implicações significativas na otimização desse processo na indústria avícola, contribuindo para o avanço do conhecimento e a implementação de práticas mais eficientes na produção e armazenamento de ovos.

**TABELA 3.** Ajustes de regressão linear com relação ao tempo no armazenamento de ovos de galinha submetidos ao tratamento superficial da casca com fécula de batata sem refrigeração

Parâmetro	Equação	$R^2$
% de Gema	$\hat{y} = 0,1025x + 27,5349$	0,9299
% de Albúmen	$\hat{y} = -0,1216x + 63,5590$	0,9417
Perda de Peso	$\hat{y} = 0,0588x + 0,9197$	0,9946
Índice de Gema	$\hat{y} = -0,0085x + 0,4344$	0,9898

Fonte: Elaborada pelos autores.

### Qualidade físico-química de ovos tratados superficialmente com fécula de batata armazenados com refrigeração

Os resultados da análise dos parâmetros de qualidade físico-químicas dos ovos submetidos a diferentes níveis de tratamento superficial da casca com fécula de batata aos níveis (0%, 3%, 5% 7% e 9%) e armazenados com refrigeração ao longo de 28 dias, são apresentados na Tabela 4. O pH do albúmen apresentou diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre os tratamentos, com o tratamento 0 apresentando o valor mais elevado (8,66), seguido pelos tratamentos 3, 5, 7 e 9. Já o pH da gema, por sua vez, não demonstrou variação significativa entre os tratamentos ( $p = 0,126$ ) (Tabela 4).

Em contrapartida, para a porcentagem de gema, houve uma tendência de redução nos tratamentos, sendo mais evidente nos tratamentos 3, 5, 7 e 9. Em contraste, a porcentagem do albúmen, mostrou diferenças significativas ( $p < 0,001$ ), apenas no trata-

mento 0, destacando sua influência única na composição dos ovos. A perda de peso dos ovos variou entre os tratamentos, sendo o que o tratamento 7 apresentou a maior perda (Tabela 4).

Em relação ao índice de gema, houve variação entre os tratamentos ( $p=0,001$ ), com destaque para o tratamento 7, que registrou o valor mais elevado. Os valores de unidades *Haugh* e peso específico, também apresentaram variações entre os tratamentos ao longo do tempo. Importante ressaltar que a interação entre tratamento e tempo (Trat\*Tempo), foi significativa ( $p<0,001$ ), para os parâmetros de pH ao albúmen, porcentagem do albúmen e perda de peso, indicando a influência conjunta desses fatores. O baixo coeficiente de variação para as unidades *Haugh* (3,12%) e peso específico (0,26%) evidencia a consistência nas medições, fortalecendo a confiabilidade dos resultados (Tabela 4).

**TABELA 4.** Parâmetros de qualidade físico-química de ovos submetidos a tratamento superficial da casca dos ovos com fécula de batata (Trat), ao longo de 28 dias (Tempo), estocados com refrigeração

Tratamento	pH Albúmen	pH Gema	% Gema	% Albúmen	Perda de Peso	Índice de Gema	Unidade s <i>Haugh</i>	Peso Específico
0	8,66 a	6,10	28,27	61,66 b	2,56	0,421	87,59	1,0723
3	8,61 b	6,12	27,48	63,24 a	1,75	0,434	88,69	1,0732
5	8,57 b	6,00	27,37	63,61 a	1,88	0,434	89,08	1,0730
7	8,48 c	6,15	27,38	63,57 a	1,62	0,436	88,94	1,0708
9	8,53 c	5,89	27,37	63,45 a	1,69	0,420	87,58	1,0717
Tempo								
7	8,47 b	5,89 b	27,17	63,38 a	0,47	0,415	88,28 a	1,0840
14	8,51 b	6,01 b	26,87	63,71 a	1,25	0,440	88,73 a	1,0716
21	8,63 a	6,07 b	27,85	63,05 a	2,15	0,445	89,43 a	1,0678
28	8,66 a	6,24 a	28,38	62,47 b	3,34	0,415	87,05 b	1,0657
Valor p								
Tratamento	<0,001	0,126	0,115	<0,001	<0,001	0,001	0,152	0,026
Tempo	<0,001	0,005	<0,001	0,019	<0,001	<0,001	0,010	<0,001
Trat*Tempo	0,156	0,437	0,047	0,215	<0,001	<0,001	0,120	<0,01
Coefficiente de Variação (%)								
	1,16	6,19	4,98	2,24	18,9	4,02	3,12	0,26

