



DOURADO (*Coryphaena hippurus*) DEFUMADO EM MASSA FRESCA: ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL E IMPACTOS TECNOLÓGICOS E SENSORIAIS

SMOKED DOLPHINFISH (*Coryphaena hippurus*) IN FRESH PASTA: NUTRITIONAL ENRICHMENT AND TECHNOLOGICAL AND SENSORY IMPACTS

Marcelo Giordani Minozzo^{1*}, Dayse Aline Silva Bartolomeu de Oliveira¹, Mileni da Silva Pereira Gonçalves Lopes¹, Hugo Alves Martins de Azevedo¹

¹ Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Piúma, Coordenadoria de Engenharia de Pesca. IFES. Piúma, ES, Brasil.

*e-mail: marcelogm@ifes.edu.br

Citação: MINOZZO, M. G.; OLIVEIRA, D. A. S. B.; LOPES, M. S. P. G.; AZEVEDO, H. A. M. (2026). Dourado (*Coryphaena hippurus*) defumado em massa fresca: enriquecimento nutricional e impactos tecnológicos e sensoriais. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, 17(1), 234-246. <https://doi.org/10.18817/repesca.v17i1.4525>

Recebido: 04 April 2026

Revisado: 21 May 2026

Aceito: 25 May 2026

Publicado: 25 May 2026



Copyright: © 2026 by the authors.

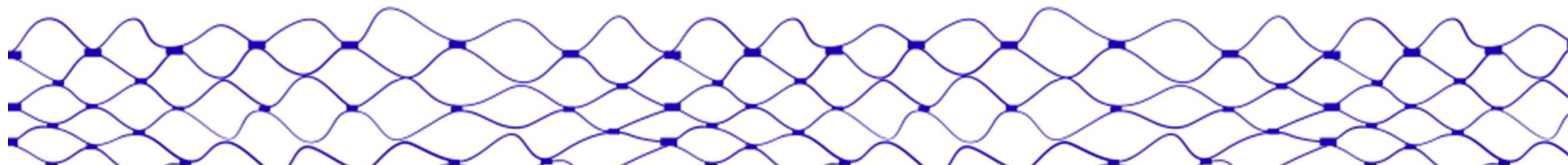
This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Resumo

O estudo teve como propósito desenvolver massa fresca tipo talharim com substituição parcial da farinha de trigo por dourado (*Coryphaena hippurus*) defumado, avaliando suas propriedades físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensoriais. Foram testadas três formulações, identificadas como D020 (20%), D025 (25%) e D030 (30%) de pescado, mantendo-se constantes os demais ingredientes. Com o aumento da proporção de pescado, observou-se elevação nos teores de proteína, lipídeos e cinzas, acompanhada por redução no conteúdo de carboidratos. Em contrapartida, os parâmetros tecnológicos indicaram diminuição do tempo de cocção, da absorção de água e do rendimento, além de maior perda de sólidos durante o cozimento e redução da integridade estrutural da massa. Do ponto de vista microbiológico, todas as amostras atenderam aos padrões de segurança alimentar estabelecidos pela RDC nº 724/2022 e IN nº 161/2022, resultado atribuído, ao menos em parte, ao efeito conservante da defumação. Na avaliação sensorial, o sabor foi o atributo mais afetado, com redução da aceitação nas formulações com maior teor de pescado. A formulação intermediária (D025, 25%) apresentou melhor equilíbrio entre valor nutricional, desempenho tecnológico e aceitação sensorial. Dessa forma, a utilização de dourado defumado em massas frescas mostra-se viável, desde que o nível de incorporação seja ajustado de modo a minimizar os impactos negativos na qualidade do produto.

Palavras-chaves: Defumação; Qualidade tecnológica; Análise sensorial; Pescado defumado.



