

**Coberturas de amido de mandioca e inhame na conservação de ovos**  
**Coating of cassava and yam starches in egg conservation**  
**Recubrimiento de almidones de yuca y ñame en la conservación del huevo**

Recebido: 26/05/2020 | Revisado: 01/06/2020 | Aceito: 09/06/2020 | Publicado: 20/06/2020

**Victor Veríssimo Cardoso Lima**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6779-0401>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: [vihverissimo@hotmail.com](mailto:vihverissimo@hotmail.com)

**Brenda de Oliveira Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2711-3430>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: [brenda.engufma@outlook.com](mailto:brenda.engufma@outlook.com)

**Mateus Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1254-1704>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: [prmateus.p@gmail.com](mailto:prmateus.p@gmail.com)

**Elyne Kysllen do Carmo Barros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8943-3683>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: [kryslen.elyne@gmail.com](mailto:kryslen.elyne@gmail.com)

**Ana Lúcia Fernandes Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6562-252X>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: [ana.fernandes@ufma.br](mailto:ana.fernandes@ufma.br)

**Djany Souza Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3452-6559>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: [djanysilva@gmail.com](mailto:djanysilva@gmail.com)

**Ednardo Rodrigues Freitas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7226-9517>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: [ednardo317@gmail.com](mailto:ednardo317@gmail.com)

**Virginia Kelly Gonçalves Abreu**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9662-5384>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: [virginia.abreu@ufma.br](mailto:virginia.abreu@ufma.br)

## **Resumo**

A aplicação de coberturas tem sido testada como uma técnica de baixo custo para prolongar a vida útil dos ovos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de coberturas de amido de mandioca ou inhame com diferentes concentrações de plastificante (sorbitol) na qualidade dos ovos armazenados por 21 dias em temperatura ambiente (25 °C). Foram realizados dois experimentos nos quais o delineamento foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições de 6 ovos em cada tratamento. A qualidade foi avaliada pela perda de peso, unidade Haugh, pH do albúmen, oxidação lipídica e propriedades da espuma (índice de durabilidade e *overrun*). Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias foram comparadas pelos testes de Dunnett e Student Newman Keuls, a 5% de probabilidade. A presença da cobertura de amido de mandioca ou inhame reduziu a perda de peso, diminuiu a unidade de Haugh e a alcalinização do albume, mantendo a qualidade próxima aos ovos frescos. No entanto, elas não influenciaram a oxidação lipídica e a qualidade da espuma. Assim, a cobertura de amido, independentemente da concentração de sorbitol, contribuiu para a manutenção das características da qualidade dos ovos armazenados por 21 dias em temperatura ambiente (25 °C).

**Palavras-chave:** Perda de peso; Unidade Haugh, pH do abúmem; Oxidação lipídica; Espuma.

## **Abstract**

The application of coatings has been tested as a low cost technique to prolong egg shelf life. The study aimed to evaluate the use of cassava starch or yam coatings with different concentrations of plasticizer (sorbitol) on the eggs quality stored for 21 days at room temperature (25 °C). Two experiments were carried out in which the design was completely randomized with 4 treatments and 5 replicates of 6 eggs in each treatment. Quality was assessed by weight loss, Haugh units, albumen pH, lipid oxidation and foam properties (durability index and *overrun*). The data were submitted to analysis of variance and their means were compared by the *Dunnett* and *Student Newman Keuls* tests at 5% probability. The presence of cassava or yam starch with 10% and 20% of sorbitol reduced weight loss, decreased Haugh unit and alcalinization of the albumen, keeping the quality close to fresh

eggs. However, they did not influence lipid oxidation and foam quality. Thus, the starch coverage, regardless of sorbitol concentration, contributed to the maintenance of egg quality characteristics stored for 21 days at environment temperature (25 °C).

**Keywords:** Weight loss; Haugh unit; Albumen pH; Lipid oxidation; Foam.

## Resumen

La aplicación de recubrimientos ha sido probada como una técnica de bajo costo para prolongar la vida útil de los huevos. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de cubiertas de almidón de yuca o ñame con diferentes concentraciones de plastificante (sorbitol) en la calidad de los huevos almacenados durante 21 días a temperatura ambiente (25 °C). Se llevaron a cabo dos experimentos en los cuales el diseño fue completamente al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones de 6 huevos en cada tratamiento. La calidad se evaluó mediante la pérdida de peso, la unidad Haugh, el pH de la clara, la oxidación de los lípidos y la espuma (índice de durabilidad y *overrun*). Los datos se sometieron a análisis de varianza y sus medias se compararon mediante las pruebas de Dunnett y Student Newman Keuls, con una probabilidad del 5%. La presencia de recobrimiento de almidón de yuca o ñame redujo la pérdida de peso, disminuyó la unidad de Haugh y la alcalinización de la clara, manteniendo la calidad cerca de los huevos frescos. Sin embargo, no influyeron en la oxidación de los lípidos y la calidad de la espuma. Así, los recobrimientos de almidón, independientemente de la concentración de sorbitol, contribuyeron al mantenimiento de las características de calidad de los huevos almacenados durante 21 días a temperatura ambiente (25 °C).