a-d Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se estatisticamente pelo Teste Scott-Knott ( $p<0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Avaliação da influência do tratamento superficial da casca com fécula de batata com refrigeração nas características de armazenamento de ovos de galinha**

A Tabela 5 apresenta os desdobramentos da interação entre o ambiente e o tratamento durante o armazenamento de ovos de galinha, submetidos ao tratamento superficial da casca com fécula de batata, sob condições de refrigeração. A análise abrange quatro variáveis distintas: porcentagem de gema, perda de peso, índice de gema e peso específico. Estas foram avaliadas ao longo de diferentes períodos de estocagem (7, 14, 21 e 28 dias) e com aplicação de diferentes concentrações de fécula de batata (0%, 3%, 5%, 7% e 9%).

**TABELA 5.** Desdobramento da interação do ambiente em função do tratamento utilizado no armazenamento de ovos de galinha submetidos ao tratamento superficial da casca com fécula de batata com refrigeração

Tempo de Estocagem	Porcentagem de Gema				
	Tratamento com Fécula de Batata (%)				
	0	3	5	7	9
7	29,41 Aa	27,02 Ba	26,63 Ba	26,41 Ba	26,65 Bb
14	26,08 Ab	26,93 Aa	27,52 Aa	27,22 Aa	26,62 Ab
21	29,21 Aa	27,79 Aa	27,33 Aa	27,39 Aa	27,55 Ab
28	28,58 Aa	28,17 Aa	28,00 Aa	28,50 Aa	28,66 Aa
	Perda de Peso				
7	--	0,50 Ac	0,75 Ac	0,34 Ad	0,31 Ad
14	1,27 Ac	1,66 Ab	1,17 Ac	1,12 Ac	1,00 Ac
21	2,88 Ab	1,82Bb	2,39 Ab	1,79 Bb	1,86 Bb
28	3,53 Aa	3,02 Aa	3,22 Aa	3,35 Aa	3,60 Aa
	Índice de Gema				
7	0,420 Aa	0,433 Aa	0,406 Bb	0,414 Bb	0,401 Bc
14	0,432 Ba	0,439 Ba	0,445 Aa	0,428 Bb	0,458 Aa
21	0,415 Ca	0,453 Ba	0,452 Ba	0,473 Aa	0,434 Cb
28	0,416 Aa	0,412 Ab	0,432 Aa	0,428 Ab	0,389 Bc
	Peso Específico				
7	1,0802 Ca	1,0891 Aa	1,0836 Ca	1,0817 Ca	1,0855 Ba
14	1,0778 Aa	1,0692 Bb	1,0719 Bb	1,0692 Bb	1,0702 Bb
21	1,0654 Bb	1,0696 Ab	1,0712 Ab	1,0667 Bb	1,0669 Bc
28	1,0658 Ab	1,0650 Ac	1,0654 Ac	1,0658 Ab	1,0665 Ac

a-d Médias seguidas de letras distintas, MAIÚSCULAS na linha e minúsculas na coluna, diferem-se estatisticamente pelo Teste Scott-Knott ( $p<0,05$ ).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na análise da porcentagem da gema, observa-se que ao longo dos diferentes tempos de estocagem, as variações nas porcentagens de gema são influenciadas pelos diferentes tratamentos com fécula de batata, destacando-se significativamente o tratamento 5 em comparação com os demais, especialmente aos 7 dias de estocagem. Quanto à perda de peso, esta aumentou progressivamente durante o tempo de estocagem, sendo o tratamento 7, apresentando a maior perda em alguns períodos (Tabela 5).