Abstract

This study aimed to develop fresh pasta (tagliatelle type) with partial substitution of wheat flour by smoked dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) and to evaluate its physicochemical, technological, microbiological, and sensory properties. Three formulations — identified as D020 (20%), D025 (25%), and D030 (30%) fish — were produced, maintaining constant proportions of the other ingredients. Physicochemical analyses showed a significant increase in protein, lipid, and ash contents with increasing fish incorporation, accompanied by a reduction in carbohydrate content. Technological parameters indicated a decrease in cooking time, water absorption, yield, and structural integrity as fish content increased, along with higher cooking loss. Microbiological results demonstrated that all formulations met food safety standards established by RDC no. 724/2022 and IN no. 161/2022, which can be partially attributed to the smoking process. Sensory evaluation revealed that increasing fish levels mainly affected flavor, leading to reduced acceptance at higher substitution levels. The intermediate formulation (D025, 25%) showed the best balance between nutritional improvement, technological performance, and sensory acceptance. In conclusion, the incorporation of smoked dolphinfish into fresh pasta is a viable strategy for nutritional enrichment; however, technological and sensory impacts must be carefully considered. Achieving a balance among these factors is essential for the successful development of value-added fish-based products.

Keywords: Smoking; Technological quality; Sensory evaluation; Smoked fish.



Introdução

O pescado tem sido amplamente reconhecido como alimento de elevado valor nutricional, destacando-se como fonte de proteínas de alta qualidade biológica, vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3, associados à prevenção de doenças cardiovasculares e inflamatórias (Calder, 2015; FAO, 2020). Apesar desses benefícios, o consumo *per capita* de pescado no Brasil permanece inferior às recomendações de organismos internacionais de saúde, o que indica a necessidade de estratégias que promovam sua maior inserção na alimentação cotidiana (FAO, 2020; IBGE, 2020).

Nesse contexto, o desenvolvimento de alimentos processados enriquecidos com pescado surge como abordagem tecnológica relevante. As massas alimentícias apresentam vantagens como ampla aceitação sensorial, baixo custo, praticidade e versatilidade, sendo consumidas por diferentes faixas etárias. Sua composição tradicional, predominantemente baseada em carboidratos com teor proteico limitado, torna-as uma matriz alimentar adequada para estratégias de enriquecimento nutricional (ABIMA, 2021).

A incorporação de proteínas de pescado em massas alimentícias tem sido investigada como alternativa para melhorar o perfil nutricional desses produtos. Estudos demonstram que a adição de derivados de peixe aumenta significativamente os teores de proteínas, lipídeos e minerais (Monteiro *et al.*, 2016; Ainsa *et al.*, 2021), além de influenciar a digestibilidade do amido e a biodisponibilidade de nutrientes (Desai *et al.*, 2019). Contudo, a literatura registra que essa incorporação pode comprometer propriedades tecnológicas e sensoriais do produto, especialmente em massas frescas, nas quais alterações de textura, cor e sabor podem limitar a aceitação do consumidor (Ainsa *et al.*, 2021; Khodaei *et al.*, 2023).

Observa-se também lacuna relevante quanto ao uso de espécies marinhas específicas combinadas a processos tecnológicos como a defumação na elaboração de massas frescas. A maioria dos estudos concentra-se em farinhas de peixe ou concentrados proteicos, com pouca exploração do pescado submetido a tratamentos que podem impactar positivamente a estabilidade microbiológica e o perfil sensorial do produto final.

O dourado (*Coryphaena hippurus*) destaca-se como espécie promissora para aplicação tecnológica, em razão da carne de coloração clara, sabor suave e boa aceitação comercial. A defumação a quente representa estratégia adicional de agregação de valor, uma vez que promove modificações sensoriais desejáveis e contribui para a conservação do alimento por meio de efeitos combinados de desidratação parcial, ação térmica e incorporação de compostos antimicrobianos provenientes da fumaça, como fenóis e aldeídos (Ordóñez *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2007a).

