



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS



LEONARDO GUSTAVO SILVA RIBEIRO

APLICAÇÃO DE OVO DE CODORNA EM PÓ NA ELABORAÇÃO DE MACARRÃO:
IMPACTO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E SENSORIAIS

Patos de Minas

2023

LEONARDO GUSTAVO SILVA RIBEIRO

APLICAÇÃO DE OVO DE CODORNA EM PÓ NA ELABORAÇÃO DE MACARRÃO:
IMPACTO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E SENSORIAIS

Projeto Final de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Marieli de Lima

Coorientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Michelle Andriati Sentanin

Patos de Minas

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



HOMOLOGAÇÃO Nº 102

LEONARDO GUSTAVO SILVA RIBEIRO

Aplicação de ovo de codorna em pó na elaboração de macarrão: impacto nas propriedades físicas e sensoriais

Projeto Final de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

Prof.^a Dr.^a Marieli de Lima

Orientadora - FEQUI/UFU

Prof.^a Dr.^a Michelle Andriati Sentanin

Coorientadora - FEQUI/UFU

Prof.^a Dr.^a Letícia Rocha Guidi

FEQUI/UFU

Prof.^a Dr.^a Marta Fernanda Zotarelli

FEQUI/UFU

Patos de Minas, 12 de dezembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Marta Fernanda Zotarelli, Professor(a) do Magistério Superior**, em 12/12/2023, às 15:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Letícia Rocha Guidi, Professor(a) do Magistério Superior**, em 12/12/2023, às 15:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marieli de Lima, Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/01/2024, às 15:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Andriati Sentanin, Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/01/2024, às 15:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4904884** e o código CRC **A3509914**.

Referência: Processo nº 23117.055821/2023-76

SEI nº 4904884

AGRADECIMENTOS

Agradeço do fundo do meu coração à minha querida mãe, Aparecida Ângela da Silva, por todo o incentivo e empenho dedicados à minha educação e aos meus estudos, me proporcionando a base para alcançar esse objetivo. Minha irmã Talita, sobrinhas, madrinha Edna, padrinho Roberto e prima Roberta, agradeço o apoio e por estarem presentes em minha jornada. Ao Luís Otávio, meu companheiro de todos os momentos, agradeço por toda sua constante ajuda, incentivo e por ser meu pilar em todas as fases, sua presença tem sido fundamental em cada desafio enfrentado durante esse período.

Aos amigos que conheci durante a faculdade, a parceria de vocês foi fundamental. Valeu a pena todas as inúmeras horas de estudo e vivências compartilhadas. Aos técnicos de laboratório, meu sincero agradecimento pela colaboração durante a pesquisa.

Agradeço a todos os professores por compartilharem seus conhecimentos. Em especial, à minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Marieli de Lima e coorientadora Prof^ª. Dr^ª. Michelle Andriati Sentanin, expressei minha gratidão por aceitarem me orientar, pela disponibilidade, ajuda e por contribuírem com seus ensinamentos e experiências. Vocês são profissionais inspiradoras. Agradeço também à Prof^ª. Dr^ª. Letícia Rocha Guidi e Prof^ª. Dr^ª. Marta Fernanda Zotarelli por aceitarem o convite para integrar minha banca. É uma honra contar com a avaliação de professoras que deixaram uma marca tão positiva em minha jornada acadêmica.

Em geral, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu desenvolvimento acadêmico. Cada gesto de apoio e cada palavra de encorajamento foram fundamentais nessa jornada.

RESUMO

A massa alimentícia ganhou popularidade devido à facilidade de transporte, manuseio, cocção, armazenamento e boa palatabilidade. A inclusão de ovos na formulação de macarrão aumenta o valor nutricional e melhora a cor, textura e firmeza. Ovos de diferentes espécies, como a codorna, podem ser considerados como ingrediente na produção de macarrão. A utilização de ovo desidratado oferece vantagens, como maior tempo de estocagem e armazenamento em temperatura ambiente, e seu emprego demanda estudos para avaliar seu impacto nas características das massas alimentícias. Este estudo objetivou caracterizar ovos de codorna *in natura* e desidratados por dois métodos (estufa a 70 °C e liofilização) e avaliar sua influência na elaboração de macarrão seco, com ênfase nas propriedades físico-químicas. Além disso, buscou-se avaliar se os diferentes métodos de secagem do ovo de codorna exerceram influência nos atributos sensoriais do produto final. As análises de pH, cor instrumental, umidade e atividade de água foram conduzidas para os ovos de codorna, enquanto as formulações de macarrão foram submetidas a análises de umidade, atividade de água, cor instrumental, tempo de cozimento, índice de absorção de água, perda por cozimento, acidez, perfil de textura, além de análises sensoriais através dos testes de aceitação e de diferença do controle. Na caracterização dos ovos, os ovos de codorna líquido, seco em estufa e liofilizado apresentaram diferenças significativas nos parâmetros de pH (8,06 a 9,10) e cor, com tendência de aumento do pH com a desidratação. O método de secagem influenciou a cor dos pós obtidos, sendo que a secagem em estufa resultou em um pó mais escuro. Houve diferença nos resultados de umidade (2,21 e 3,06%) e atividade de água (0,18 e 0,26) para os ovos liofilizados e secos em estufa, ambos abaixo do limite estabelecido pela legislação para umidade. Quanto às formulações de macarrão, grande parte das análises, como umidade (8,77 a 8,88%), atividade de água (0,41 a 0,43), índice de absorção de água (282,39 a 302,06%), perda por cozimento (4,84 a 5,35%), e a maioria dos parâmetros do perfil de textura e cor instrumental, indicaram que os processos de secagem dos ovos de codorna não influenciaram as características das massas. As formulações divergiram no índice de acidez (2,59 a 4,09%), possivelmente devido à variação do pH decorrente dos processos de secagem, e no tempo de cozimento, resultante das diferenças de estrutura e interação com água dos pós obtidos. O teste de diferença do controle evidenciou que existe diferença entre as formulações. No entanto, no teste de aceitação, todas as amostras possuíram boa aceitação em relação aos atributos avaliados, com exceção do aroma no macarrão com ovo seco em estufa, que obteve índice de aceitação inferior a 70%. Dessa forma, os métodos de secagem não comprometeram

a maioria dos parâmetros analisados, sugerindo viabilidade desses processos para a produção de macarrões com ovos de codorna desidratados. Além disso, os resultados indicam que o ovo de codorna liofilizado demonstrou um desempenho ligeiramente superior na produção de macarrão para os testes de tempo de cozimento, índice de acidez e no teste de aceitação para os atributos de aparência, aroma, sabor e de maneira geral, em comparação ao ovo seco na estufa.

Palavras-chave: Análise sensorial. Caracterização. Ovo de codorna desidratado. Massa alimentícia.

ABSTRACT

The pasta gained popularity due to its ease of transport, handling, cooking, storage, and good palatability. The inclusion of eggs in pasta formulation increases nutritional value and improves color, texture, and firmness. Eggs from different species, such as quail, can be considered an ingredient in pasta production. Dehydrated eggs offer advantages such as longer storage time and storage at room temperature, and their use requires studies to evaluate their impact on pasta characteristics. This study aimed to characterize fresh and dehydrated quail eggs by two methods (70 °C oven and freeze-drying) and evaluate their influence on the preparation of dry pasta, emphasizing physicochemical properties. Additionally, the study sought to assess whether different quail egg drying methods influenced the sensory attributes of the final product. pH, instrumental color, moisture, and water activity analyses were conducted for quail eggs. At the same time, pasta formulations underwent analyses of moisture, water activity, instrumental color, cooking time, water absorption index, cooking loss, acidity, texture profile, as well as sensory analyses through acceptance and control difference tests. In the egg characterization, liquid, oven-dried, and freeze-dried quail eggs showed significant differences in pH parameters (8.06 to 9.10) and color, with a tendency for pH to increase with dehydration. The drying method influenced the color of the obtained powders, with oven drying resulting in a darker powder. There were differences in moisture results (2.21 and 3.06%) and water activity (0.18 and 0.26) for freeze-dried and oven-dried eggs, both below the limit established by legislation for moisture. Regarding pasta formulations, most analyses, such as moisture (8.77 to 8.88%), water activity (0.41 to 0.43), water absorption index (282.39 to 302.06%), cooking loss (4.84 to 5.35%), and most parameters of the texture profile and instrumental color, indicated that quail egg drying processes did not influence the characteristics of the pastes. The formulations differed in acidity index (2.59 to 4.09%), possibly due to pH variation resulting from drying processes, and in cooking time, resulting from differences in structure and interaction of the obtained powders with water. The control difference test showed that there is a difference between the formulations. However, in the acceptance test, all samples had good acceptance regarding the evaluated attributes, except for the aroma in the oven-dried egg pasta, which obtained an acceptance index below 70%. Thus, the drying methods did not compromise most of the analyzed parameters, suggesting the feasibility of these processes producing pasta with dehydrated quail eggs. Furthermore, the results indicate that freeze-dried quail egg showed

slightly superior performance in pasta production for cooking time tests, acidity index, and in the acceptance test for appearance, aroma, flavor, and overall, compared to oven-dried eggs.

Keywords: Sensory analysis. Characterization. Dehydrated quail egg. Pasta.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 Aquisição das matérias-primas	15
2.2 Preparo da matéria-prima	15
2.3 Caracterização do ovo de codorna líquido homogeneizado.....	16
2.3.1 pH	16
2.3.2 Cor instrumental	16
2.4 Obtenção e caracterização do ovo de codorna em pó.....	17
2.4.1 Secagem por estufa	17
2.4.2 Secagem por liofilização.....	18
2.4.3 Desfragmentação dos ovos desidratados	18
2.4.4 pH	18
2.4.5 Cor instrumental	18
2.4.6 Umidade.....	19
2.4.7 Atividade de água	19
2.5 Macarrão	19
2.5.1 Processamento da massa.....	19
2.5.2 Secagem	20
2.5.3 Umidade.....	20
2.5.4 Atividade de água	21
2.5.5 Cor instrumental	21
2.5.6 Tempo de cozimento.....	21
2.5.7 Índice de absorção de água	21
2.5.8 Perda por cozimento	22
2.5.9 Acidez	22
2.5.10 Perfil de textura.....	23
2.6 Análise sensorial.....	23
2.6.1 Teste de aceitação	24
2.6.2 Teste de diferença do controle	24
2.7 Análise estatística.....	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.1 Caracterização do ovo de codorna líquido e em pó	25
3.1.1 pH	25

3.1.2	Cor instrumental	26
3.1.3	Umidade e atividade de água	27
3.2	Caracterização dos macarrões.....	28
3.2.1	Umidade e atividade de água	28
3.2.2	Cor instrumental	29
3.2.3	Tempo de cozimento.....	30
3.2.4	Índice de absorção de água	31
3.2.5	Perda por cozimento	31
3.2.6	Índice de acidez	32
3.2.7	Perfil de textura.....	32
3.3	Análise sensorial.....	35
3.3.1	Teste de aceitação	35
3.3.2	Teste de diferença do controle	37
4	CONCLUSÃO.....	38
5	REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICE A		45
APÊNDICE B.....		48
APÊNDICE C		51
APÊNDICE D		52

1 INTRODUÇÃO

A massa alimentícia é um alimento tradicional feito a partir de cereais, sendo popularizada devido à facilidade de transporte, manuseio, cocção, armazenamento e boa palatabilidade (Akillioglu e Yalcin, 2010). Além disso, o macarrão é um produto acessível para indivíduos de baixa renda (Martinez et al., 2007). Em 2021, foram produzidas cerca de 16,9 milhões de toneladas de massa em todo o mundo (IPO, 2021), sendo a Itália o maior produtor, seguida dos Estados Unidos, Brasil, Turquia e Rússia (Bresciani et al., 2022).