O índice de gema mostrou variação significativa entre os tratamentos e períodos, sendo que o tratamento 5 exibiu uma diminuição nesse índice, indicando uma influência negativa desse tratamento. O peso específico variou entre tratamentos e períodos de estocagem, destacando-se o tratamento 7 com o maior peso específico em alguns períodos, reforçando a importância desse tratamento específico nos resultados gerais. (Tabela 5).

Diante do exposto, os resultados indicam que o tratamento com 5% de fécula de batata influenciou negativamente a porcentagem e o índice de gema sob refrigeração. Além disso, o tratamento 7 teve impacto significativo na perda de peso e peso específico dos ovos.

## DISCUSSÃO

### **Monitoramento das condições ambientais durante o armazenamento de ovos: comparação entre refrigeração e armazenamento convencional (sem refrigeração)**

A disparidade estatisticamente significativa nas médias e nos desvios padrão entre os grupos com e sem refrigeração destaca a influência crucial do controle ambiental no armazenamento de ovos. A manutenção rigorosa das condições ambientais, especialmente em relação à temperatura, revela-se um fator determinante na minimização de alterações nas características físico-químicas e assegura a preservação das propriedades organolépticas dos ovos ao longo do tempo. A implementação eficaz de práticas de refrigeração torna-se, portanto, essencial para garantir a integridade e a segurança alimentar dos ovos durante o armazenamento.

A correlação entre a temperatura e o período de acondicionamento dos ovos está diretamente vinculada à invasão do conteúdo interno e à proliferação bacteriana. Assim, é de extrema relevância manter os ovos em uma temperatura constante, assegurando condições otimizadas para a qualidade sanitária do produto, conforme destacado por (RUMÃO *et al.*, 2020). Essas constatações reforçam a importância de medidas preventivas, como a adoção de vegetais e seus resíduos, que podem ser empregados como biofilmes na cadeia de produção e armazenamento de ovos, contribuindo para garantir a segurança alimentar.

### **Qualidade físico-química de ovos tratados superficialmente com fécula de batata armazenados sem refrigeração**

Os resultados deste estudo fornecem contribuições valiosas para a compreensão do impacto do tratamento superficial da casca de ovos com fécula de batata nas propriedades físico-químicas e na qualidade dos ovos, armazenados sem refrigeração.

A aplicação de revestimentos biodegradáveis na casca dos ovos surge como uma alternativa para prolongar o tempo de prateleira dos ovos, atuando como reguladores na troca gasosa que desempenha papel crucial na alteração do pH, proteína e outras propriedades nutricionais (CANER; YÜCEER, 2015). Estudos anteriores, como os conduzidos por Pissinati *et al.* (2014), com óleo mineral como revestimento em ovos armazenados a 25 °C, evidenciaram que ovos sem revestimento apresentam maior perda de peso em comparação com os ovos revestidos. O grupo revestido exibiu menor liquefação do albúmen, resultando em uma redução na perda total.

Deste modo, a identificação do impacto significativo nos níveis de acidez do albúmen no tratamento 0 destaca a necessidade de uma seleção cuidadosa de métodos de tratamento, especialmente ao considerar diferentes concentrações de agentes tratantes. Assim, estudos conduzidos por Lana *et al.* (2017) e Viana *et al.* (2017), evidenciaram que ovos armazenados por maior tempo em temperatura ambiente, apresentam alterações na qualidade do ovo, notadamente um aumento do pH do albúmen, corroborando com os resultados obtidos.

Segundo Oliveira e Oliveira (2013), o pH do albúmen de um ovo recém posto varia de 7,6 a 8,5, podendo atingir 9,7 durante o período de armazenamento. Além disso, poedeiras mais velhas produzem ovos com casca mais fina e porosa, resultando em uma maior perda de dióxido de carbono e umidade pelos poros da casca, o que contribui para a alcalinização do pH

do albúmen (VICKOVA *et al.*, 2019). Por isso, o pH do albúmen é frequentemente utilizado como o parâmetro principal para avaliar a qualidade do ovo (MOTA *et al.*, 2017).