**Palabras clave:** Pérdida de peso; Unidad Haugh; pH de la clara; Oxidación de los lípidos; Espuma.

## 1. Introdução

A produção de ovos no Brasil representa um importante setor da economia nacional e está em constante evolução. De acordo com Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) (2020), a produção nacional de ovos no ano passado foi de mais de 49 bilhões de unidades, representando uma alta de 10,3% em relação ao ano de 2018. Os ovos fazem parte da alimentação de uma parcela significativa da população brasileira, por serem de fácil acesso e baixo custo. O consumo de ovos no Brasil em 2019 foi de 230 unidades *per capita*, o que representou um aumento de 8,5% em relação ao ano anterior (ABPA, 2020).

Os ovos são alimentos de elevado valor nutricional, por serem uma importante fonte de proteínas de alto valor biológico, de vitaminas e minerais. Além disso, possuem características funcionais e tecnológicas que são aproveitadas pela indústria de alimentos em diversos produtos e preparações. Porém, são alimentos perecíveis e começam a perder qualidade interna imediatamente após a postura. Essa redução da qualidade ocorre em função da perda de água e dióxido de carbono durante o período de armazenamento e é influenciada a temperatura de estocagem (Pissinati et al., 2014).

Para retardar as mudanças ocasionadas pelo armazenamento, o recobrimento dos ovos com material que limite a transferência de massa através da casca pode ser uma alternativa para manutenção da qualidade. Coberturas a base de proteínas, lipídios e polissacarídeos tem sido testadas com essa intenção (Saeed et al., 2017; Torrico et al., 2014; Xu et al., 2017).

Dentre os diversos tipos de polissacarídeos que podem ser utilizados para produção de coberturas, o amido reúne características interessantes devido ao seu baixo custo, abundância e biodegradabilidade (Mali et al., 2002). No Brasil, as principais fontes amiláceas são o milho e a mandioca, no entanto, o inhame é considerado como uma fonte alternativa, pelas características tecnológicas desejáveis de seu amido, tais como, a estabilidade às altas temperaturas e aos baixos valores de pH (Alves et al., 1999).

Mas as coberturas elaboradas a base de amido podem possuir características indesejáveis, tais como pouca flexibilidade e alta dureza. Portanto, a introdução de aditivos como os plastificantes se torna necessária. E os plastificantes utilizados devem ser compatíveis com o biopolímero (Gontard et al., 1993)

Dentre os plastificantes mais estudados em combinação com as coberturas de amido temos os polióis e entre eles o sorbitol é um dos mais usados. Ele que interage com o amido aumentando a mobilidade molecular e, conseqüentemente, a flexibilidade, mas também tende a aumentar a hidrofiliabilidade e a permeabilidade ao vapor de água. A concentração do plastificante usada na elaboração da cobertura deve ser adequada para não causar um efeito antiplastificante (Mali et al., 2010).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso de coberturas de amido de mandioca ou inhame com diferentes concentrações de plastificante (sorbitol) sobre a qualidade de ovos armazenados por 21 dias em temperatura ambiente (25 °C).

## 2. Metodologia

Nesse estudo foram desenvolvidos dois experimentos em que foram avaliados o uso de cobertura de amido de mandioca e sorbitol (Exp. 1) e o uso de cobertura de amido de inhame e sorbitol (Exp. 2).

Foram utilizados ovos de casca branca, tipo grande, com peso médio de  $55,1 \pm 2,89$  g, provenientes de poedeiras comerciais, obtidos direto da granja no dia da postura. Foram utilizados amido de mandioca comercial, sorbitol, e amido de inhame, extraído de acordo com Alves et al. (1999).

Nos dois experimentos o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 4 quatro tratamentos (T1 = ovos frescos/controle, T2 = ovos armazenados sem cobertura, T3 = ovos armazenados com cobertura de 5% de amido e 10% de sorbitol e T4 = ovos armazenados com cobertura de 5% de amido e 20% de sorbitol) e 5 repetições de 6 ovos cada.