A Resolução nº 93 de 31 de outubro de 2000, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), traz a definição de massa alimentícia.

Massa alimentícia é o produto não fermentado, apresentado sob várias formas, recheado ou não, obtido pelo empasto, amassamento mecânico de farinha de trigo comum e ou sêmola/semolina de trigo e ou farinha de trigo integral e ou farinha de trigo *durum* e ou sêmola/semolina de trigo *durum* e ou farinha integral de trigo comum e ou derivados de cereais, leguminosas, raízes ou tubérculos, adicionado ou não de outros ingredientes e acompanhado ou não de temperos e ou complementos, isoladamente ou adicionados diretamente à massa (Brasil, 2000).

Este produto é classificado quanto ao teor de umidade, em que a massa alimentícia seca deve apresentar umidade máxima de 13,0%, massa alimentícia úmida ou fresca deve possuir umidade máxima de 35,0%, massa alimentícia instantânea ou pré-cozida desidratada por fritura deve apresentar umidade máxima de 10,0% e massa alimentícia instantânea ou pré-cozida desidratada por ar quente ou outros meios deve possuir umidade máxima de 14,5% (Brasil, 2000).

De acordo com informações da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI, 2023), em 2022, o consumo total de massas alimentícias no Brasil, foi aproximadamente de 1,284 milhões de toneladas. Deste total, as massas secas corresponderam a 81% do volume de vendas, seguidas pelas massas instantâneas com 14,5% e pelas massas frescas refrigeradas com 4,5%.

Os ingredientes básicos de um macarrão com ovos são farinha de trigo, água e ovos. Para seu preparo, é importante a utilização de água potável e com baixo teor de sais minerais, pois os mesmos interagem com o glúten e, consequentemente, influenciam a textura da massa (Guerreiro, 2006).

Triticum durum, *Triticum aestivum*, e *Triticum compactum* são os três tipos genéticos de trigos cultivados comercialmente (Hoseney e Rogers, 1990). A farinha de *Triticum durum* apresenta coloração amarelada devido aos pigmentos carotenoides presentes, e possui uma qualidade de glúten que torna viável a produção de massas alimentícias. As massas feitas a partir da semolina de *Triticum durum* demonstram excelentes características de qualidade, como textura firme após o cozimento e ausência de adesividade excessiva. Embora o trigo durum seja reconhecido como a matéria-prima ideal para a produção de massas alimentícias, em alguns países é permitido o uso de outras variedades de trigo (Chang e Flores, 2004). Dessa forma, em diversos países, os produtores optam por utilizar a farinha de trigo comum devido ao seu menor custo, em vez da semolina de *Triticum durum*, que possui exigências específicas de cultivo e rendimento inferior, o que contribui para o aumento do seu preço (Teterycz et al., 2019).

O uso de ovos provenientes de espécies diferentes da galinha, como pato, codorna, faisão, peru, ganso ou avestruz, pode ser considerado como ingredientes alternativos na produção de massas alimentícias (Alamprese, 2017). Em 2021, foram produzidas no Brasil 4,85 bilhões de dúzias de ovos de galinha. A produção dos ovos de codorna também se destacou, chegando a 273,75 milhões de dúzias (IBGE, 2022).

Os ovos de codorna apresentam uma concentração de nutrientes muito semelhante à dos ovos de galinha, inclusive em termos de qualidade proteica, levando em consideração a composição de aminoácidos e a digestibilidade das proteínas. No entanto, possuem maiores teores de gordura (11,09 g contra 9,51 g por 100 g do ovo de galinha), energia (158 Kcal contra 143 Kcal por 100 g) e alguns minerais, como o cálcio (64 mg contra 56 mg por 100 g), ferro (3,65 mg contra 1,75 mg por 100 g) e fósforo (226 mg contra 198 mg por 100 g). Além disso, o ovo de codorna apresenta um teor de colesterol superior (844 mg por 100 g) quando comparado ao ovo de galinha (372 mg por 100 g) (Oliveira e Oliveira, 2013).

A inclusão de ovos na massa aumenta seu valor nutricional melhora a coloração e sua elasticidade, reduzindo a quantidade de resíduos na água de cozimento e, conseqüentemente, diminui a pegajosidade da massa (Ormenese et al., 2004). Devido ao alto teor de carotenoides, as gemas proporcionam à massa uma coloração mais amarelada. A clara de ovo auxilia na formação de uma rede compacta de proteínas na massa, resultando em um produto mais firme. A albumina do ovo, principal proteína presente na clara, possui um papel crucial na formação de uma rede tensa de proteínas, originando um produto mais resistente antes e após

o cozimento. A albumina, que apresenta quatro tióis de cisteína livres e uma ponte dissulfeto, possui capacidade de interação com as proteínas do glúten através de processos de troca de dissulfeto, onde fortalece a rede de proteínas e impede o inchaço do amido durante a cocção, obtendo massas com melhor comportamento de cozimento (Alamprese, 2017). Ademais, os lipídios presentes no ovo, particularmente os monoacilgliceróis e os ácidos graxos livres, interagem com a amilose durante o processo de cozimento da massa, limitando sua solubilidade em água. Esse efeito resulta em uma menor perda de matéria seca durante o cozimento, conferindo maior firmeza e reduzindo a pegajosidade do macarrão cozido (Teterycz et al., 2019).

O processamento industrial dos ovos reduz alguns problemas como a dificuldade de conservação e degradação da qualidade interna, a fragilidade da casca com perdas por quebras no transporte e estocagem, os riscos de contaminação microbiológica e a grande geração de resíduos e cascas dentro da indústria (Oliveira e Oliveira, 2013). Além disso, o ovo de codorna possui menor consumo devido ao seu tamanho, que é aproximadamente 1/5 do tamanho dos ovos de galinha, restringindo seu uso como ingrediente *in natura* nas indústrias (Moreira et al., 2023). Dessa forma, a secagem pode ser uma alternativa às restrições dos ovos de codorna promovendo sua utilização como ingrediente, entretanto, o processo de desidratação do ovo deve manter suas características semelhantes às do ovo *in natura*, especialmente suas propriedades funcionais, tornando-o adequado para utilização na indústria de alimentos. A retirada da água dos alimentos em níveis apropriados estagna o crescimento microbiológico e reduz a velocidade de ocorrência de reações químicas, como a reação de Maillard, responsável pela perda de qualidade e características funcionais do ovo (Moreira et al., 2023; Oliveira e Oliveira, 2013).

Os ovos podem ser incorporados às massas em suas formas fresca, congelada ou desidratada. O ovo desidratado oferece algumas vantagens em comparação com a forma líquida, como o armazenamento em temperatura ambiente por um período relativamente longo, dispensando a necessidade de câmaras frigoríficas, possui facilidade de transporte e manipulação, possui boa homogeneidade e pode ser adicionado diretamente à farinha, eliminando a necessidade de tanques e bombas. O ovo em pó é obtido por meio do processo de desidratação do ovo pasteurizado. A pasteurização é empregada com o objetivo de assegurar a ausência de microrganismos patogênicos, principalmente salmonelas, resultando em um produto com tempo de conservação prolongado e seguro para o consumo (Oliveira e Oliveira, 2013; Ormenese et al., 2004).

Diante do exposto, a literatura necessita de estudos sobre a aplicação do ovo de codorna em pó como ingrediente no desenvolvimento de produtos, visto que existem poucos estudos disponíveis referentes ao assunto. Devido ao impacto positivo das funcionalidades dos ovos na fabricação de macarrão, é de suma importância que novos estudos sejam executados para avaliar como diferentes métodos de secagem dos ovos de codorna interferem nas características das massas alimentícias produzidas a partir dos ovos de codorna desidratados.

Desta forma, este estudo objetivou caracterizar os ovos de codorna *in natura* e desidratados por dois métodos (estufa a 70 °C e por liofilização) e investigar a sua influência na elaboração de macarrão seco, com ênfase nas propriedades físico-químicas (cor instrumental, umidade, atividade de água, tempo de cozimento, índice de absorção de água, perda por cozimento, acidez e perfil de textura instrumental) e a análise sensorial (teste de aceitação e teste de diferença do controle) dos macarrões elaborados com ovos de codorna.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Aquisição das matérias-primas

Os ovos de codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) e a farinha de trigo para elaboração do macarrão foram adquiridos no comércio da cidade de Patos de Minas/MG, de um único fornecedor, objetivando a padronização da matéria-prima. Os experimentos foram realizados nos laboratórios de Análise Sensorial, Análise Instrumental e de Química de Alimentos do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Patos de Minas.

2.2 Preparo da matéria-prima

Todos os ovos de codorna foram quebrados, homogeneizados, peneirados e pasteurizados em banho termostático (Q334M-28, Quimis, Diadema, SP) (Figura 1). A pasteurização foi feita a uma temperatura de 60 °C por 3,5 minutos, de acordo com o estabelecido pela Portaria nº 1, de 21 de fevereiro de 1990 (Brasil, 1990). Em seguida, as amostras foram resfriadas em banho de gelo até atingirem a temperatura ambiente.

Figura 1 – Equipamento de banho termostático.



Fonte: Autoria própria (2023).

Em cada análise será informado o número total de repetições (n), que se refere ao número de replicatas multiplicado pelo número de bateladas realizadas (3) em cada condição (ovo de codorna líquido, seco em estufa e liofilizado).

2.3 Caracterização do ovo de codorna líquido homogeneizado

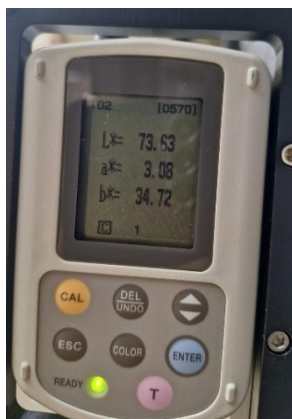
2.3.1 pH

Para determinação do pH foi utilizado o método potenciométrico seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi medido em potenciômetro, calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7. 25 mL da amostra foram colocados em um béquer e feita a leitura direta do pH pelo pHmetro (Ms TecnoPON – LUCA-210). As análises foram realizadas em triplicata (n = 9).