As variações ao longo do tempo nas unidades *Haugh* ressaltam a influência significativa do período de estocagem na qualidade dos ovos. A degradação da qualidade interna do ovo ocorre pela decomposição do ácido carbônico em CO<sub>2</sub> e água. O CO<sub>2</sub> é liberado pela porosidade da casca, enquanto a água remanescente provoca a liquefação do albúmen, aumentando o pH e iniciando a dissociação química do complexo proteico (RODRIGUES; SALAY, 2001). Dessa forma, a ausência de diferenças significativas nos parâmetros de pH da gema, porcentagem da gema e porcentagem do albúmen entre os tratamentos sugere uma possível estabilidade em resposta às concentrações de fécula de batata. Isso indica que as diferentes concentrações não afetam significativamente esses aspectos específicos da composição do ovo.

No entanto, a redução na perda de peso no tratamento 7 destaca sua eficácia em minimizar as perdas durante o armazenamento, indicando benefícios potenciais na preservação física dos ovos. A manutenção de um pH constante das gemas (6,0 a 6,5), durante o período de armazenamento, concorda com a previsão de Caner (2005), sugerindo estabilidade nesse aspecto específico da composição do ovo. Quanto ao parâmetro de índice de gema, abrangendo valores de 0,3 a 0,5 (VIANA *et al.*, 2017), apenas os tratamentos nos níveis de 7% e 9% permaneceram dentro dessa faixa ao longo dos 28 dias de experimento.

O destaque do tratamento 7, evidenciado por um índice de gema superior e unidades *Haugh* significativamente maiores, corrobora a hipótese de melhorias na qualidade da clara. As unidades *Haugh* considerando a altura de albúmen e o peso do ovo, são indicadores de qualidade do albúmen. Em concordância com essa observação, Xavier *et al.* (2008), constataram, ao avaliar a qualidade dos ovos produzidos por poedeiras semipesadas (*Hy-Line Brown*), sob diferentes condições de armazenamento,

que os valores das unidades *Haugh* diminuíram com o tempo de estocagem, sendo mais pronunciada a redução nos ovos mantidos em temperatura ambiente.

Ademais, os resultados deste estudo, indicaram que a diminuição no índice de gema ao longo do tempo está associada ao aumento do diâmetro da gema e a deterioração na qualidade interna dos ovos. Resultados semelhantes foram encontrados por Paiva *et al.* (2019), que evidenciaram uma redução gradual no índice de gema após 10 dias de armazenamento dos ovos em temperatura ambiente, com a avaliação realizada ao longo de um período de 25 dias.

As variações nas unidades *Haugh* ao longo do tempo evidenciam a dinâmica impactante do armazenamento na consistência da clara, ressaltando a importância de considerar não apenas tratamentos específicos, mas também o fator temporal nas análises. A diminuição progressiva das unidades *Haugh* ao longo dos 28 dias de estocagem sem refrigeração indica que os ovos não atingirão aos padrões de excelência. Segundo Pinto *et al.* (2021), ovos de qualidade excelente devem apresentar valores de unidades *Haugh* superiores a 72, enquanto qualidade alta está na faixa de 60 a 71, qualidade inferior varia de 31 a 59, e qualidade ruim é atribuída a valores inferiores a 30. Assim, períodos prolongados de armazenamento contribuem para diminuição da qualidade do ovo, destacando a importância de estratégias eficazes de armazenamento para preservar a qualidade ao longo do tempo.

Diante do exposto, a consistência nos resultados é promissora, fornecendo uma base sólida para conclusões científicas. Contudo, a alta variabilidade nas propriedades físico-químicas, particularmente na perda de peso e índice de gema, destaca a sensibilidade desses parâmetros ao tempo de armazenamento, sublinhando a complexidade das interações envolvidas.