Os ovos foram armazenados em temperatura ambiente (25 °C) e submetidos às análises de perda de peso, unidade *Haugh*, pH do albúmen, oxidação lipídica da gema por meio das Substâncias Reativas do Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) e propriedades da espuma (índice de durabilidade e *overrun*), sendo as análises realizadas nos tempos 0 e 21 dias, para ambos os experimentos.

### 2.1 Preparo e aplicação das coberturas

As coberturas de amido foram elaboradas usando água potável, 5% de amido (mandioca ou inhame), calculado com base no volume de água utilizada (%v/p), e 10 ou 20% de plastificante (sorbitol), quantificado em relação ao peso do amido (%p/p).

A suspensão foi gelatinizada em chapa aquecedora (Novatecnica, NT-338, Piracicaba, Brasil) com agitação constante até atingir 95 °C, sendo essa temperatura mantida durante 1 minuto, seguida de resfriamento até temperatura de 30 °C. Para aplicação, os ovos foram imersos na cobertura por 3 segundos e, em seguida, colocados em suportes para secar.

### 2.2 Perda de peso

A perda de peso foi obtida pela diferença entre o peso dos ovos no dia 0 e no dia 21, sendo expressa em porcentagem. Para isso, os ovos foram pesados em balança semi-analítica (Shimadzu, AY220, Quioto, Japão) com precisão de 0,01g.

### 2.3 Unidade *Haugh*

Para a determinação da unidade *Haugh* (UH), os ovos foram quebrados em uma superfície lisa de vidro e a altura do albúmen denso foi medida com a utilização de um micrômetro de profundidade (Ames, S-6428, Waltham, EUA). O valor da altura e o peso dos ovos foram utilizados no cálculo da UH a partir da Equação 1:

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

onde: H é a altura do albúmen (mm) e P o peso do ovo (g).

### 2.4 pH do albúmen

O pH do albúmen foi medido diretamente na amostra utilizando pHmetro de bancada (Biothec, mPA-210, Piracicaba, Brasil), devidamente calibrado.

### 2.5 Oxidação lipídica da gema

A avaliação da oxidação lipídica da gema foi realizada de acordo com a metodologia de Cherian, Selvaraj, Goeger e Stitt (2002), utilizando solução aquosa de ácido tricloroacético (TCA) 7,5% (Sorensen & Jorgensen, 1996) em substituição ao ácido perclórico. Os tubos de ensaio contendo o extrato obtido a partir da amostra e adicionado da solução aquosa de ácido tiobarbitúrico (20 mM) foram aquecidos em banho-maria (Solab, 150/10, Piracicaba, Brasil) (90 °C) por 30 min. A coloração formada foi medida usando espectrofotômetro (Biospectro, SP-220, Curitiba, Brasil) a 531nm de comprimento de onda. O número de TBARS da amostra foi expresso como miligrama de malonaldeído (MDA) por quilograma de gema (mg de malonaldeído/kg de gema).

### 2.6 Propriedades da espuma

A espuma foi formada a partir de 50 mL de albúmen em um béquer graduado e com auxílio de um *mixer* de alimentos (Philips Walita, RI-1680/01, São Paulo, Brasil) utilizando o batedor de claras, por 1 minuto e 30 segundos. A partir da espuma formada foi determinado o

índice de durabilidade (ID) (Bovšková & Míková, 2011) e o *overrun* (Talansier et al., 2009) utilizando as Equações 2 e 3, respectivamente:

$$ID = \frac{\text{Volume da espuma formada} - \text{Volume drenado}}{\text{Volume utilizado de clara}} \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

$$\text{Overrun} = \frac{\text{Peso de 50 mL do Albúmen} - \text{Peso de 50 mL da Espuma}}{\text{Peso de 50 mL da Espuma}} \times 100 \quad (\%) \quad (3)$$

## 2.7 Análise Estatística

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *software* ASSISTAT (versão 7.7 beta), considerando o nível de 5% de probabilidade para a significância. A diferença das médias dos tratamentos armazenados em relação ao controle foi obtida por meio do teste de *Dunnnett* (5% de probabilidade) e a diferença entre as médias dos tratamentos armazenados foi obtida por meio do teste *Student Newman Keuls* (SNK) (5% de probabilidade).