Parte-se da hipótese de que a substituição parcial da farinha de trigo por dourado defumado em massa fresca tipo talharim é tecnologicamente viável e capaz de promover melhoria no valor nutricional do produto, sem comprometer sua qualidade microbiológica e aceitação sensorial. Desse modo, o presente estudo teve



como objetivo desenvolver massa fresca tipo talharim com diferentes níveis de incorporação (20%, 25% e 30%) de dourado (*C. hippurus*) defumado e avaliar suas características físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensoriais.

Material e Métodos

Formulações

Foram elaboradas três formulações de massa fresca tipo talharim com substituição parcial da farinha de trigo por dourado (*C. hippurus*) defumado, identificadas como D020, D025 e D030, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações de massa fresca tipo talharim adicionadas de dourado (*Coryphaena hippurus*) defumado

Ingredientes (%)	D020	D025	D030
Farinha de trigo	60	55	50
Dourado defumado	20	25	30
Ovo	10	10	10
Água	9	9	9
Sal	1	1	1
Total (%)	100	100	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

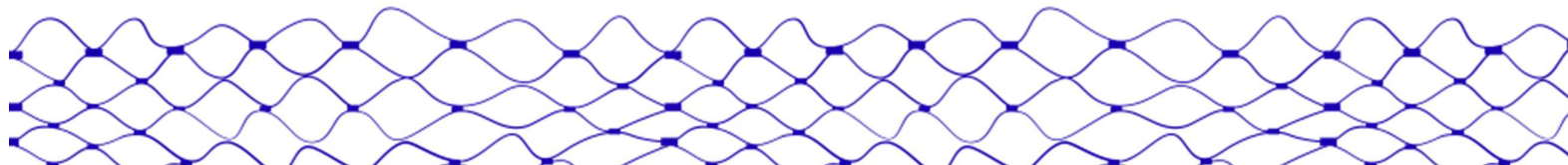
Matéria-prima e defumação

Foram utilizados filés de dourado (*C. hippurus*) adquiridos em estabelecimento comercial especializado em pescado no município de Piúma, Espírito Santo, Brasil. Após higienização em água corrente, os filés foram armazenados sob congelamento a -18°C por no máximo 30 dias até o processamento.

Os filés foram descongelados sob refrigeração (4°C) por 24 h, submetidos à salga úmida em solução de salmoura a 20% (m/v), na proporção 2:1 (v/m), durante 1 h, lavados em água corrente para remoção do excesso de sal e drenados por 30 min. Em seguida, foram submetidos à defumação a quente por 8 h em defumador artesanal horizontal, utilizando madeira de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) como fonte de fumaça. A temperatura do processo foi mantida entre 60 e 80°C , monitorada por termômetro acoplado ao sistema, conforme princípios descritos por Ordóñez *et al.* (2005) e Silva *et al.* (2007a). Após a defumação, os filés foram triturados em processador doméstico até obtenção de massa homogênea de granulometria fina.

Processamento da massa

As formulações foram preparadas mantendo constantes as proporções de ovo (10%), água (9%) e sal (1%), variando apenas os teores de farinha de trigo e dourado defumado (tabela 1). Os ingredientes foram misturados manualmente e amassados até obtenção de massa homogênea, mantida em repouso por 15 min à temperatura ambiente (aproximadamente 25°C). Após o repouso, as massas foram laminadas em cilindro manual, trefiladas no formato talharim, embaladas em sacos



de polietileno e armazenadas sob refrigeração (4 °C) por até 24 h até a realização das análises.

Análises físico-químicas

As análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Análise de Alimentos do IFES Campus Piúma. A composição centesimal foi determinada conforme métodos oficiais da AOAC (2019): umidade por secagem em estufa a 105 °C (AOAC 925.10), proteína bruta pelo método *Kjeldahl* (AOAC 960.52), lipídeos por extração em Soxhlet (AOAC 920.39) e cinzas por incineração em mufla a 550–600 °C (AOAC 923.03). O teor de carboidratos foi estimado por diferença. O valor energético foi calculado pelo método de *Atwater* (proteínas e carboidratos: 4 kcal/g; lipídeos: 9 kcal/g), conforme RDC nº 429/2020 (Brasil, 2020).