#### **Variações nos níveis de pH da gema e unidades *Haugh* ao longo do tempo em resposta ao tratamento com fécula de batata**

Os resultados sugerem uma interação complexa entre

o tempo de estocagem e o tratamento com fécula de batata nas propriedades dos ovos. O aumento no pH da gema aos 21 dias pode indicar uma resposta específica a determinados tratamentos nesse ponto do armazenamento. Um estudo conduzido por Ramos *et al.* (2012) explorou os efeitos da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade dos ovos, concluindo que o aumento no tempo de estocagem e o armazenamento a temperatura ambiente provocam alterações nas características da qualidade interna dos ovos. Além disso, segundo Barbosa *et al.* (2008), as variações de peso na gema e no albúmen ao longo do tempo de estocagem podem ser atribuídas a transferência de água do albúmen para a gema.

As variações nas unidades *Haugh* ao longo do tempo e entre os tratamentos apontam para influências significativas na consistência da clara, destacando a importância do tratamento superficial da casca na qualidade do ovo. A qualidade do albúmen, é crucial para a qualidade do ovo, e é influenciada pelo tempo e temperatura de armazenamento, sendo que o aumento desses fatores resulta na diminuição da altura do albúmen e, conseqüentemente, das unidades *Haugh* (SOUZA *et al.*, 2018).

Ao longo do armazenamento, a qualidade da membrana vitelina dos ovos diminui, tornando-a mais propensa a rupturas e quebras das proteínas da gema. A fragilidade da membrana vitelina resulta em um aumento do pH da gema, devido á passagem de íons alcalinos do albúmen para a gema, podendo causar a desnaturação das proteínas (PAIVA, 2019). Por isso, ovos armazenados por períodos prolongados podem apresentar gemas flácidas, achatadas e com manchas escuras (PAIVA, 2019).

Mendonça *et al.* (2013) observaram que, mesmo com tratamento superficial da casca, ovos apresentaram uma redução no peso do albúmen ao longo do tempo de armazenamento sem refrigeração, com uma diminuição mais pronunciada nos ovos não submetidos ao tratamento. Wolter e Pinto (2021), ao avaliarem a vida útil de ovos de galinha revestidos com proteína, constataram uma perda de peso menor em ovos revestidos em comparação com aqueles sem revestimento.

Posto isto, a diferenciação significativa nos tratamentos, especialmente nos estágios iniciais, destaca a sensibilidade desses parâmetros às condições experimentais. Em suma, o tempo de estocagem e o tratamento com fécula de batata têm impactos consideráveis nas propriedades físico-químicas dos ovos, enfatizando a complexidade do armazenamento sem refrigeração e a necessidade de estratégias eficazes para preservar a qualidade dos ovos de galinha. Assim, fica evidente a importância de abordagens inovadoras, como o tratamento superficial da casca com fécula de batata, para aprimorar a qualidade e longevidade dos ovos na indústria avícola.

#### **Impacto da fécula de batata no armazenamento de ovos de galinha sem refrigeração – ajustes de regressão linear**

Os ajustes de regressão linear demonstram que o tempo de armazenamento tem um impacto significativo nos parâmetros de qualidade dos ovos, especialmente quando submetidos ao tratamento de fécula de batata em diferentes níveis. A relação linear significativa na porcentagem de gema sugere uma influência previsível do tempo de armazenamento na composição da gema, indicando uma associação consistente entre essas variáveis.

A relação inversamente proporcional entre a porcentagem de albúmen e gema destaca a importância desses dois componentes na composição dos ovos durante o armazenamento. A precisão da relação entre o índice de gema e o tempo de armazenamento, evidenciada pelos elevados coeficientes de determinação ( $R^2$ ), fortalece a validade dos modelos propostos para prever e compreender as mudanças nos ovos ao longo do tempo.

#### **Qualidade físico-química de ovos tratados superficialmente com fécula de batata e armazenados com refrigeração**

Os resultados deste estudo apresentam valiosas contribuições para a compreensão do impacto do tratamento superficial da casca de ovos com fécula de batata nas propriedades físico-químicas e na qualidade dos ovos armazenados com refrigeração. Ao analisar o efeito do armazenamento, Santos *et al.* (2009) destacaram que ovos mantidos em ambientes

refrigerados exibiram parâmetros superiores em comparação com aqueles armazenados em locais com temperatura ambiente, alinhando-se aos resultados deste estudo. Pires *et al.* (2015) ressaltaram que a degradação da qualidade interna dos ovos está diretamente relacionada ao tempo de armazenamento, sendo crucial conservá-los em baixas temperaturas para minimizar a perda de qualidade interna e preservar seu valor.