2.3.2 Cor instrumental

A determinação foi realizada por colorímetro digital (CR400 – Minolta Company, Tóquio, Japão) (Figura 2). As cores foram mensuradas em escala CIE $L^*a^*b^*$ e expressas em termos de luminosidade ($L^* = 0$: preto e $L^* = 100$: branco) e cromaticidade ($-a^*$ = verde e $+a^*$ = vermelho; $-b^*$ = azul e $+b^*$ = amarelo). As análises foram realizadas em quintuplicata (n = 15).

Figura 2 – Análise de cor por colorímetro digital.



Fonte: Autoria própria (2023).

2.4 Obtenção e caracterização do ovo de codorna em pó

2.4.1 Secagem por estufa

Em bandejas de alumínio de 25 cm de diâmetro, as quais estavam recobertas com filme de policloreto de vinila (PVC), aproximadamente 70 g de ovo de codorna líquido pasteurizado foram uniformemente distribuídos sobre o filme. Posteriormente, os ovos foram submetidos à secagem a 70 °C por 5,5 horas em estufa com circulação forçada de ar (Q314M252, Quimis, Diadema, SP), como mostrado na Figura 3, conforme adaptação das condições do trabalho de Moreira et al. (2023).

Figura 3 – Estufa convectiva.



Fonte: Autoria própria (2023).

2.4.2 Secagem por liofilização

Em cada bandeja, aproximadamente 70 g de ovo de codorna líquido pasteurizado foi congelado em Ultra Freezer (IULT 335 D, Indrel Scientific, Tiradentes, SP) a $-59\text{ }^{\circ}\text{C}$ (± 1) por, no mínimo, 12 horas. Posteriormente, foi liofilizado em Liofilizador (L101, Liotop®, Liobras, São Carlos, SP) (Figura 4) com pressão inferior a $500\text{ }\mu\text{mHg}$ durante 48 horas (Moreira et al., 2023).

Figura 4 – Liofilizador.



Fonte: Autoria própria (2023).

2.4.3 Desfragmentação dos ovos desidratados

O produto obtido da secagem convectiva foi triturado por meio da utilização de um processador doméstico (mixer) com potência de 400 W (R1136/41, Philips Walita), com aplicação de pulsos em modo normal. O produto obtido da liofilização foi desfragmentado utilizando almofariz e pistilo (Moreira et al., 2023).

2.4.4 pH

O ovo desidratado foi reconstituído na proporção em massa de 1 parte do produto para 3 partes de água livre de gás carbônico (Brasil, 2022a). Em seguida, seguiu-se os procedimentos descritos no item 2.3.1. As análises foram realizadas em triplicata ($n = 9$).

2.4.5 Cor instrumental

As análises de cor foram efetuadas conforme procedimentos descritos no item 2.3.2. As análises foram realizadas em quintuplicata ($n = 15$).

2.4.6 Umidade

Foram pesados 2 g da amostra em cadinhos previamente tarados e, na sequência, os mesmos foram levados à estufa com circulação forçada de ar (Q314M252, Quimis, Diadema, SP), onde foram aquecidos durante 4 horas a uma temperatura de 105 °C. Após o aquecimento, os cadinhos foram colocados em um dessecador até atingirem a temperatura ambiente e, posteriormente, pesados. A operação descrita foi repetida até o momento em que a massa da amostra fosse constante (Instituto Adolfo Lutz, 2008). As análises foram realizadas em triplicata (n = 9).

2.4.7 Atividade de água

A mensuração foi feita por leitura direta em um analisador de atividade de água AQUALAB PRE (Meter Group). As análises foram realizadas em triplicata (n = 9).

2.5 Macarrão

2.5.1 Processamento da massa

As proporções dos ingredientes utilizados nas formulações de macarrão neste estudo foram inspiradas a partir do trabalho de Ormenese et al. (2004). Posteriormente, por meio de testes preliminares, essas proporções foram ajustadas de acordo com os objetivos deste trabalho, que consistia em avaliar o efeito do ovo de codorna desidratado por dois processos distintos na formulação de macarrão. As formulações utilizadas estão apresentadas na Tabela 1. Para a formulação de macarrão com ovo de codorna líquido, o ovo foi adicionado à massa juntamente com a água destilada. Enquanto para a fabricação dos macarrões com ovos de codornas secos, primeiramente, os ovos foram reidratados, e, em seguida, adicionados com o restante da quantidade total de água destilada. Os ingredientes foram misturados manualmente até obtenção de uma massa homogênea e, posteriormente, as massas formadas foram deixadas em descanso por aproximadamente 30 minutos. Após isso, foi feita a abertura e corte com o auxílio de uma máquina de macarrão (Hercules – Mundial AS – PM30-000), que contém rolos para abertura da massa e cilindros para corte tipo linguini (Figura 5). A massa foi aberta até atingir uma espessura de 1,35 mm e cortada em tiras de 2,20 mm de largura.

Tabela 1 – Formulações das massas alimentícias.

Formulações	Farinha de trigo (g)	Ovo de codorna (g)	Água destilada (g)
M-LIQ	100	25	25
M-EST	100	7,075	42,925
M-LIOF	100	7,075	42,925

M-LIQ: macarrão com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão com ovo de codorna seco por estufa; M-LIOF: macarrão com ovo de codorna liofilizado.

Figura 5 – Corte da massa em máquina de macarrão.



Fonte: Autoria própria (2023).

2.5.2 Secagem

Os macarrões foram dispostos em bandejas recobertas com papel alumínio e secos a 45 °C por 4 horas em estufa com circulação forçada de ar (Q314M252, Quimis, Diadema, SP). Em seguida, os macarrões secos foram armazenados em sacos de polietileno selados a temperatura ambiente até serem analisados (Espinosa-Solis et al., 2019).

2.5.3 Umidade

As massas secas foram trituradas utilizando almofariz e pistilo (Figura 6) e, em seguida, a umidade foi determinada de acordo com os procedimentos descritos no item 2.4.6. As análises foram realizadas em triplicata (n = 9).

Figura 6 – Cadinhos com amostras de macarrões e ovos secos antes da análise de umidade.



Fonte: Autoria própria (2023).

2.5.4 Atividade de água

Primeiramente, as massas secas foram trituradas utilizando almofariz e pistilo e, em seguida, a atividade de água foi realizada conforme procedimentos descritos no item 2.4.7. As análises foram realizadas em triplicata ($n = 9$).

2.5.5 Cor instrumental

A análise de cor instrumental foi feita para as massas antes e após o cozimento, sendo realizada de acordo com os procedimentos descritos no item 2.3.2. As análises foram realizadas em quintuplicata ($n = 15$).

2.5.6 Tempo de cozimento

Foi determinado pela cocção de 10 g de amostra em 140 ml de água destilada em um béquer sob placa aquecedora (IKA C-MAG HS7) a 350 °C, até atingir o tempo de cozimento, o qual é caracterizado pela gelatinização do amido em toda a massa. Este ponto é determinado pela compressão da massa cozida entre duas lâminas de vidro até o desaparecimento do eixo branco central, o qual deve ser avaliado a cada minuto, após 5 minutos de cozimento (Adaptado de Chang e Flores, 2004).

2.5.7 Índice de absorção de água

O índice de absorção de água, expresso como o aumento do peso da massa durante o cozimento, foi avaliado pela pesagem da massa antes e após a cocção. Dez gramas de amostra foram cozidas em 140 mL de água destilada e, após o tempo ideal de cozimento, o macarrão

cozido foi escorrido por 3 minutos e pesado. O índice foi determinado através da Equação 1 (Espinosa-Solis et al., 2019; Giménez et al., 2013).

$$\text{Índice de absorção de água} = \frac{\text{massa do macarrão cozido (g)} - \text{massa do macarrão cru (g)}}{\text{massa do macarrão cru (g)}} \times 100 \quad (1)$$

2.5.8 Perda por cozimento

Para a avaliação das perdas por cozimento, a água de cozimento, resultante da determinação do índice de absorção de água, foi colocada em recipiente de vidro e seca em estufa (Q314M252, Quimis, Diadema, SP) a 105 °C até peso constante. O resultado foi expresso em porcentagem em relação à massa de macarrão cru (Giménez et al., 2013).

2.5.9 Acidez

Dez gramas da amostra foram triturados com almofariz e pistilo e, em seguida, diluídos em 100 mL de água destilada. Acrescentou-se à solução, 1 mL de solução saturada de cloreto de cálcio e 2 gotas do indicador fenolftaleína. Por fim, foi feita a titulação (Figura 7) com solução de hidróxido de sódio 0,01 M até coloração rósea. A acidez foi determinada através da equação 2 (Adaptado de Menegassi e Leonel, 2006).

$$\text{Acidez (mL de NaOH / 100 g de matéria seca)} = \frac{V \times f \times 100}{100} \quad (2)$$

V se refere à quantidade de NaOH (em mL) usada na titulação e f à normalidade da solução de NaOH utilizada.

Figura 7 – Titulação para determinação de acidez.

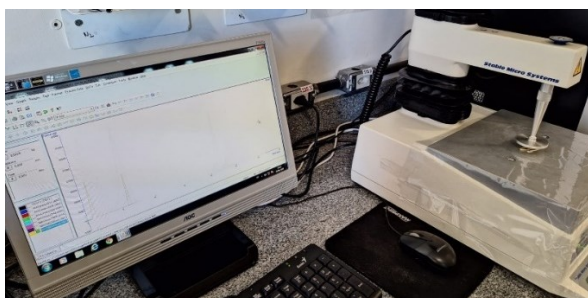


Fonte: Autoria própria (2023).

2.5.10 Perfil de textura

O perfil de textura (TPA) foi avaliado nas massas antes e após o cozimento. Para tal, foi utilizado o texturômetro TA-XT2i Stable Micro System, conforme representado na Figura 8. Os parâmetros avaliados foram dureza (N), adesividade (g*s), elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência. O ensaio foi realizado em quintuplicata ($n = 15$), utilizando probe cilíndrica de 50 mm de diâmetro e 4 mm de altura e com as seguintes condições de teste: velocidade de pré-teste, teste e pós-teste: 2,0 mm/s; taxa de compressão: 60%. As amostras de macarrão, tanto cruas quanto cozidas, foram dispostas dentro da área delimitada pelo diâmetro de 50 mm da probe, com o intuito de padronizar a área na qual a força estava sendo aplicada. Os dados foram analisados no software “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

Figura 8 – Análise de TPA em texturômetro.



Fonte: Autoria própria (2023).