Análises microbiológicas

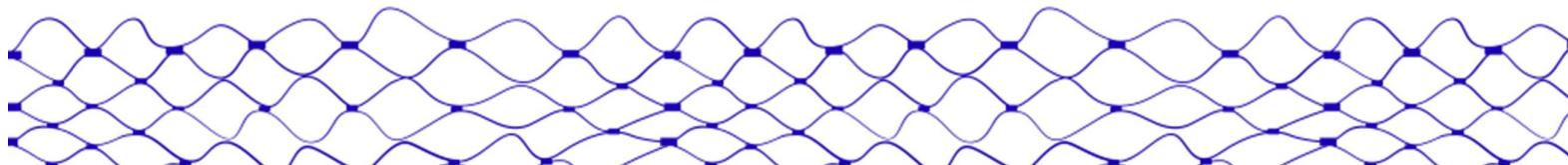
As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do IFES Campus Piúma. Amostras de 25 g, coletadas de forma indicativa e asséptica, foram homogeneizadas em solução diluente estéril e submetidas à: contagem de bactérias aeróbias mesófilas; contagem de bolores e leveduras; determinação de coliformes termotolerantes (45 °C) pelo método do Número Mais Provável (NMP/g); quantificação de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva; e pesquisa de *Salmonella* spp. em 25 g, conforme APHA (2015) e Silva *et al.* (2007b). Os resultados foram comparados com os padrões microbiológicos estabelecidos pela RDC nº 724/2022 (ANVISA) e IN nº 161/2022 (MAPA/ANVISA) para massas alimentícias frescas.

Análises tecnológicas

As análises foram realizadas em triplicata. O tempo ótimo de cocção foi determinado conforme método AACC (2000), baseado no desaparecimento do ponto branco central após compressão entre placas de vidro transparentes. A absorção de água e o rendimento após cocção foram determinados por pesagem das amostras antes e após o cozimento, expressos em porcentagem, conforme Tudorica *et al.* (2002). A perda de sólidos na água de cocção foi determinada por evaporação e pesagem do resíduo seco, conforme Tudorica *et al.* (2002). O aumento de volume foi estimado por deslocamento de água em proveta graduada antes e após a cocção, conforme metodologia adaptada de Krawęcka *et al.* (2020). A integridade da massa cozida foi avaliada por escala estruturada de cinco pontos (1 = totalmente desintegrada; 5 = excelente integridade), considerando ruptura dos fios, pegajosidade e manutenção do formato após a cocção, adaptada de Braga-Souto *et al.* (2021) e Krawęcka *et al.* (2020).

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com 72 julgadores não treinados (alunos, docentes e servidores do IFES Campus Piúma) em cabines individuais, conforme norma ABNT NBR ISO 8589 (ABNT, 2014). As amostras foram cozidas em água com 1% de sal por 5 min, escorridas e servidas em porções padronizadas, codificadas com números aleatórios de três dígitos e apresentadas de forma monádica sequencial (Meilgaard *et al.*, 2007). Os atributos aparência, cor, odor, sabor e textura foram



avaliados por escala hedônica estruturada de 5 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = gostei muitíssimo), conforme ASTM (1986). A aceitação global foi avaliada por escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo), conforme Stone e Sidel (2004). O Índice de Aceitabilidade (IA%) foi calculado como: $IA\% = (\text{média obtida} / 9) \times 100$, adotando-se $IA \geq 70\%$ como limiar de aceitabilidade comercial (Monteiro *et al.*, 2016).