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Perda de peso, unidade *Haugh* e pH do albúmem

Tanto no experimento 1 quanto no experimento 2 a perda de peso dos ovos armazenados (T2, T3 e T4) foi maior quando comparada a dos ovos frescos (T1) (Tabela 1). Os valores de perda variaram entre 1,98% a 2,79% para os ovos do experimento 1 e entre 3,07% e 3,95% para os ovos do experimento 2, com os ovos cobertos com amido de mandioca apresentando menor perda que aqueles cobertos com amido de inhame.

Observando apenas os ovos armazenados do experimento 1, os tratamentos com cobertura (T3 e T4) não diferiram significativamente entre si ( $p > 0,05$ ), mas apresentaram menor perda de peso em relação ao tratamento armazenado sem cobertura (T2) (Tabela 1). Desta forma, a presença da cobertura de amido de mandioca retardou a perda de peso, não havendo influência do percentual de plastificante (sorbitol) utilizado na elaboração das mesmas.

Para os ovos armazenados do experimento 2, os tratamentos com cobertura (T3 e T4) também não diferiram significativamente entre si ( $p > 0,05$ ). No entanto, diferente do que foi observado para o experimento 1, apenas a cobertura de amido de inhame com 20% de sorbitol

(T4) teve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) em retardar a perda de peso em relação aos ovos não cobertos (T2) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Perda de peso (PP), unidade *Haugh* (UH) e pH do albúmen de ovos sem e com cobertura de amido (mandioca ou inhame) e sorbitol, armazenados por 21 dias em temperatura ambiente (25 °C) (n = 5).

	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
<i>Experimento 1: Amido de mandioca</i>				
PP (%)	0,00 ± 0,00	2,79 ± 0,19a*	1,98 ± 0,11b*	2,17 ± 0,22b*
UH	81,52 ± 3,37	35,95 ± 6,37b*	53,42 ± 6,88a*	59,73 ± 7,40a*
pH do albúmen	8,97 ± 0,07	9,47 ± 0,09a*	8,96 ± 0,14b	8,85 ± 0,08b
<i>Experimento 2: Amido de inhame</i>				
PP (%)	0,00 ± 0,00	3,95 ± 0,21a*	3,44 ± 0,64ab*	3,07 ± 0,27b*
UH	66,66 ± 4,01	11,28 ± 3,90b*	57,65 ± 28,30a	49,32 ± 29,97a
pH do albúmen	9,07 ± 0,12	9,49 ± 0,03a*	8,82 ± 0,05c*	9,01 ± 0,04b

Média ± desvio padrão; \*Médias seguidas de asterisco diferem significativamente do controle pelo teste de *Dunnnett* ( $p < 0,05$ ); <sup>a-b</sup> Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem significativamente entre si pelo teste *SNK* ( $p < 0,05$ ); T1 = ovos frescos (controle); T2 = ovos armazenados sem cobertura; T3 = ovos armazenados com cobertura de 5% de amido e 10% de sorbitol; T4 = ovos armazenados com cobertura de 5% de amido e 20% de sorbitol. Fonte: autores

A perda de peso é uma das medidas utilizadas para monitorar as mudanças na qualidade dos ovos durante o armazenamento. Ela ocorre em função da passagem de água e CO<sub>2</sub> através dos poros da casca para o ambiente. Assim, selar os poros com alguma cobertura pode diminuir a evaporação de água e CO<sub>2</sub> (Saeed et al., 2017).

Neste estudo foi possível observar que as coberturas de amido foram capazes de reduzir a saída de água e CO<sub>2</sub> através dos poros da casca, com a cobertura de amido de mandioca apresentando um melhor desempenho que a cobertura de amido de inhame.

Eddin e Tahergorabi (2019), avaliando o uso de cobertura de amido de batata-doce em ovos armazenados a 25 °C por até 5 semanas, observaram que os ovos revestidos apresentaram menor perda de peso em comparação aos não revestidos, o que corrobora com o presente estudo. O mesmo foi verificados por Xu et al. (2017) ao avaliarem coberturas a base de proteína de soja em ovos com seis semanas de armazenamento.



Quanto a UH, os ovos armazenados (T2, T3 e T4) do experimento 1 apresentaram valores inferiores em comparação aos ovos frescos (T1) (Tabela 1). Isso indica que durante o armazenamento houve uma diminuição da viscosidade da clara e, conseqüentemente, a redução de sua altura, resultando em um menor valor de UH. As reduções observadas, em relação aos ovos frescos, foram de 55,90%, 34,47% e 26,73% para os ovos sem cobertura (T2) e com cobertura de amido de mandioca (T3 e T4), respectivamente. Assim, apesar da queda observada na UH esta foi menor para os ovos cobertos.