Geralmente, os ovos são mantidos em condições de temperatura ambiente desde sua produção até a distribuição final. No entanto, Lana *et al.* (2017) evidenciaram que ovos armazenados em ambientes refrigerados podem prolongar seu tempo de prateleira para até 30 dias, mantendo uma boa qualidade interna, corroborando com os resultados obtidos para algumas variáveis. Adicionalmente, Ramos *et al.* (2010) constataram que ovos armazenados em temperatura ambiente apresentaram valores inferiores de unidade *Haugh* quando provenientes de poedeiras mais velhas, em comparação com ovos armazenados sob refrigeração.

De acordo com Carvalho *et al.* (2007), a temperatura de armazenamento do ovo influencia diretamente sua qualidade. Eles constataram que ovos armazenados em temperaturas mais elevadas resultam em valores mais baixos de unidade *Haugh*, indicando uma significativa deterioração da qualidade interna. Por outro lado, Figueiredo *et al.* (2011), em seus estudos, concluíram que ovos armazenados sob refrigeração mantêm uma melhor qualidade interna por um período mais longo em comparação com ovos armazenados em temperatura ambiente.

Ademais, Salgado *et al.* (2018), ao avaliarem o tratamento superficial da casca de ovos de galinha, observaram que o selamento dos poros da casca promovido pela aplicação de óleo mineral e gelatina reduz a saída de CO<sub>2</sub> do ovo, responsável pelo incremento do pH do albúmen ao longo do período de estocagem. Esses resultados evidenciam a importância do tratamento superficial eficaz na casca para uma boa vedação dos poros, dificultando as trocas gasosas e contribuindo para uma melhor qualidade dos ovos.

### **Avaliação da influência do tratamento superficial da casca com fécula de batata com refrigeração nas características de armazenamento de ovos de galinha**

Os resultados destacam que a interação entre o ambiente e o tratamento com fécula de batata durante o armazenamento de ovos sob refrigeração tem influência em variáveis cruciais. Portanto, o uso de revestimentos naturais em alimentos possibilita a preservação da qualidade, ao mesmo tempo em que favorece a aceitação de um produto livre de agentes químicos no mercado (RAYBAUDI-MASSILIA *et al.*, 2007).

Para Seibel (2005), a preservação das propriedades físicas e químicas do ovo requer uma associação entre tempo, temperatura e outros fatores. Ambientes com altas temperaturas e umidade durante o armazenamento de ovos induzem mudanças internas rápidas, resultando na diminuição de sua qualidade, valor nutricional e vida útil (GARCIA *et al.*, 2013; GUEDES *et al.*, 2016).

Menezes *et al.* (2012) indicam que a qualidade interna dos ovos de galinhas poedeiras está diretamente relacionada ao tempo e às condições de armazenamento. Quando inadequadamente armazenados, observa-se uma diminuição na qualidade. No entanto, ao analisar o contexto, percebemos que aqueles mantidos sob refrigeração conseguiram preservar a qualidade interna dos ovos, com perdas mínimas, e o rendimento do albúmen permaneceu em torno de 60% (Diniz *et al.*, 2019).

Temperaturas mais baixas tem a capacidade de retardar as perdas de água e as reações que impactam o pH da gema e do albúmen. No entanto no Brasil, cerca de 92% dos ovos comercializados *in natura* não são refrigerados, devido à falta de obrigatoriedade e aos custos elevados para granjas e supermercados (RODRIGUES, *et al.*, 2019).

Diante dessa realidade, o emprego de uma tecnologia adequada logo após a postura é necessário para prolongar a vida útil do ovo. Nesse sentido, os tratamentos alternativos para preservar a qualidade dos ovos, com aplicação de coberturas artificiais na casca como a fécula de batata, são de suma importância para bloquear os poros.