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos. Análises físico-químicas e tecnológicas foram realizadas em triplicata ($n = 3$), com resultados expressos como média \pm desvio-padrão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de uma via e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para os dados sensoriais ($n = 72$ julgadores), os pressupostos de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Levene) foram verificados previamente. As formulações foram tratadas como tratamentos e os julgadores como blocos, sendo os dados submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas no software R (versão 4.3.1; R Core Team, 2023), com uso dos pacotes *agricolae* e *stats*.

Resultados e Discussão

Composição físico-química

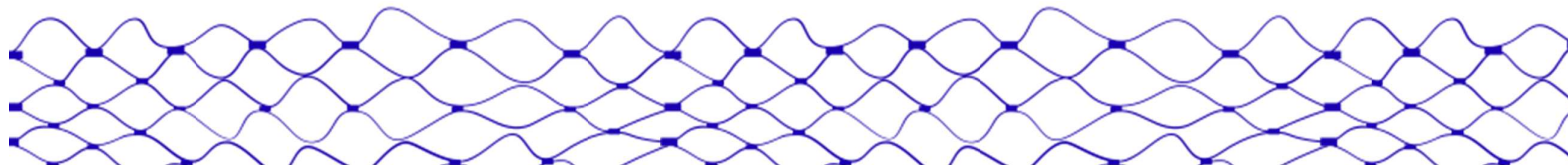
Os resultados da composição centesimal das três formulações estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal das formulações de massa fresca tipo talharim enriquecidas com dourado (*Coryphaena hippurus*) defumado.

Parâmetro	Do20	Do25	Do30	F	p-valor	CV (%)
Umidade (%)	64,47 \pm 0,35a	63,58 \pm 0,97a	63,67 \pm 0,51a	1,36	0,325ns	0,82
Proteína (%)	7,63 \pm 0,41c	9,56 \pm 0,57b	12,00 \pm 1,76a	11,92	0,008	9,23
Lipídeos (%)	1,22 \pm 0,07c	1,53 \pm 0,09b	1,92 \pm 0,28a	10,89	0,005	9,23
Cinzas (%)	1,03 \pm 0,09ab	0,83 \pm 0,08b	1,29 \pm 0,07a	24,79	0,001	6,19
Carboidratos (%)	25,65 \pm 0,45a	24,50 \pm 1,05ab	21,12 \pm 1,55b	9,20	0,015	4,80
Valor energético (kcal/100 g)	143,2 \pm 2,4	148,6 \pm 3,8	150,9 \pm 5,6	—	—	—

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). F: estatística da ANOVA (gl entre = 2; gl dentro = 6). CV (%): coeficiente de variação. ns = não significativo. —: valor calculado pelo método de Atwater; ANOVA não aplicável. As formulações Do20, Do25 e Do30 correspondem a 20%, 25% e 30% de dourado defumado, respectivamente.

Observou-se elevação progressiva nos teores de proteína e lipídeos com o aumento da proporção de pescado nas formulações, acompanhada por redução proporcional do teor de carboidratos, comportamento esperado pela substituição parcial da farinha de trigo (rica em amido e com menor densidade proteica) por dourado defumado, que apresenta maior teor de proteínas e lipídeos. A formulação



D030 (30% de pescado) apresentou os maiores teores de proteína ($12,00 \pm 1,76\%$) e lipídeos ($1,92 \pm 0,28\%$), diferindo significativamente de D020 ($7,63 \pm 0,41\%$ e $1,22 \pm 0,07\%$, respectivamente) pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Esse padrão é consistente com estudos anteriores: Monteiro *et al.* (2016) verificaram elevação do teor proteico de 11,6% para 17,8% em talharim enriquecido com farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em níveis de 5% a 25%; Ainsa *et al.* (2021) observaram aumento de 12,3% para 18,6% de proteína em massa fresca com subproduto de robalo.