2.6 Análise sensorial

O teste foi conduzido no laboratório de Análise Sensorial do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Patos de Minas, em cabines individuais. A sessão só foi iniciada após a leitura e assinatura, por parte dos provadores, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndices A e B).

As amostras de macarrão foram cozidas em porções de 6,5 g de macarrão cru, em água em ebulição acrescida de cloreto de sódio na proporção 1% (m/v), durante 10 minutos, escoadas e servidas imediatamente, sem adição de qualquer tipo de molho.

2.6.1 Teste de aceitação

O teste de aceitação das amostras de macarrão foi realizado com 90 provadores, potenciais consumidores do produto, com idade entre 18 e 60 anos, de ambos os sexos. Cerca de 18 gramas de cada uma das três amostras foram servidas monadicamente de forma aleatorizada e balanceada, em pratos descartáveis codificados com três dígitos, e foram avaliadas em relação aos atributos: aparência, aroma, textura, sabor e de maneira geral por meio de uma ficha contendo escala hedônica verbal de nove pontos (Apêndice C) (Stone e Sidel, 2004).

Os resultados foram apresentados como média e índice de aceitação, este último expresso pela Equação 3 (Dutcosky, 2019).

$$\text{Índice de aceitação (\%)} = \frac{\text{nota média obtida pela amostra}}{\text{maior nota dada à amostra}} \times 100 \quad (3)$$

2.6.2 Teste de diferença do controle

A intenção do teste foi avaliar se havia diferença significativa entre as amostras e uma referência ou tratamento controle e estimar o grau dessa diferença. O grupo de provadores foi composto de 51 pessoas não treinadas, representativas do público-alvo, com idade entre 18 e 60 anos, de ambos os sexos (Stone e Sidel, 2004).

O avaliador recebeu, simultaneamente, uma amostra-controle (macarrão produzido com ovo líquido pasteurizado) especificada com a letra C e as demais amostras (macarrão com ovos desidratados) foram codificadas com três dígitos, todas em pratos descartáveis. Foi solicitado ao provador experimentar as amostras comparando-as com a padrão, marcando sua opinião em uma ficha (Apêndice D), com escala feita para esse propósito.

2.7 Análise estatística

Os dados foram tratados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias (Tukey), com nível de significância de 5%. Quando os dados não apresentaram normalidade e homoscedasticidade, foi realizado o teste não-paramétrico de Kruskal Wallis com ajuste Bonferroni, utilizado para os resultados das análises de umidade do macarrão, mastigabilidade para a massa seca, parâmetros de cor b^* e L^* dos ovos de codorna, a^* e b^* das massas secas e a^* e L^* das massas cozidas. Para a análise dos dados de umidade dos ovos de codorna secos, foi utilizado, o teste de Wilcoxon. Já para o teste de diferença do

controle, realizado na análise sensorial, foi executado o teste de Dunnett. Foi utilizado o software estatístico R Core Team versão 4.1.2 (2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do ovo de codorna líquido e em pó

3.1.1 pH

Estão apresentados na Tabela 2 os resultados de pH para o ovo integral de codorna líquido e desidratado.

Tabela 2 – pH do ovo de codorna líquido pasteurizado e em pó.

	pH
Ovo líquido	8,06 ^a
Ovo seco em estufa reconstituído	8,57 ^b
Ovo liofilizado reconstituído	9,10 ^c

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

O pH é um parâmetro muito relevante que pode ser utilizado como medida de qualidade, sendo um bom indicativo do estado de frescor dos ovos (Oliveira e Oliveira, 2013). A Legislação Brasileira estabelece que ovos integrais líquidos pasteurizados devem possuir pH na faixa de 7,0 a 7,8 e ovos desidratados na faixa de 7,0 a 9,0 (Brasil, 2022b). Dessa forma, os valores obtidos neste estudo para o ovo de codorna líquido e liofilizado estão acima do preconizado pela legislação, o que pode ser atribuído ao aumento do pH durante o armazenamento, fenômeno comum em ovos, uma vez que a obtenção da matéria-prima ocorreu em mercado local, o que resulta em diferentes datas de postura das aves. Ekpo et al. (2022) encontraram valores de pH de 7,9 para ovos de codorna pasteurizados, 8,2 para ovos de codorna secos em ar quente e 8,8 para ovos de codorna liofilizados, valores relativamente próximos aos obtidos nesse estudo (Tabela 2). O aumento do pH após a secagem é explicado pela evaporação de dióxido carbono dissolvido no ovo líquido e pela exposição de aminoácidos como a lisina e arginina (Ayadi et al., 2008). Os menores valores de pH obtidos para o ovo seco em estufa em relação ao liofilizado, podem ser atribuídos à geração de compostos ácidos resultantes da reação de Maillard, em virtude da alta temperatura de secagem (Cepeda-Vázquez et al., 2018).

3.1.2 Cor instrumental

Na Figura 9 estão apresentadas fotografias dos ovos de codorna em pó obtidos pelos diferentes métodos de secagem.

Figura 9 – Aspecto visual dos ovos de codorna desidratados por diferentes métodos de secagem.



A: produzido por secagem convectiva; B: produzido por liofilização.

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados das análises de cor do ovo integral de codorna líquido e desidratado.

Tabela 3 – Cor do ovo de codorna líquido pasteurizado e em pó.

	L*	a*	b*
Ovo líquido	72,92 ^a	2,53 ^a	34,51 ^a
Ovo seco em estufa	35,60 ^b	5,85 ^b	27,05 ^b
Ovo liofilizado	45,09 ^c	2,16 ^a	22,44 ^c

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Menores valores de L^* indicam luminosidade mais baixa (produto mais escuro), maiores valores de a^* indicam coloração avermelhada mais acentuada e maiores valores de b^* indicam coloração amarelada mais acentuada. Através da Figura 9 e da Tabela 3, pode-se observar que o ovo de codorna seco em estufa convectiva apresentou coloração mais escura que os demais. A secagem em estufa convectiva é realizada em altas temperaturas e na presença de oxigênio, esses fatores contribuem para a ocorrência de oxidação lipídica (Zamora e Hidalgo, 2011) e para a reação de Maillard, resultando no escurecimento do pó (Hammershøj et al., 2004). O ovo de codorna liofilizado apresentou maior luminosidade que o

seco em estufa pelo fato do processo de liofilização acontecer em baixas temperaturas, sob vácuo e ter relativa ausência de água líquida, minimizando o escurecimento enzimático, a reação de Maillard, desnaturação de proteínas e reações enzimáticas (Mujumdar, 2006). Os valores dos parâmetros de cor dos ovos de codorna desidratados não são comparáveis aos ovos de codorna líquidos, uma vez que não foi realizada a análise de cor instrumental para os ovos secos reconstituídos. A falta dessa análise específica impede uma comparação direta dos parâmetros de cor entre as duas formas de ovos.

3.1.3 Umidade e atividade de água

Estão apresentados na Tabela 4 os resultados de umidade e atividade de água para o ovo de codorna desidratado.

Tabela 4 – Umidade e atividade de água do ovo de codorna em pó.

	Umidade b.u. (%)	Aw
Ovo seco em estufa	3,06 ^a	0,26 ^a
Ovo liofilizado	2,21 ^b	0,18 ^b

b.u.: base úmida. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Mesmo a umidade dos pós apresentando resultados diferentes significativamente, ambos demonstraram umidade final inferior a 4%, que é o limite máximo para ovos desidratados de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de ovo integral pasteurizado e de ovo desidratado (Brasil, 2022b).

Os parâmetros utilizados para comercialização de alimentos secos são umidade e atividade de água menores que 5% e 0,3, respectivamente, pois evitam a ocorrência de reações enzimáticas indesejáveis e dificultam o crescimento da maioria dos microrganismos (A et al., 2015; Henríquez et al., 2013). Para garantir estabilidade do ovo integral desidratado, geralmente é estabelecido que a atividade de água deve ser menor que 0,4 e umidade abaixo de 5% (Koç et al., 2011).

Moreira et al. (2023) realizaram a caracterização de ovos de codorna em pó por diferentes métodos de secagem e obtiveram resultados de umidade de 3,2% para secagem em estufa convectiva e 1,1% para liofilização, relativamente próximos dos valores obtidos neste estudo (Tabela 4). Velioglu (2019) determinou propriedades do ovo de codorna liofilizado e

obteve um valor de umidade de 2,0%, coerente com o valor obtido para ovo de codorna liofilizado neste estudo.

3.2 Caracterização dos macarrões

3.2.1 Umidade e atividade de água

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados das análises de umidade (em base úmida) e atividade de água (A_w) dos macarrões secos.

Tabela 5 – Umidade e atividade de água das formulações de macarrão seco.

	Umidade (%)	A_w
M-LIQ	8,88 ^a	0,41 ^a
M-EST	8,77 ^a	0,43 ^a
M-LIOF	8,82 ^a	0,42 ^a

M-LIQ: macarrão seco com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão seco com ovo de codorna seco em estufa convectiva; M-LIOF: macarrão seco com ovo de codorna liofilizado. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Conforme observado na Tabela 5, os resultados de umidade e atividade de água não obtiveram diferença significativa entre as três formulações. De acordo com a Resolução nº 93, de 31 de outubro de 2000, para a classificação de “massa alimentícia seca”, o produto deve possuir umidade máxima de 13,0% em base úmida (Brasil, 2000), dessa forma, as três formulações apresentaram valores abaixo do máximo estabelecido pela legislação. Os resultados obtidos para a umidade nas amostras deste estudo demonstram similaridade com os achados por Remonato et al. (2017), os quais analisaram a qualidade de macarrão tipo talharim elaborado com farinha de batata doce. Em sua pesquisa, os autores registraram teores de umidade de 8,40% para a formulação produzida com farinha de trigo e ovos, e 8,47% para a formulação contendo farinha de trigo, farinha de batata doce e ovos. De acordo com a literatura (Franco e Landgraf, 2008), o valor de atividade de água de 0,60 é considerado limitante para a multiplicação de microrganismos. As três formulações apresentaram valores de atividade de água abaixo de 0,60, garantindo assim, uma boa estabilidade para o produto. Altos teores de umidade e atividade de água, como ocorre em macarrão fresco, propiciam alterações bioquímicas e o crescimento microbiano, tornando o produto altamente suscetível à deterioração e resultando em uma vida útil bastante curta (Li et al., 2017). Nesse contexto, a

secagem do macarrão garante maior estabilidade, pois minimiza as condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos, prolongando a vida útil do produto.

3.2.2 Cor instrumental

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados das análises de cor dos macarrões antes e após cozimento.

Tabela 6 – Análises de cor dos macarrões antes e após a cocção.