## CONCLUSÃO

A eficácia do tratamento com 7% de inclusão de fécula de batata na qualidade físico-química dos ovos de galinhas poedeiras sem refrigeração, é evidenciada pelos resultados. As variações ao longo do tempo nas unidades *Haugh* ressaltam a influência significativa do período de estocagem na qualidade dos ovos. No entanto, é crucial notar que o tratamento com 5% de fécula de batata apresentou efeitos adversos na porcentagem e índice de gema quando aplicado sob refrigeração.

Em síntese, o tratamento ao nível de 7% exibe consistência e promissor potencial na aprimoração da qualidade dos ovos, sendo uma escolha viável em ambas as condições de armazenamento, sem ou com refrigeração, com implicações valiosas para a indústria avícola.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E.L.; *et al.* Valor de pH e cor da gema de ovos de galinhas poedeiras armazenados em diferentes métodos e períodos. In: XIX Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC, 2009, Águas de Lindóia/ SP. **Anais...** FZEA/USP-ABZ, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 5492: Análise sensorial — Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2017.
- BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA**. Resolução 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. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0035\\_17\\_06\\_2009.pdf/72add6d3-c538-4e03-88a1-fb7d763113f4](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0035_17_06_2009.pdf/72add6d3-c538-4e03-88a1-fb7d763113f4)>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- BRASIL, R. J. M. *et al.* Tecnologia de revestimento de ovos para manutenção da qualidade e aumento do tempo de prateleira. **Rev. Cient. Avic. Suin.**, v. 5, n. 2, p. 041-053, 2019.
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. In: **Química do processamento de alimentos**, p. 151-151, 1995.
- CALLEGARIN, F.; GALLO, J. Q.; DEBEAUFORT, F.; VOILLEY, A. Lipids and bio packaging. **Journal of the American Oil Chemists Society**. Chicago, v.74, n.10, p.1183-1192, 1997.
- CANER, C; YÜCEER, M. Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. **Poultry Science**, v. 94, n. 7, p. 1665-1677, 2015.
- CAMPOS, E.; MELLOR, J.B.; GARDNER, F.A. Efeito do tipo de embalagem e da temperatura sobre a qualidade interna de ovos de consumo. In: **CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA**, 3, São Paulo. **Anais...** p. 131-5. 1973.
- CARVALHO, L. S. S.; FERNANDES, E. A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. **Medicina Veterinária**, Recife, v.7, n.1, p.35-44, 2007.
- DINIZ ARRUDA, M.; GOUVEIA, J. W. F.; LISBOA, A. C. C.; ABREU, A. C. de L.; DE ABREU, A. K. F. Avaliação da qualidade de ovos armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. e7681, 2019.
- GARCIA, E. R. de M. *et al.* Qualidade de ovos de codornas japonesas: efeito da idade da ave, temperatura de conservação e período de armazenamento. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v. 18, n. 4, p. 211-220, out./dez. 2015.
- GUEDES, L.L.M.; *et al.* Internal quality of laying hens' commercial eggs according to storage time, temperature and packaging. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 1, p. 87-90, 2016.
- HAGEMANN, H. L. *et al.* Efeito da vedação da casca de ovos durante o período de estocagem prévia à incubação sobre a qualidade dos ovos, embriões e neonatos. **29. SIICUSP: resumos**, 2021.
- HENRIQUE, C.M; PRATI, P.; PARISI, M. C.M. Diferentes alternativas para embalagens. **Pesquisa & Tecnologia**, n. 13, v. 1, 2016.
- 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.
- MENDONÇA, M.O. *et al.* Qualidade de ovos de codorna submetidos ou não a tratamento superficial da casca armazenados em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.195-208, 2013.
- MOTA, A.S.B.; LIMA, P.M.S.; SILVA, D.S.; ABREU, V.K.G.; FREITAS, E.R. ; PEREIRA, A.L.F. Internal