O teor de cinzas apresentou padrão não estritamente monotônico entre as formulações: D025 ($0,83 \pm 0,08\%$) foi significativamente inferior a D030 ($1,29 \pm 0,07\%$) e não diferiu de D020 ($1,03 \pm 0,09\%$), conforme indicado pelas letras de Tukey (b, b e a, respectivamente). Esse comportamento pode refletir variabilidade na composição mineral do ingrediente entre os lotes utilizados nas diferentes formulações, sendo D030, com maior proporção de pescado, a única a diferir significativamente das demais.

Os carboidratos reduziram de $25,65 \pm 0,45\%$ (D020) para $21,12 \pm 1,55\%$ (D030), com D025 ($24,50 \pm 1,05\%$) ocupando posição intermediária sem diferir estatisticamente de nenhuma das extremas ($p > 0,05$). Essa redução é matematicamente esperada pela substituição da farinha de trigo, principal fonte de amido.

O valor energético variou de 143,2 kcal/100 g (D020) a 150,9 kcal/100 g (D030), diferença de apenas 5,4% que não justificou aplicação de ANOVA, dado o caráter estimativo do cálculo por Atwater. A substituição produziu, portanto, ganho nutricional proteico sem acréscimo energético expressivo, aspecto favorável ao posicionamento do produto em nichos de maior valor agregado.

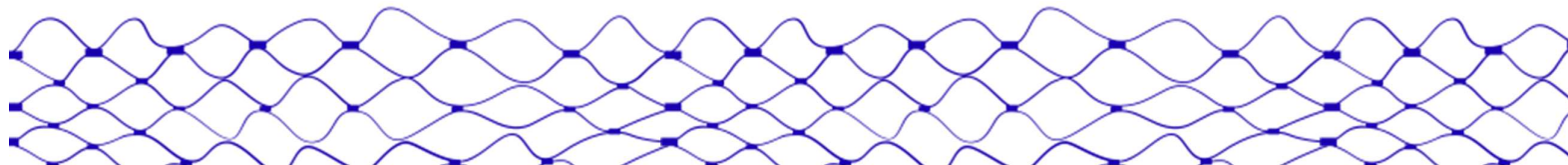
A umidade não apresentou variação significativa entre as formulações ($F = 1,36$; $p = 0,325$; $CV (\%) = 0,82$), indicando que a substituição não comprometeu o equilíbrio hídrico da matriz. Esse resultado pode estar relacionado à desidratação parcial promovida pela defumação a quente (60–80 °C, 8 h), que reduz a atividade de água do ingrediente proteico e minimiza sua interferência na retenção hídrica da massa. Desai *et al.* (2019) observaram que proteínas de peixe competem com o amido por água na matriz da massa, podendo reduzir a absorção hídrica; no presente estudo, esse efeito foi possivelmente atenuado pela desidratação prévia do pescado durante o processo de defumação.

Parâmetros tecnológicos

Os parâmetros tecnológicos das formulações desenvolvidas estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros tecnológicos das formulações de massa fresca tipo talharim enriquecidas com dourado (*Coryphaena hippurus*) defumado.

Parâmetro	D030 (30%)	D025 (25%)	D020 (20%)	F	p-valor	CV (%)
Tempo de cocção (min)	$5,1 \pm 0,1c$	$5,7 \pm 0,1b$	$6,3 \pm 0,1a$	108,00	$< 0,001$	1,75
Absorção de água (%)	$130 \pm 2c$	$140 \pm 2b$	$152 \pm 2a$	91,00	$< 0,001$	1,42
Perda de sólidos (%)	$10,5 \pm 0,3a$	$9,0 \pm 0,1b$	$7,6 \pm 0,2c$	135,21	$< 0,001$	2,39



Rendimento (%)	230 ± 2c	240 ± 2b	252 ± 2a	89,50	< 0,001	0,83
Aumento de volume	1,72 ± 0,02c	1,82 ± 0,02b	1,98 ± 0,03a	91,40	< 0,001	1,29
Integridade (1–5)	3,3 ± 0,1c	3,8 ± 0,1b	4,4 ± 0,1a	90,92	< 0,001	2,61

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). F: estatística da ANOVA (gl entre = 2; gl dentro = 6). CV (%): coeficiente de variação. Todos os parâmetros apresentaram diferença significativa entre as formulações ($p < 0,001$).