Parâmetros		M-LIQ	M-EST	M-LIOF
L*	Cru	39,27 ^a	37,51 ^a	38,08 ^a
	Cozido	59,92 ^a	55,56 ^a	58,14 ^a
a*	Cru	1,03 ^a	0,99 ^a	0,89 ^a
	Cozido	-2,24 ^a	-1,89 ^b	-2,27 ^a
b*	Cru	13,65 ^a	13,21 ^a	13,26 ^a
	Cozido	9,37 ^a	10,00 ^a	9,62 ^a

M-LIQ: macarrão com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão com ovo de codorna seco em estufa convectiva; M-LIOF: macarrão com ovo de codorna liofilizado. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

A cor desempenha um papel muito importante nos alimentos, incluindo o macarrão, visto que pode influenciar na aceitação do produto pelos consumidores. Em relação aos parâmetros L* ($L^* = 0$: preto e $L^* = 100$: branco) e b* ($-b^*$ = azul e $+b^*$ = amarelo), todas as formulações obtiveram valores muito próximos, não apresentando diferença significativa entre si, tanto antes, quanto depois do cozimento. Após a cocção, houve um aumento da variável L* e uma diminuição da variável b*, ou seja, as massas cozidas apresentaram maior luminosidade e menor cor amarelada, o que está de acordo com os resultados de Bouasla et al. (2017), devido a degradação e dissolução de pigmentos pela água quente (Giuberti et al., 2015). Para o parâmetro a* ($-a^*$ = verde e $+a^*$ = vermelho), as massas secas não apresentaram diferenças entre si, entretanto, após o cozimento, a massa elaborada com ovo de codorna seco na estufa apresentou diferença significativa das demais. Além disso, antes da cocção as amostras apresentaram tendência ao vermelho e após o cozimento tenderam ao verde. De modo geral, mesmo os ovos de codorna (líquidos e secos) apresentando diferenças significativas na cor instrumental (Tabela 3), essa diferença não foi observada nas massas em que esses ovos foram adicionados como ingredientes. Uma possível explicação para essa ausência de variação na cor das formulações de macarrão pode estar associada à proporção

relativamente pequena de ovo de codorna na formulação, quando comparada a outros ingredientes, como a farinha de trigo.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados das análises dos parâmetros de cozimento e do índice de acidez das três formulações de macarrão.

Tabela 7 – Parâmetros de cozimento e índice de acidez das formulações de macarrão.

	Tempo de cozimento (min)	Índice de absorção de água (%)	Perda por cozimento (%)	Índice de acidez (%)
M-LIQ	12,33 ^{ab}	282,39 ^a	4,84 ^a	4,09 ^a
M-EST	12,67 ^a	287,64 ^a	5,35 ^a	3,90 ^a
M-LIOF	11,78 ^b	302,06 ^a	5,00 ^a	2,59 ^b

M-LIQ: macarrão com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão com ovo de codorna seco em estufa convectiva; M-LIOF: macarrão com ovo de codorna liofilizado. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

3.2.3 Tempo de cozimento

O tempo ótimo de cozimento do macarrão elaborado com ovo de codorna líquido (12,33 min) não diferiu significativamente das demais formulações. Entretanto, as duas formulações produzidas com ovos secos obtiveram diferença significativa entre si neste parâmetro, em que a massa desenvolvida com ovo de codorna liofilizado apresentou um menor tempo de cozimento que a massa feita com ovo de codorna seco na estufa. Durante o processo de cozimento, a água se concentra inicialmente na superfície da massa e desloca-se em direção às regiões internas. Esse fenômeno é mediado pela capacidade de absorção de água, que, por sua vez, depende da difusão através da matriz (Sicignano et al., 2015). No estudo realizado por Moreira et al. (2023), as análises da morfologia das partículas revelaram que o ovo de codorna seco em estufa convectiva exibiu partículas mais densas e rugosas, ao passo que o ovo de codorna liofilizado apresentou formas mais irregulares e menos densas. Quanto à reidratação, os resultados demonstraram maior dissolução em água para o ovo de codorna em pó obtido por liofilização em comparação com o obtido por secagem em estufa convectiva. Dessa forma, devido à menor interação com água e à estrutura mais uniforme, relacionada a menores áreas superficiais, do ovo de codorna seco em estufa, a absorção de água é dificultada. Isso pode não apenas estar associada à menor absorção de água pelo M-EST comparado ao M-LIOF, mas também à dificuldade na difusão da água durante o

processo de cozimento do M-EST, fazendo com que o tempo de cozimento fosse prolongado devido a esses parâmetros.

3.2.4 Índice de absorção de água

A cocção de massas propicia a absorção de grandes quantidades de água, fazendo com que o produto adquira uma consistência agradável e palatável. A absorção de água ocorre devido a capacidade da proteína e do amido de dissolver e reter água a partir de 50 °C (Marti et al., 2016). De acordo com Hummel (1966), o ganho de peso da massa deve duplicar após o cozimento. Como pode ser observado na Tabela 7, o ganho de massa mais que duplicou para as amostras de macarrão elaborado com ovo de codorna líquido e ovo seco em estufa e triplicou para a massa feita com ovo de codorna liofilizado. Contudo, as formulações não obtiveram diferença significativa nesse parâmetro. A adição de ovos aumenta o índice de absorção de água, conforme resultados encontrados por Teterycz et al. (2019), que avaliaram a substituição de semolina *durum* por farinha de trigo em massas com e sem ovos. No referido estudo, também houve variação na proporção de ovos adicionados à formulação. Os índices de absorção encontrados neste estudo estão relativamente próximos aos obtidos por Espinosa-Solis et al. (2019), que variaram de 252,01 a 309,63%.

3.2.5 Perda por cozimento

A quantidade de resíduos perdidos na água de cozimento é utilizada como um parâmetro de qualidade de macarrão, sendo que a principal razão por tal perda é a lixiviação do amido gelatinizado (Ungureanu-Iuga et al., 2020). Baixas quantidades de resíduos perdidos indicam maior qualidade do macarrão (Xie et al., 2020). Seguindo os critérios estabelecidos por Hummel (1966), para uma massa ser classificada como de boa qualidade, uma das características é possuir perda de sólidos de até 6%. Conforme mostrado na Tabela 7, todas as formulações obtiveram perdas menores que 6%, além de não apresentarem diferença significativa entre si, indicando que a secagem dos ovos não interferiu neste parâmetro. No estudo de Teterycz et al. (2019), as formulações de macarrão com ovos obtiveram perdas por cozimento variando de 5,07 a 5,99%, próximos aos valores encontrados neste estudo. Os lipídeos presentes no ovo interagem com a amilose durante o cozimento e, assim, contribuem para a diminuição da perda de sólidos (Teterycz et al., 2019). Além disso, a ovalbumina ajuda a manter a formação da rede proteica, melhorando o envolvimento do amido através dessa rede, colaborando com uma menor perda por cozimento (Alamprese, 2017).

3.2.6 Índice de acidez

A acidez é um indicador de atividade microbiana em produtos alimentícios. A massa úmida, por exemplo, fornece um ambiente propício para o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido, as quais geram metabólitos que aumentam a acidez (Biró et al., 2019). De acordo com o estabelecido pela Resolução nº 93, de 31 de outubro de 2000, massas alimentícias secas e frescas devem possuir acidez, em mL de solução normal de NaOH/100 g de massa, de até 5%. Assim, pode-se observar (Tabela 7) que todas as formulações estão dentro do limite preconizado pela legislação. A formulação desenvolvida com ovo de codorna liofilizado apresentou um menor índice de acidez que as demais, o que já era esperado devido ao maior valor de pH do ovo liofilizado, conforme discutido no item 3.1.1, e, de acordo com Chang (2006), quanto maior o pH, menor a concentração de H^+ e menor a acidez, demonstrando que a acidez do ovo influenciou diretamente no índice de acidez do macarrão.

3.2.7 Perfil de textura

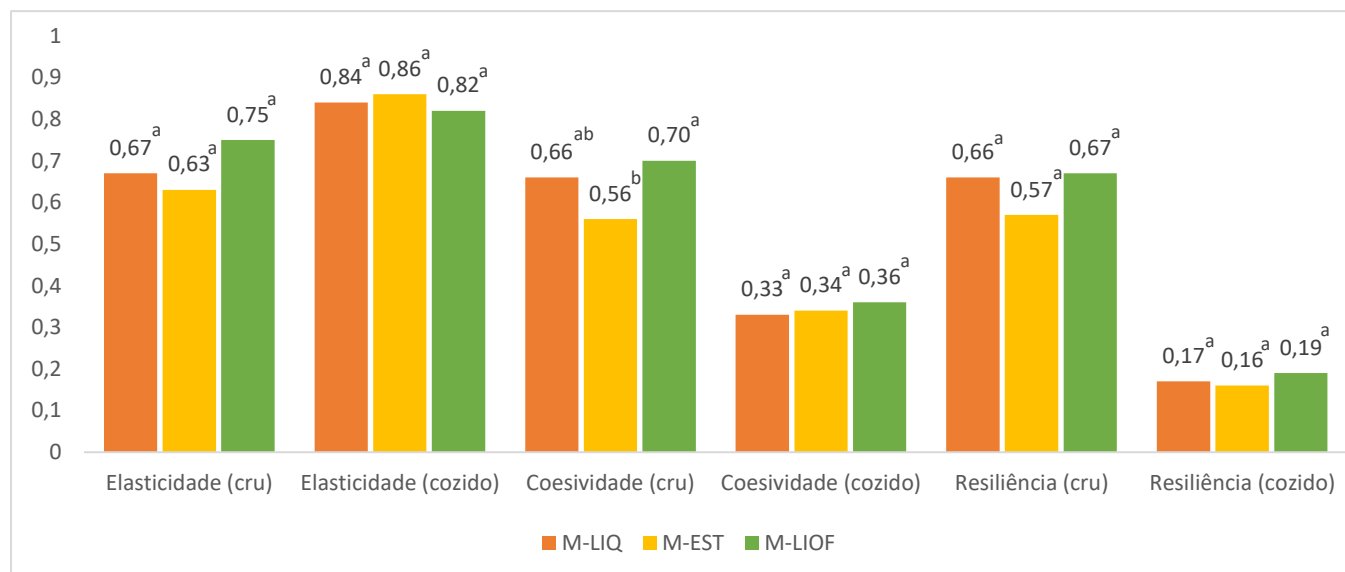
Estão apresentados na Tabela 8 e nos Gráficos 1 e 2 os resultados dos parâmetros do perfil de textura das três formulações de macarrão antes e após a cocção, onde os tratamentos foram analisados estatisticamente. Os aspectos cru e cozido foram avaliados na discussão.

Tabela 8 – Dureza e adesividade dos macarrões.