- quality of eggs coated with cassava and yam starches. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.1, p.47-50, 2017.
- NATIVIDADE, A. C. S. *et al.* Qualidade de ovos brancos, vermelhos, caipiras e enriquecidos comercializados no município de São Luís, MA. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, 2022.
- OLIVEIRA, B.L.; OLIVEIRA, D.D. Qualidade e tecnologia de ovos. **Lavras: Editora UFLA (Universidade Federal de Lavras)**, p.223, 2013.
- PAIVA, L.L.; *et al.* Qualidade de ovos brancos comerciais em diferentes temperaturas de conservação e período de estocagem. **Revista Boletim de Indústria Animal**, v.76, p.1-8, 2019.
- PARK, S.Y.; CHOI, K.S.; LEE, D.; KIM, D. *et al.* Egg shell membrane: review and impact on engineering. **Biosyst. Eng.**, v.151, p.446-463, 2016.
- PINTO, V. M.; *et al.* Qualidade externa, interna e microbiológica de ovos submetidos a diferentes condições de sanitização, temperatura e períodos de armazenamentos. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.2, p.135-147, 2021.
- PIRES, M.F. *et al.* Fatores que afetam a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Eletrônica NutriTime**, v.12, n. 6, p.4379-4385, 2015.
- PISSINATI, Aniele. *et al.* Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 531-540, 2014.
- RAYBAUDI-MASSILIA, R.M. *et al.* O. Shelf-life Extension of fresh-cut “Fuji” apples at different ripeness stages using natural substances. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, p. 265–275, 2007.
- RAMOS, K. C. B. T.; CAMARGO, A. M.; OLIVEIRA, E. C. D.; CEDRO, T. M. M.; MORENZ, M. J. F. Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de armazenamento e do tipo embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. **Revista de Ciências da Vida**, v. 30(2), p. 37-46, 2010.
- RAMOS, K. C. B. T. *et al.* Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de armazenamento e do tipo embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. **Revista Ciências da Vida**, v. 30, n. 2, p. 12, 2012.
- RODRIGUES, P.C.; LIMA, J.N.F.; ANDRADE, A.N. Características de ovos de casca branca e de cor. **Científica, Jaboticabal**, v.7, n.2, p.291-3, 1979.
- RODRIGUES, J. C. *et al.* Manejo, processamento e tecnologia de ovos para consumo. **Nutritime**, S.L, v. 16, n. 2, p. 8400-8418, 2019.
- RUMÃO, J. S. *et al.* Ocorrência de Salmonella spp. e de microrganismos indicadores de qualidade em ovos comercializados na Região Metropolitana de São Luís, Maranhão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e864986175, 2020.
- SALGADO, H. R. *et al.* Qualidade físico-química e sensorial de ovos de galinhas submetidos a tratamento superficial da casca armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.8, n.2, p.124-135, Junho, 2018.
- SANTOS, J. S. *et al.* Parâmetros avaliativos da qualidade física de ovos de codornas (*Coturnix coturnix japônica*) em função das características de armazenamento. **Desafios-Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 3, n. 1, p. 54-67, 2016.
- 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.
- SEIBEL, N. F. Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo. **SOUZ-SOARES, LA; SIEWERDT, F. Aves e ovos. Pelotas: UFPEL**, p. 77-90, 2005.
- SOUZA, B. F. *et al.* Efeito da utilização de diferentes tipos de revestimentos nos índices de gema e clara e unidade *Haugh* de ovos de galinhas comerciais. In: CONGRESSO MINEIRO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 4., 2018, Lavras. **Anais...** Lavras: Ed. UFLA, 2018.
- TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista Institucional Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora-MG, Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009.
- VIČKOVÁ, J. *et al.* Changes in the quality of eggs during storage depending on the housing system and the age of hens. **Poultry Science**, v. 98, n. 11, p. 6187-6193, 2019.

XAVIER, I. M. C. *et al.* Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4:953-959, 2008.

WOLTER, A. T.; PINTO. A. T. Avaliação da vida de prateleira de ovos de galinha com revestimento à base de proteína. In: CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, E. M.; BARRETO, M. S. E. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas** - Volume 2. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.