Comparando apenas os ovos armazenados, os tratamentos cobertos com amido de mandioca (T3 e T4) não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) entre si. Porém, seus valores de UH foram bem superiores ao registrado pelo tratamento sem cobertura (T2) (Tabela 1). Isso confirma que houve influencia da cobertura de amido de mandioca em retardar a diminuição da UH, sendo, portanto, um resultado positivo.

Para o experimento 2, apenas os ovos armazenados sem cobertura (T2) diferiram dos ovos frescos (T1), apresentando valor de UH bem inferior a estes (Tabela 1). A redução observada foi de 83,07%. Comparando apenas os ovos armazenados, os tratamentos com cobertura de amido de inhame (T3 e T4) não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) entre si e apresentaram valores de UH muito superiores aos dos ovos armazenados sem cobertura (T2) (Tabela 1).

Este resultado indica que a presença da cobertura de amido de inhame retardou as mudanças na UH ao longo do armazenamento, mantendo os valores dessa variável semelhantes aos dos ovos frescos (T1). Nesse sentido, o resultado da cobertura de amido de inhame teve melhor desempenho que o observado para a cobertura de amido de mandioca.

A UH é usada para determinar a qualidade dos ovos e quanto maior o valor da UH, melhor é a qualidade (Xu et al., 2017). Durante o armazenamento, ocorre uma redução nos valores da UH devido a fluidização e perda de viscosidade do albúmen denso. Essas mudanças nas características do albúmen podem ser atribuídas à hidrólise de cadeias de aminoácidos que provocam a liberação de água (Pires, Machado, Franceschi, Kindlein, & Andretta, 2019)

No presente estudo, as coberturas de amido tiveram um bom desempenho na manutenção da UH, retardando sua diminuição durante o armazenamento e preservando a qualidade interna dos ovos em relação aos ovos não cobertos. Esse resultado está de acordo com estudos anteriores que também verificaram a eficiência de diferentes coberturas na preservação da qualidade do albúmen dos ovos (Pires et al., 2019; Saeed et al., 2017; Torrico et al., 2014).

No que se refere ao pH do albúmen, observou-se que no experimento 1 apenas os ovos armazenados sem cobertura (T2) diferiram do controle (T1), apresentando valores superiores a este (Tabela 1). Considerando apenas os ovos armazenados, os tratamentos com cobertura (T3 e T4) não diferiram entre si e apresentaram valores inferiores aos do tratamento sem cobertura (T2) (Tabela 1). Portanto, independente da concentração de sorbitol utilizada, a cobertura de amido de mandioca foi eficiente em retardar as mudanças do pH ao longo do armazenamento, mantendo o valor dessa variável semelhante ao dos ovos frescos (T1).

Já no experimento 2, o valor do pH do albúmen dos ovos armazenados sem cobertura (T2) e dos ovos armazenados com cobertura de amido de inhame e 10% de sorbitol (T3) diferiram dos ovos frescos (T1) (Tabela 1), com o valor de pH dos ovos cobertos (T3) inferior ao dos ovos frescos (T1). Considerando apenas os ovos armazenados, o menor valor de pH foi observado nos ovos com cobertura de amido de inhame e 10% de sorbitol (T3), enquanto os ovos sem cobertura (T2) apresentaram o maior valor. Desta forma, assim como observado para a cobertura de amido de mandioca, a presença da cobertura de amido de inhame retardou a alcalinização do albúmen, preservando as características de qualidade dos ovos, especialmente no caso da cobertura de amido de inhame que continha 10% de sorbitol.

O pH do albúmen é um outro importante indicador para estimar a qualidade do ovo, visto que, seu valor tende a aumentar com o armazenamento, devido a dissociação do ácido carbônico em gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), que se dissipa para o ambiente através dos poros da casca, provocando redução da qualidade interna (Torrìco et al., 2014). Os filmes de amido tendem a ser menos resistentes ao  $\text{CO}_2$  devido a maior solubilidade desse gás nesse tipo de filme. No entanto, a adição de plastificantes (como o glicerol e o sorbitol) reduz essa permeabilidade, aumentando a barreira a saída do  $\text{CO}_2$  (Liu, 2005), melhorando o desempenho da cobertura. Sendo assim, nos ovos cobertos houve uma menor perda de  $\text{CO}_2$ , proporcionando maior estabilidade do pH do albúmen durante o armazenamento.