Parâmetros		M-LIQ	M-EST	M-LIOF
Dureza (N)	Cru	236,40 ^a	217,24 ^a	244,45 ^a
	Cozido	58,27 ^a	52,00 ^a	51,56 ^a
Adesividade (g*s)	Cozido	-39,32 ^a	-31,52 ^a	-30,87 ^a

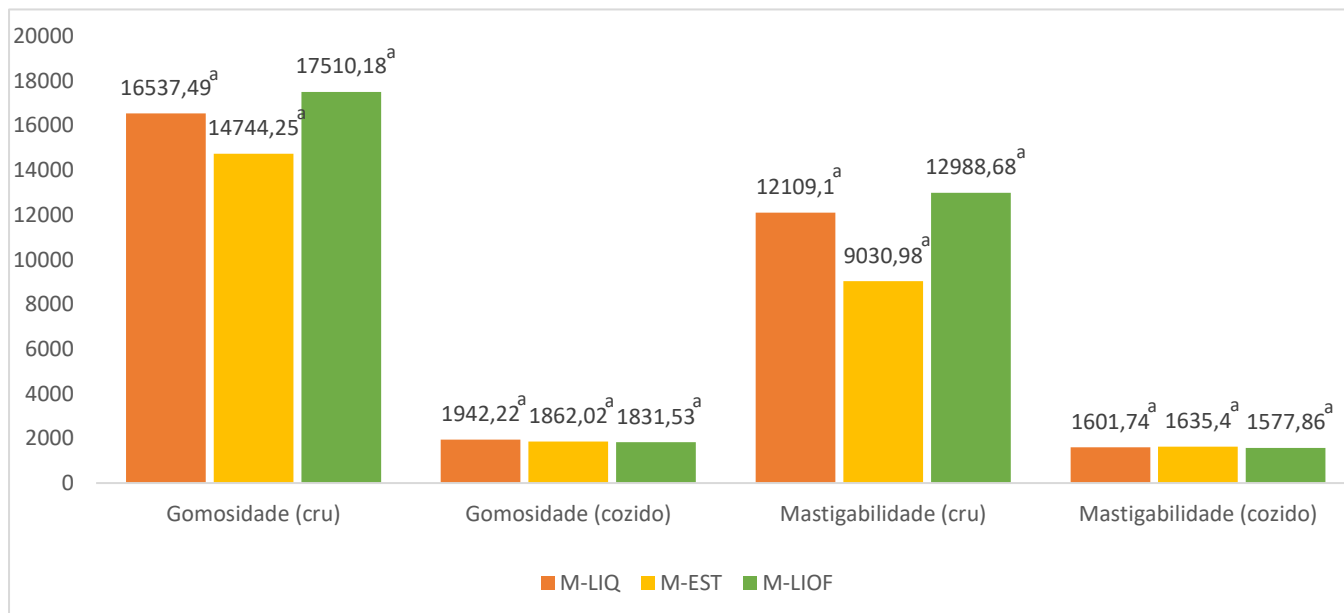
M-LIQ: macarrão com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão com ovo de codorna seco em estufa convectiva; M-LIOF: macarrão com ovo de codorna liofilizado. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Gráfico 1 – Elasticidade, coesividade e resiliência dos macarrões antes e após a cocção.



M-LIQ: macarrão com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão com ovo de codorna seco em estufa convectiva; M-LIOF: macarrão com ovo de codorna liofilizado. Letras diferentes no mesmo grupo indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Gráfico 2 – Gomosidade e mastigabilidade dos macarrões antes e após a cocção.



M-LIQ: macarrão com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão com ovo de codorna seco em estufa convectiva; M-LIOF: macarrão com ovo de codorna liofilizado. Letras diferentes no mesmo grupo indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

A dureza refere-se à força requerida para comprimir uma substância entre os dentes molares, no caso de alimentos sólidos, ou entre a língua e o palato, quando se trata de

semissólidos (Szczesniak, 2002). Todas as formulações não apresentaram diferença significativa entre si para este parâmetro, tanto antes, quanto após o cozimento. Os resultados de dureza obtidos neste estudo para a amostra cozida estão de acordo com os achados de Gasparre et al. (2019), que conduziram uma avaliação da qualidade e dos danos térmicos em espaguete sem glúten. Em particular, ao considerar um macarrão com glúten, os autores registraram uma medida de dureza de 55,06 N para a massa cozida, resultado próximo aos valores obtidos no presente estudo. Adesividade é definida como a força necessária para retirar o material que se fixa à boca, geralmente ao palato, durante a alimentação (Szczesniak, 2002), dessa forma, este parâmetro foi avaliado somente para as massas cozidas, pois as massas secas não apresentaram adesividade devido à baixa umidade do produto, além disso, não houve diferença significativa entre as amostras para este parâmetro. A elasticidade está relacionada ao nível em que um alimento retorna à sua forma inicial após ter sido comprimido entre os dentes (Szczesniak, 2002). Tanto antes quanto após a cocção, as amostras não diferiram significativamente em relação a este parâmetro. Coesividade refere-se ao grau em que uma amostra é comprimida entre os dentes antes de se romper (Szczesniak, 2002). Antes do cozimento, as amostras de macarrão elaboradas com ovo de codorna líquido não demonstraram diferença significativa em relação às demais. Por outro lado, as formulações M-EST e M-LIOF apresentaram diferença significativa entre si. No entanto, vale observar que, após a cocção, as três formulações não diferiram significativamente entre si. Gomosidade é a energia requerida para desintegrar um alimento semissólido a um estado pronto para ser engolido (Szczesniak, 2002). Não houve diferença significativa neste parâmetro entre as formulações, tanto antes quanto após o processo de cocção. A mastigabilidade se refere à energia requerida para mastigar um alimento sólido até uma consistência adequada para engolir (Szczesniak, 2002). Não foi obtida diferença significativa neste parâmetro entre as formulações, tanto antes como após o cozimento. A resiliência refere-se à habilidade de retornar ao estado original após a aplicação de uma força de compressão. Tanto antes quanto após a cocção, as amostras não diferiram significativamente em relação a este parâmetro.

Quanto aos resultados obtidos nos parâmetros avaliados entre as amostras nas formas crua e cozida, era esperado que as massas secas apresentassem valores mais elevados de dureza em comparação com as massas cozidas, devido ao caráter seco dessas massas. Também era previsto que houvesse diminuição do valor deste parâmetro após o cozimento. Da mesma forma, para todas as amostras, eram previstos o aumento da elasticidade e diminuição da coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência, após a cocção. Essas

alterações decorrem do aumento da umidade, absorção de água e gelatinização do amido durante o processo de cozimento. A grande diminuição da mastigabilidade após o cozimento é atribuída à possibilidade da rede de glúten ser quebrada durante o processo de cocção, resultando em uma drástica diminuição da mastigabilidade do macarrão (Xie et al., 2020). Os resultados para o perfil de textura são positivos, uma vez que a grande maioria dos parâmetros analisados não apresentou diferença significativa entre as três formulações de macarrão. Isso sugere que os processos de secagem dos ovos de codorna não comprometem a textura do macarrão, proporcionando um desempenho semelhante ao observado com o ovo líquido.

3.3 Análise sensorial

3.3.1 Teste de aceitação

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados do teste de aceitação das três formulações de macarrão.

Tabela 9 – Resultados do teste de aceitação das formulações de macarrão.

	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	De maneira geral
M-LIQ	7,46 ^a	6,40 ^a	7,64 ^a	7,32 ^a	7,49 ^a
M-EST	7,30 ^a	6,11 ^a	7,42 ^a	6,84 ^a	6,97 ^a
M-LIOF	7,72 ^a	6,40 ^a	7,32 ^a	7,12 ^a	7,27 ^a

M-LIQ: macarrão com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão com ovo de codorna seco em estufa convectiva; M-LIOF: macarrão com ovo de codorna liofilizado. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Com base nos resultados obtidos, é possível observar que não há diferença significativa para todos os atributos avaliados entre as três formulações de macarrão. Isso evidencia que a utilização do ovo de codorna líquido ou seco, pelos diferentes métodos de secagem empregados neste estudo, não afetou os atributos avaliados sensorialmente. Essa constatação é um resultado positivo, uma vez que os processos de secagem costumam ter impacto significativo na funcionalidade dos ovos e no aspecto sensorial dos produtos finais, podendo comprometer a aceitação pelo consumidor. Os resultados, nessas condições, reforçam a viabilidade desses métodos de secagem na preservação das características sensoriais de macarrão com ovos.

Em relação a aparência, as três formulações obtiveram médias que ficaram entre as pontuações “gostei moderadamente” e “gostei muito”, de acordo com a escala utilizada. O índice de aceitação para este atributo foi de 82,88% para o macarrão elaborado com ovo de codorna líquido, 81,11% para o macarrão elaborado com ovo de codorna seco na estufa e 85,77% para o macarrão elaborado com ovo liofilizado. As três formulações obtiveram índices de aceitação acima de 70%, dessa forma, pode-se dizer que a aparência de cada uma das três amostras obteve boa aceitação (Dutcosky, 2019).

O aroma foi o atributo menos aceito nos produtos e as médias obtidas ficaram entre as pontuações “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Embora as médias não possuam diferença significativa entre si, os índices de aceitação foram 71,11% para as formulações de macarrão com ovo de codorna líquido e com ovo liofilizado e 67,88% para a massa desenvolvida com ovo de codorna seco na estufa. Com isso, diferentemente do M-LIQ e M-LIOF, o M-EST não obteve boa aceitação. Alguns provadores observaram na ficha de avaliação que as amostras possuíam um odor forte de ovo, o que explica o fato de o índice de aceitação ser mais baixo para este parâmetro. Possivelmente, o odor forte de ovo está relacionado com a quantidade de ovos de codorna utilizados na formulação.

Em relação a textura, as médias das três formulações ficaram entre as pontuações “gostei moderadamente” e “gostei muito”, obtendo índices de aceitação de 84,88, 82,44 e 81,33% para as amostras de M-LIQ, M-EST e M-LIOF, respectivamente.

Para o atributo sabor, as médias do M-LIQ e M-LIOF ficaram entre as pontuações “gostei moderadamente” e “gostei muito”, enquanto a média do M-EST ficou entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, contudo, as médias não obtiveram diferença significativa entre si para este parâmetro. Além disso, o sabor das três amostras obteve boa aceitação, com índices de 81,33, 74,88 e 79,11% para M-LIQ, M-EST e M-LIOF, respectivamente.

Em relação ao atributo de maneira geral, as médias do M-LIQ e M-LIOF ficaram entre as pontuações “gostei moderadamente” e “gostei muito”, enquanto a média do M-EST ficou entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, muito próxima da pontuação “gostei moderadamente”, mas, as médias não obtiveram diferença significativa entre si para este parâmetro. O índice de aceitação para o M-LIQ foi de 83,22%, 77,44% para o M-EST e 80,77% para o M-LIOF, ou seja, obtiveram boa aceitação.

Ormenese et al. (2004) avaliaram a influência do uso de ovo de galinha líquido pasteurizado e desidratado nas características de massa alimentícia e obtiveram médias de 7,3, 7,0 e 6,9 para a aceitação global, 7,0, 7,0 e 6,9 para o sabor e 7,0, 6,5 e 6,4 para a textura das massas com ovo em pó, ovo líquido e sem ovo, respectivamente, resultados semelhantes aos encontrados neste estudo para o teste de aceitabilidade.

3.3.2 Teste de diferença do controle

O teste de diferença do controle permitiu verificar se as amostras de macarrão elaborado com ovos de codorna desidratados diferiram significativamente da amostra padrão (macarrão com ovo de codorna líquido). Os resultados deste teste estão dispostos na Tabela 10.

Tabela 10 – Resultados do teste de diferença do controle.

	Nota
M-LIQ	4,41 ^a
M-EST	5,51 ^b
M-LIOF	4,82 ^c

M-LIQ: macarrão com ovo de codorna líquido; M-EST: macarrão com ovo de codorna seco em estufa convectiva; M-LIOF: macarrão com ovo de codorna liofilizado. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Os resultados demonstraram que ambas as formulações de macarrão com ovo de codorna desidratado diferiram significativamente do controle. A média das notas do M-EST ficou entre as pontuações “nenhuma diferença do controle” e “ligeiramente pior que o controle”, enquanto o M-LIOF obteve médias que ficaram entre as pontuações “ligeiramente melhor que o controle” e “nenhuma diferença do controle”. Isso significa que os processos de secagem dos ovos de codorna influenciaram significativamente, de maneira geral, na formulação do macarrão quando comparado ao ovo líquido. No entanto, a diferença observada foi apenas para ligeiramente melhor (M-LIOF) ou ligeiramente pior (M-EST). Possivelmente, a ligeira diferença do M-EST para pior se deve à utilização de uma temperatura relativamente alta durante o processo de secagem do ovo de codorna, a qual ocasiona oxidação lipídica, que influencia negativamente no aroma, e desnaturação térmica das proteínas do ovo, impactando na textura da massa e no comportamento de cozimento, como na perda de sólidos durante o cozimento (Alamprese, 2017).

4 CONCLUSÃO

Em relação à caracterização dos ovos de codorna desidratados, as diferentes formas de secagem resultaram em pós que apresentaram diferenças significativas em todos os parâmetros analisados (pH, cor instrumental, umidade e atividade de água). O ovo de codorna liofilizado apresentou valores inferiores de umidade e atividade de água, além de uma coloração mais clara quando comparado ao ovo de codorna seco em estufa convectiva. Os processos de secagem adotados resultaram em ovos com propriedades físico-químicas distintas, sendo que o ovo liofilizado pode ter sido menos afetado pelo processo, uma vez que a liofilização não envolve altas temperaturas.

No contexto da formulação de macarrão, a maioria dos parâmetros analisados, como umidade, atividade de água, índice de absorção, perda por cozimento e, quase em suas totalidades, os parâmetros do perfil de textura e cor instrumental, não sofreram influência da condição do ovo de codorna. Isso evidencia que, em grande parte das análises realizadas, o processo de secagem não exerceu influência significativa, permitindo a utilização das vantagens associadas ao uso de ovo seco em comparação com o ovo líquido, sem comprometer a qualidade do macarrão. Essas vantagens incluem o armazenamento do ovo em temperatura ambiente por um período relativamente longo, boa homogeneidade, redução dos riscos de contaminação microbiológica, entre outros. Quanto à incorporação de ovo de codorna na elaboração de macarrão, o mesmo demonstrou ser um ingrediente viável, resultando em formulações com baixas perdas por cozimento e elevados índices de absorção de água. Além disso, todas as formulações estão de acordo com a legislação em relação à umidade e índice de acidez.

Com base nos resultados da análise sensorial, todas as amostras obtiveram boa aceitação, indicando que, apesar das pequenas variações percebidas no teste de diferença do controle, o perfil sensorial foi aceitável para os provadores.

Portanto, os métodos de secagem não comprometeram a maioria dos parâmetros analisados nas massas cozidas, sugerindo viabilidade desses processos para a produção de macarrões com ovos de codorna desidratados. O macarrão com ovo de codorna liofilizado apresentou um tempo de cocção e índice de acidez inferiores ao macarrão elaborado com ovo de codorna seco em estufa. Além disso, demonstrou índices de aceitação superiores nos atributos de aparência, aroma, sabor e de maneira geral. Dessa forma, os resultados indicam

que, em parâmetros como tempo de cozimento, índice de acidez e nos atributos mencionados do teste de aceitação, o ovo de codorna liofilizado exibiu um desempenho ligeiramente superior em comparação ao ovo seco na estufa na produção de macarrão.

5 REFERÊNCIAS

- A, S., Venkatachalam, S., John, S.G., Kuppuswamy, K., 2015. Foam Mat Drying of Food Materials: A Review. *J Food Process Preserv* 39, 3165–3174. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12421>
- Akillioglu, H.G., Yalcin, E., 2010. Some quality characteristics and nutritional properties of traditional egg pasta (erişte). *Food Sci Biotechnol* 19, 417–424. <https://doi.org/10.1007/s10068-010-0059-1>
- Alamprese, C., 2017. The Use of Egg and Egg Products in Pasta Production. *Egg Innovations and Strategies for Improvements* 251–259. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00024-X>
- ABIMAPI, 2023. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. <https://abimapi.com.br/cloud/Anuario-ABIMAPI-2023.pdf> (Acesso em: 28 de julho de 2023).
- Ayadi, M.A., Khemakhem, M., Belgith, H., Attia, H., 2008. Effect of Moderate Spray Drying Conditions on Functionality of Dried Egg White and Whole Egg. *J Food Sci* 73. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00811.x>
- Biró, B., Fodor, R., Szedljak, I., Pásztor-Huszár, K., Gere, A., 2019. Buckwheat-pasta enriched with silkworm powder: Technological analysis and sensory evaluation. *LWT* 116, 108542. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108542>
- Bouasla, A., Wójtowicz, A., Zidoune, M.N., 2017. Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure. *LWT* 75, 569–577. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.005>
- Brasil, 1990. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Portaria nº 1, de 21 de fevereiro de 1990. Oficializa as Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados. Diário Oficial da União, Brasília, 06.03.1990.

- Brasil, 2000. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massa alimentícia. Diário Oficial da União, Brasília, 01.11.2000.
- Brasil, 2022a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Métodos oficiais para análise de produtos de origem animal. Brasília.
- Brasil, 2022b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Portaria nº 728, de 26 de dezembro de 2022. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de ovo integral pasteurizado e de ovo desidratado. Diário Oficial da União, Brasília, 30.12.2022.
- Bresciani, A., Pagani, M.A., Marti, A., 2022. Pasta-Making Process: A Narrative Review on the Relation between Process Variables and Pasta Quality. *Foods* 11, 256. <https://doi.org/10.3390/foods11030256>
- Cepeda-Vázquez, M., Rega, B., Descharles, N., Camel, V., 2018. How ingredients influence furan and aroma generation in sponge cake. *Food Chem* 245, 1025–1033. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.069>
- Chang, R., 2006. General chemistry: the essential concepts, fourth ed. McGraw-Hill Higher Education, Boston, Mass.
- Chang, Y.K., Flores, H.E.M., 2004. Qualidade tecnológica de massas alimentícias frescas elaboradas de semolina de trigo durum (*T. durum* L.) e farinha de trigo (*T. aestivum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 24, 487–493. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000400002>
- Dutcosky, S.D., 2019. Análise sensorial de alimentos, fifth ed. Editora Universitária Champagnat, Curitiba.
- Ekpo, K.J., Osseyi, G.E., Dossou, J., Ahyi, V., 2022. Comparative Study of the Physicochemical and Microbiological Quality of Liquid, Freeze-Dried, Hot Air-Dried, and Pasteurized Quail Eggs Produced in Benin. *Int J Food Sci* 2022, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/1991659>

- Espinosa-Solis, V., Zamudio-Flores, P.B., Tirado-Gallegos, J.M., Ramírez-Mancinas, S., Olivas-Orozco, G.I., Espino-Díaz, M., Hernández-González, M., García-Cano, V.G., Sánchez-Ortíz, O., Buenrostro-Figueroa, J.J., Baeza-Jiménez, R., 2019. Evaluation of Cooking Quality, Nutritional and Texture Characteristics of Pasta Added with Oat Bran and Apple Flour. *Foods* 8, 299. <https://doi.org/10.3390/foods8080299>
- Franco, B.D.G. de M., Landgraf, M., 2008. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo.
- Gasparre, N., Betoret, E., Rosell, C.M., 2019. Quality Indicators and Heat Damage of Dried and Cooked Gluten Free Spaghetti. *Plant Foods for Human Nutrition* 74, 481–488. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00765-3>
- Giménez, M.A., González, R.J., Wagner, J., Torres, R., Lobo, M.O., Samman, N.C., 2013. Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. *Food Chem* 136, 538–545. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.068>
- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P., Masoero, F., 2015. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chem* 175, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.127>
- Guerreiro, L., 2006. *Dossiê Técnico: Massas Alimentícias*. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia & Inovação. <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjY=> (Acesso em: 27 de julho de 2023).
- Hammershøj, M., Peters, L. V, Andersen, H.J., 2004. The significance of critical processing steps in the production of dried egg albumen powder on gel textural and foaming properties. *J Sci Food Agric* 84, 1039–1048. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1772>
- Henríquez, C., Córdova, A., Lutz, M., Saavedra, J., 2013. Storage stability test of apple peel powder using two packaging materials: High-density polyethylene and metalized films of high barrier. *Ind Crops Prod* 45, 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.032>
- Hoseney, R.C., Rogers, D.E., 1990. The formation and properties of wheat flour doughs. *Crit Rev Food Sci Nutr* 29, 73–93. <https://doi.org/10.1080/10408399009527517>

- Hummel, Charles., 2006. Macaroni products: manufacture, processing and packing. Food Trade P.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Pesquisa da Pecuária Municipal: Tabela 74 - Produção de origem animal, por tipo de produto. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/74#resultado> (Acesso em: 21 de maio de 2023).
- Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, fourth ed. São Paulo, 2008.
- IPO – International Pasta Organization, 2021. Annual Report. <https://internationalpasta.org/annual-report/> (Acesso em: 26 de julho de 2023).
- Koç, M., Koç, B., Susyal, G., Sakin Yilmazer, M., Kaymak Ertekin, F., Bağdatlıoğlu, N., 2011. Functional and physicochemical properties of whole egg powder: effect of spray drying conditions. *J Food Sci Technol* 48, 141–149. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0159-1>
- Li, M., Ma, M., Zhu, K.-X., Guo, X.-N., Zhou, H.-M., 2017. Critical conditions accelerating the deterioration of fresh noodles: A study on temperature, pH, water content, and water activity. *J Food Process Preserv* 41, e13173. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13173>
- Marti, A., D'Egidio, M.G., Pagani, M.A., 2016. Pasta: Quality Testing Methods. *Encyclopedia of Food Grains: Second Edition* 3–4, 161–165. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00132-7>
- Martinez, C.S., Ribotta, P.D., León, A.E., Añón, M.C., 2007. Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti. *J Texture Stud* 38, 666–683. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2007.00119.x>
- Menegassi, B., Leonel, M., 2006. Análises de qualidade de uma massa alimentícia mista de mandioquinha-salsa. *Revista Raízes e Amidos Tropicais* 2, 27-36.
- Moreira, C.A., Zotarelli, M.F., de Lima, M., 2023. Characterization of quail egg powders obtained by liquid egg drying and foam-mat drying. *J Sci Food Agric* 103, 1810–1820. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12406>