Assim como neste estudo, Mota et al. (2017) reportou a influência da cobertura de amido de inhame em retardar o aumento do pH do albúmen durante a estocagem. Os autores observaram que o pH dos ovos cobertos apresentou valores iguais aos dos ovos frescos e foi inferior aos dos ovos sem cobertura. Do mesmo modo, Eddin e Tahergorabi (2019) verificaram que coberturas a base de amido de batata-doce também minimizaram a perda de  $\text{CO}_2$  durante o armazenamento de ovos por até 5 semanas.

Outros estudos relatam que diferentes revestimentos a base de proteínas (Pires et al., 2019), polissacarídeos (Saeed et al., 2017) e da combinação de polissacarídeo e lipídeo (Torrìco et al., 2014) foram capazes de retardar o aumento do pH do albúmen durante o

armazenamento de ovos. Todos estes achados corroboram com o observado no presente estudo, demonstrando o bom desempenho das coberturas de amido em relação à este parâmetro.

### **3.2 Oxidação lipídica, índice de durabilidade e *overrun***

O aumento nos valores de oxidação da gema durante o armazenamento tem sido relatado por outros autores (Mohiti-asli, Shariatmadari, Lotfollahian, & Mazuji, 2008; Nimalaratne, Schieber, & Wu, 2016).

No presente estudo, para os ovos do experimento 1, apenas aqueles armazenados com cobertura de amido de mandioca e 20% de sorbitol (T4) diferiram do controle (T1), apresentando valores de TBARS significativamente ( $p < 0,05$ ) inferiores a este (Tabela 2). Já em relação ao experimento 2, os ovos armazenados (T2, T3 e T4) apresentaram valores de TBARS superiores aos dos ovos frescos (T1) (Tabela 2). Apesar desse aumento observado, todos os valores de TBARS encontrados estão abaixo de 1,0 mg de MDA/Kg de gema, sendo este o limite tolerável para a rancidez oxidativa em alimentos (Rather et al., 2016), ou seja, essa mudança não seria percebida sensorialmente pelo consumidor.

Ao se comparar apenas os ovos armazenados (T2, T3 e T4), tanto no experimento 1 quanto no experimento 2, a presença de coberturas não interferiu nos valores de TBARS da gema, uma vez que, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os ovos estocados sem (T2) e com coberturas (T3 e T4) de amido de mandioca ou inhame (Tabela 2). Este resultado concorda com os achados de Jo, Ahn, Liu, Kim e Nam (2011) que também não verificaram efeito do revestimento de quitosana sobre os valores de TBARS das gemas de ovos cobertos em relação aos ovos não cobertos. Desta forma, verifica-se que a ocorrência de oxidação da gema foi muito reduzida e que o efeito da cobertura em retardá-la durante o armazenamento não foi significativa.

As propriedades da espuma são importantes para aplicação dos ovos como ingredientes em algumas preparações alimentícias e podem ser avaliadas por meio do índice de durabilidade e do *overrun*. Quanto ao índice de durabilidade (ID), para o experimento 1, apenas o tratamento T3 diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) do controle (T1), apresentando valor menor que este (Tabela 2). Isso indica que houve uma redução da estabilidade da espuma com o armazenamento. Já para o *overrun*, os ovos armazenados (T2, T3 e T4) apresentaram valores menores quando comparados ao tratamento controle (T1). Ou seja, o armazenamento provocou uma redução no volume da espuma produzida a partir desses ovos.

Observando apenas os tratamentos armazenados, os valores de ID e de *overrun* dos ovos sem (T2) e com cobertura (T3 e T4) não foram diferentes entre si (Tabela 2), indicando que não houve efeito da cobertura sobre essas características da espuma. Assim, a presença da cobertura de amido de mandioca não influenciou nas mudanças provocadas pelo armazenamento nas propriedades da espuma.

**Tabela 2** – Oxidação lipídica (TBARS), índice de durabilidade (ID) e *overrun* de ovos sem e com cobertura de amido (mandioca ou inhame) e sorbitol, armazenados por 21 dias em temperatura ambiente (25 °C) (n = 5).

	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
<i>Experimento 1: Amido de mandioca</i>				
TBARS (mg/kg)	0,21±0,01	0,21±0,02a	0,21±0,03a	0,18±0,01a*
ID (%)	724,80±27,44	674,40±6,21a	602,80±59,89a*	668,40±59,30a
<i>Overrun</i> (%)	626,99±32,95	538,73±50,08a*	505,94±63,81a*	532,91±44,42a*
<i>Experimento 2: Amido de inhame</i>				
TBARS (mg/kg)	0,13±0,01	0,19±0,02a*	0,17±0,03a*	0,17±0,01a*
ID (%)	701,20±60,94	758,40±30,05a	685,20±133,38a	766,80±25,52a
<i>Overrun</i> (%)	584,75±38,97	673,58±28,03a	668,67±124,97a	697,10±46,04a

Média ± desvio padrão; \*Médias seguidas de asterisco diferem significativamente do controle pelo teste de *Dunnnett* ( $p < 0,05$ ); <sup>a-b</sup> Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem significativamente entre si pelo teste *SNK* ( $p < 0,05$ ); T1 = ovos frescos (controle); T2 = ovos armazenados sem cobertura; T3 = ovos armazenados com cobertura de 5% de amido e 10% de sorbitol; T4 = ovos armazenados com cobertura de 5% de amido e 20% de sorbitol. Fonte: autores

No experimento 2, o ID e o *overrun* da espuma dos ovos armazenados (T2, T3 e T4) não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) dos valores obtidos para os ovos frescos (T1) (Tabela 2). Portanto, ao contrário do observado para os ovos cobertos com amido de mandioca, o armazenamento não reduziu os valores de ID e *overrun* dos ovos cobertos com amido de inhame. Observando apenas os ovos armazenados, os valores de ID e *overrun* para os sem (T2) e com cobertura (T3 e T4) também não foram diferentes entre si (Tabela 2). Dessa forma, independente da concentração de sorbitol, a presença da cobertura de amido de inhame não afetou a qualidade da espuma, assim como também foi observado para as coberturas de amido de mandica.

Não há um método padrão para se avaliar as propriedades da espuma, de modo que, isso muitas vezes dificulta a comparação de resultados entre diferentes trabalhos. A redução na estabilidade da espuma com a estocagem, assim como observada no experimento 1, também foi relatada por Alleoni e Antunes (2004) em ovos revestidos com concentrado proteico de soro de leite. No entanto, ao contrário do presente estudo, os autores observaram que essa perda de estabilidade foi ainda maior nos ovos não cobertos. Já em relação a influência da cobertura, Jo et al. (2011), estudando revestimento de ovos com quitosana, também não observaram qualquer efeito da cobertura sobre as propriedades da espuma durante a estocagem, o que corrobora com o encontrado neste estudo.

Quanto ao *overrun*, os valores encontrados nos experimentos 1 e 2 foram semelhantes aos obtidos por Bovšková e Míková (2011), porém ficaram abaixo dos obtidos por Talansier et al. (2009). O *overrun* é volume de espuma em estado estável e segundo Campbell e Mougeot (1999), valores de *overrun* típicos de espuma formada com proteína do albúmen encontram-se na faixa de 500 a 800%. Portanto, apesar da redução observada com o armazenamento no experimento 1, todos os valores do presente estudo estão dentro da faixa mencionada pelos autores.

#### **4. Considerações Finais**

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se efeito positivo das coberturas de amido e sorbitol na preservação da qualidade de ovos armazenados em temperatura ambiente. A presença da cobertura reduziu a perda de peso, a diminuição da unidade Haugh e a alcalinização do albúmen, retardando o envelhecimento e conservando a qualidade próxima a dos ovos frescos. Porém, não teve efeito sobre a oxidação lipídica e a qualidade da espuma.

Portanto, a utilização de coberturas de amido de mandíca ou inhame em ovos, independente da concentração de sorbitol, permite a conservação de suas características de qualidade durante 21 dias de armazenamento em temperatura ambiente, podendo ser alternativa para melhoria da sua preservação.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), por meio do programa Institucional de

Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Federal do Maranhão, pela bolsa concedida.

## Referências

Alleoni, A., & Antunes, A. (2004). Albumen foam stability and s-ovalbumin contents in eggs coated with whey protein concentrate. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 6(2), 105–110. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2004000200006>.

Alves, R. M. L., Grossmann, M. V. E., & Silva, R. S. S. F. (1999). Gelling properties of extruded yam ( *Dioscorea alata* ) starch. *Food Chemistry*, 67, 123–127.

Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). *Relatório Anual 2020*. São Paulo: ABPA. Recuperado de [http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa\\_relatorio\\_anual\\_2020\\_portugues\\_web.pdf](http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf)

Bovšková, H., & Míková, K. (2011). Factors Influencing Egg White Foam Quality. *Czech J. Food Sci.*, 29(4), 322–327.

Campbell, G. M., & Mougeot, E. (1999). Creation and characterisation of aerated food products. *Trends in Food Science and Technology*, 10(9), 283–296. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)00008-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)00008-X)

Cherian, G., Selvaraj, R. K., Goeger, M. P., & Stitt, P. a. (2002). Muscle fatty acid composition and thiobarbituric acid-reactive substances of broilers fed different cultivars of sorghum. *Poultry Science*, 81(9), 1415–1420.