- Mujumdar, A.S. (Ed.), 2006. Handbook of Industrial Drying. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420017618>
- Oliveira, B. L., Oliveira, D. D., 2013. Qualidade e tecnologia de ovos. Lavras, Minas Gerais.
- Ormenese, R. de C.S.C., Misumi, L., Zambrano, F., Faria, E.V. de, 2004. Influência do uso de ovo líquido pasteurizado e ovo desidratado nas características da massa alimentícia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 24, 255–260. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000200016>
- R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org> (Acesso em: 10 de julho de 2016).
- Remonato, J., Judacewski, P., Santos, L.H. dos, Santos, S.M.V. dos, Silva, S.Z. da, 2017. Qualidade de macarrão tipo talharim elaborado com farinha de batatadoce Beauregard. *Agropecuária Técnica* 38, 91. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v38i2.28647>
- Sicignano, A., Di Monaco, R., Masi, P., & Cavella, S. (2015). From raw material to dish: pasta quality step by step. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(13), 2579–2587. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7176>
- Stone, H., Sidel, J. L., 2004. Sensory evaluation practices, third ed. Academic Press, New York.
- Szczesniak, A.S., 2002. Texture is a sensory property. *Food Qual Prefer* 13, 215–225. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)
- Teterycz, D., Sobota, A., Kozłowicz, K., Zarzycki, P., 2019. Substitution of semolina durum with common wheat flour in egg and eggless pasta. *Acta Sci Pol Technol Aliment* 18, 439–451. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.0722>
- Ungureanu-Iuga, M., Dimian, M., Mironeasa, S., 2020. Development and quality evaluation of gluten-free pasta with grape peels and whey powders. *LWT* 130, 109714. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109714>
- Velioglu, S. D., 2019. Determination of the foaming and emulsifying properties of lyophilized whole quail egg, egg yolk and egg white. *Gıda* 44, 919–931. <https://doi.org/10.15237/gida.GD19113>

- Xie, L., Nishijima, N., Oda, Y., Handa, A., Majumder, K., Xu, C., Zhang, Y., 2020. Utilization of egg white solids to improve the texture and cooking quality of cooked and frozen pasta. *LWT* 122, 109031. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109031>
- Zamora, R., Hidalgo, F.J., 2011. The Maillard reaction and lipid oxidation. *Lipid Technol* 23, 59–62. <https://doi.org/10.1002/lite.201100094>

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “**Aplicação de ovo de codorna em pó na elaboração de macarrão: impacto nas propriedades físicas e sensoriais**”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Leonardo Gustavo Silva Ribeiro, Marieli de Lima e Michelle Andriati Sentanin.

Nesta pesquisa nós estamos buscando avaliar o quanto você gosta do macarrão elaborado com ovo de codorna em pó, obtido por nossa equipe de pesquisa.

O Termo/Registro de Consentimento Livre e Esclarecido está sendo obtido pelo pesquisador Leonardo Gustavo Silva Ribeiro, no Laboratório de Análise Sensorial do curso de graduação em Engenharia de Alimentos, antes que o senhor(a) seja direcionado para a cabine de prova no caso de sua concordância em participar desta pesquisa.

Você tem o tempo que for necessário para decidir se quer ou não participar da pesquisa (conforme item IV da Resolução nº 466/2012 ou Capítulo. III da Resolução nº 510/2016).

Na sua participação, você deverá degustar três amostras de macarrão, cozidas em água com sal, de cerca de 18 g cada (equivalente a uma colher de sopa de macarrão). Na cabine de prova, o senhor(a) receberá uma amostra por vez, e deverá avaliar o quanto gosta ou desgosta do macarrão em relação a aspectos como ao sabor, aparência e textura, utilizando uma ficha que será entregue junto com a amostra na cabine. O teste tem duração de 10 (dez) a 15 (quinze) minutos.

Você não terá nenhum gasto e nem ganho financeiro por participar na pesquisa.

Nós, pesquisadores, atenderemos as orientações das Resoluções nº 466/2012, Capítulo XI, Item XI.2: f e nº 510/2016, Capítulo VI, Art. 28: IV - manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Os riscos desta pesquisa são mínimos, e consistem basicamente no risco de sua identificação, que será minimizado adotando-se fichas anônimas (sem campos de preenchimento com nome ou qualquer informação que possa identificá-lo). Ao terminar a prova, você entregará a ficha, que será imediatamente deixada em uma pilha com o anverso em branco para cima, impedindo qualquer associação entre você e sua ficha.

Os benefícios serão gerais, à comunidade como um todo, a partir dos resultados deste estudo, pois a incorporação de ovos de codorna secos na massa de macarrão agrega valor nutricional ao produto e incentiva a cadeia produtiva agropecuarista.

Havendo algum dano decorrente da pesquisa, você terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você, assinada e rubricada pelos pesquisadores.

Este termo está assinado pelo(a) pesquisador(a) responsável, e contém seu telefone e endereço para que você possa tirar dúvidas sobre o projeto e sua participação.

Em qualquer momento, caso tenha qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Leonardo Gustavo Silva Ribeiro, Marieli de Lima ou Michelle Andriati Sentanin. Você também pode encontrar os pesquisadores no endereço Rua Vereador Chico Filgueira, 33, bairro Caiçaras, Patos de Minas/MG.

Para obter orientações quanto aos direitos dos participantes de pesquisa acesse a cartilha no link:
https://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf.

Você poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos – CEP, da Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, *campus* Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; pelo telefone (34) 3239-4131 ou pelo e-mail **cep@propp.ufu.br**. O CEP/UFU é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Patos de Minas, ... de de 20.....

Assinatura do(s) pesquisador(es)

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do participante de pesquisa

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “**Aplicação de ovo de codorna em pó na elaboração de macarrão: impacto nas propriedades físicas e sensoriais**”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Leonardo Gustavo Silva Ribeiro, Marieli de Lima e Michelle Andriati Sentanin.

Nesta pesquisa nós estamos buscando avaliar sua opinião sobre nosso macarrão elaborado com ovo de codorna em pó, comparando com o macarrão produzido com ovo de codorna líquido, que chamamos de controle.

O Termo/Registro de Consentimento Livre e Esclarecido está sendo obtido pelo pesquisador Leonardo Gustavo Silva Ribeiro, no Laboratório de Análise Sensorial do curso de graduação em Engenharia de Alimentos, antes que o senhor (a) seja direcionado para a cabine de prova no caso de sua concordância em participar desta pesquisa.

Você tem o tempo que for necessário para decidir se quer ou não participar da pesquisa (conforme item IV da Resolução nº 466/2012 ou Capítulo. III da Resolução nº 510/2016).

Na sua participação, você deverá degustar quatro amostras de macarrão, cozidas em água com sal, de cerca de 18 g cada (equivalente a uma colher de sopa de macarrão). Na cabine de prova, o senhor(a) receberá as quatro amostras juntas, e deverá avaliar se cada uma das três amostras codificadas com números é melhor, igual ou pior que a amostra que chamamos de controle, codificada com a letra “C”, utilizando uma ficha que será entregue junto com a amostra na cabine. O teste tem duração de 10 (dez) a 15 (quinze) minutos.

Você não terá nenhum gasto e nem ganho financeiro por participar na pesquisa.

Nós, pesquisadores, atenderemos as orientações das Resoluções nº 466/2012, Capítulo XI, Item XI.2: f e nº 510/2016, Capítulo VI, Art. 28: IV - manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Os riscos desta pesquisa são mínimos, e consistem basicamente no risco de sua identificação, que será minimizado adotando-se fichas anônimas (sem campos de preenchimento com nome ou qualquer informação que possa identificá-lo). Ao terminar a

prova, você entregará a ficha, que será imediatamente deixada em uma pilha com o anverso em branco para cima, impedindo qualquer associação entre você e sua ficha.

Os benefícios serão gerais, à comunidade como um todo, a partir dos resultados deste estudo, pois a incorporação de ovos de codorna secos na massa de macarrão agrega valor nutricional ao produto e incentiva a cadeia produtiva agropecuarista.

Havendo algum dano decorrente da pesquisa, você terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você, assinada e rubricada pelos pesquisadores.

Este termo está assinado pelo(a) pesquisador(a) responsável, e contém seu telefone e endereço para que você possa tirar dúvidas sobre o projeto e sua participação.

Em qualquer momento, caso tenha qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Leonardo Gustavo Silva Ribeiro, Marieli de Lima ou Michelle Andriati Sentanin. Você também pode encontrar os pesquisadores no endereço Rua Vereador Chico Filgueira, 33, bairro Caiçaras, Patos de Minas/MG.

Para obter orientações quanto aos direitos dos participantes de pesquisa acesse a cartilha no link:
https://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf.

Você poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos – CEP, da Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, *campus* Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; pelo telefone (34) 3239-4131 ou pelo e-mail **cep@propp.ufu.br**. O CEP/UFU é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Patos de Minas, ... de de 20.....

Assinatura do(s) pesquisador(es)

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do participante de pesquisa

APÊNDICE C

Prove as amostras de macarrão e avalie o quanto você gostou ou desgostou da aparência, do aroma, da textura, do sabor e de maneira geral, segundo a escala abaixo:

1	Desgostei muitíssimo
2	Desgostei muito
3	Desgostei moderadamente
4	Desgostei ligeiramente
5	Não gostei nem desgostei
6	Gostei ligeiramente
7	Gostei moderadamente
8	Gostei muito
9	Gostei muitíssimo

Atributo	Amostra:	Amostra:	Amostra:
Aparência			
Aroma			
Textura			
Sabor			
De maneira geral			

APÊNDICE D

Você está recebendo uma amostra Controle (C) e três amostras codificadas. Compare cada amostra com o controle e identifique se é melhor, igual ou pior que o controle.

1. Extremamente melhor que o controle
2. Muito melhor que o controle
3. Regularmente melhor que o controle
4. Ligeiramente melhor que o controle
5. Nenhuma diferença do controle
6. Ligeiramente pior que o controle
7. Regularmente pior que o controle
8. Muito pior que o controle
9. Extremamente pior que o controle

Número da amostra	Nota