Eddin, A. S., & Tahergorabi, R. (2019). Efficacy of Sweet Potato Starch-Based Coating to Improve Quality and Safety of Hen Eggs during Storage. *Coatings*, 9(3), 205. <https://doi.org/10.3390/coatings9030205>

Gontard, N., Guilbert, S., & Cuq, J.-L. (1993). Water and Glycerol as Plasticizers Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film. *Journal of Food Science*, 58(1), 206–211. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb03246.x>

Jo, C., Ahn, D. U., Liu, X. D., Kim, K. H., & Nam, K.-C. (2011). Effects of chitosan coating and storage with dry ice on the freshness and quality of eggs. *Poultry Science*, 90(2), 467–472. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00966>

Liu, Z. (2005). *Edible films and coatings from starch*. (J. H. Han, Ed.), *Innovations in Food Packaging*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-012311632-1/50051-6>

Mali, S., Grossmann, M. V. E., Garcia, M. A., Martino, M. N., & Zaritzky, N. E. (2002). Microstructural characterization of yam starch films. *Carbohydrate Polymers*, 50, 379–386.

Mali, Suzana, Grossmann, M. V. E., & Yamashita, F. (2010). Filmes de amido: Produção, propriedades e potencial de utilização. *Semina: Ciências Agrárias*.

Mohiti-asli, M., Shariatmadari, F., Lotfollahian, H., & Mazuji, M. T. (2008). Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acid composition during storage. *Canadian Journal of Animal Science*, 88, 475–483.

Mota, A. S. de B., Lima, P. M. da S., Silva, D. S., Abreu, V. K. G., Freitas, E. R., & Pereira, A. L. F. (2017). Internal quality of eggs coated with cassava and yam starches. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 12(1), 47–50. <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5423>

Nimalaratne, C., Schieber, A., & Wu, J. (2016). Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen eggs. *Food Chemistry*, 194, 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.116>

Pires, P. G. S., Machado, G. S., Franceschi, C. H., Kindlein, L., & Andretta, I. (2019). Rice protein coating in extending the shelf-life of conventional eggs. *Poultry Science*, 98(4), 1918–1924. <https://doi.org/10.3382/ps/pey501>

Pissinati, A., Oba, A., Yamashita, F., Silva, C. A. Da, Pinheiro, J. W., & Roman, J. M. M. (2014). Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1), 531.

<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p531>

Rather, S. A., Masoodi, F. A., Akhter, R., Gani, A., Wani, S. M., & Malik, A. H. (2016). Effects of guar gum as fat replacer on some quality parameters of mutton goshtaba , a traditional Indian meat product. *Small Ruminant Research*, 137, 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.03.013>

Saeed, F., Javaid, A., Ahmed, N., Nadeem, M. T., Arshad, M. S., Imran, A. L. I., ... Khan, A. U. (2017). Influence of edible coating techniques on quality characteristics of eggs. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, 1–9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12815>

Sorensen, G., & Jorgensen, S. S. (1996). A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung*, 202(3), 205–210. <https://doi.org/10.1007/BF01263541>

Talansier, E., Loisel, C., Dellavalle, D., Desrumaux, a., Lechevalier, V., & Legrand, J. (2009). Optimization of dry heat treatment of egg white in relation to foam and interfacial properties. *LWT - Food Science and Technology*, 42(2), 496–503. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.09.013>

Torrico, D. D., Wardy, W., Carabante, K. M., Pujols, K. D., Xu, Z., No, H. K., & Prinyawiwatkul, W. (2014). Quality of eggs coated with oil–chitosan emulsion: Combined effects of emulsifier types, initial albumen quality, and storage. *LWT - Food Science and Technology*, 57(1), 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.035>

Xu, L., Zhang, H., Lv, X., Chi, Y., Wu, Y., Shao, H., & Shao, H. (2017). Internal quality of coated eggs with soy protein isolate and montmorillonite: Effects of storage conditions Internal quality of coated eggs with soy protein isolate and. *International Journal of Food Properties*, 20(8), 1921–1934. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1224896>



**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Victor Veríssimo Cardoso Lima – 13%

Brenda de Oliveira Gomes – 13%

Mateus Pereira – 12%

Elynne Kysllen do Carmo Barros – 12%

Ana Lúcia Fernandes Pereira – 12%

Djany Souza Silva – 12%

Ednardo Rodrigues Freitas – 12%

Virginia Kelly Gonçalves Abreu – 14%