Todos os parâmetros tecnológicos diferiram significativamente entre as formulações ($p < 0,001$), com coeficientes de variação inferiores a 3%, indicando alta precisão experimental. O tempo de cocção reduziu progressivamente com o incremento da proporção de pescado, atingindo o menor valor em D030 ($5,1 \pm 0,1$ min) em comparação a D020 ($6,3 \pm 0,1$ min). Esse comportamento reflete a maior permeabilidade da matriz à água em função da diluição da rede de glúten pelas proteínas musculares do pescado. O mecanismo decorre da competição entre proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas do peixe e as proteínas formadoras de glúten (gliadinas e gluteninas) pelos sítios de interação durante a mistura e o amassamento, resultando em rede tridimensional menos coesa e mais permeável (Desai *et al.*, 2019; Khodaei *et al.*, 2023).

A absorção de água reduziu de $152 \pm 2\%$ (D020) para $130 \pm 2\%$ (D030), e o rendimento de $252 \pm 2\%$ para $230 \pm 2\%$, enquanto a perda de sólidos aumentou de $7,6 \pm 0,2\%$ (D020) para $10,5 \pm 0,3\%$ (D030), com D025 apresentando valores intermediários e significativamente distintos das demais formulações em todos os parâmetros. Esse conjunto de resultados evidencia a desestabilização estrutural progressiva da massa com o incremento de pescado. A perda de sólidos de 10,5% observada em D030 supera os valores reportados por Monteiro *et al.* (2016) para talharim com 25% de farinha de tilápia (aproximadamente 8,2%), sendo compatível com os dados de Khodaei *et al.* (2023) para massas enriquecidas com hidrolisado proteico de peixe em concentrações semelhantes (9,8–11,3%). Ainsa *et al.* (2021) também relataram aumento da perda de sólidos de 5,1% para 8,7% com o incremento de subproduto de robalo de 5% para 20% em massa fresca.

A integridade estrutural reduziu de $4,4 \pm 0,1$ (D020) para $3,3 \pm 0,1$ (D030), em escala de 1 a 5 pontos. Embora ambos os valores ainda representem condição aceitável de integridade para produto fresco tipo talharim, a redução observada em D030 indica maior tendência à ruptura dos fios, pegajosidade e liberação de partículas na água de cocção. Resultados análogos foram documentados por Zaman *et al.* (2024), que relataram deterioração progressiva da coesão estrutural de macarrão de rohu (*Labeo rohita*) com o aumento da proporção de carne de peixe. A presença de compostos da fumaça (fenóis, aldeídos e ácidos orgânicos) pode adicionalmente estabelecer ligações cruzadas com proteínas musculares, contribuindo para as modificações reológicas observadas (Ordóñez *et al.*, 2005).

Avaliação microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas das formulações estão apresentados na Tabela 4.



Tabela 4. Avaliação microbiológica das formulações de massa fresca tipo talharim enriquecidas com dourado (*Coryphaena hippurus*) defumado.

Formulação	Mesófilos (UFC/g)	Coliformes 45 °C (NMP/g)	Salmonella spp. em 25 g	Staphylococcus coagulase positiva (UFC/g)	Bolores (UFC/g)	Leveduras (UFC/g)
D020 (20%)	3×10^3	Ausente	Ausente	7×10^2	Ausente	2×10^3
D025 (25%)	$1,5 \times 10^3$	Ausente	Ausente	5×10^2	Ausente	3×10^3
D030 (30%)	$3,2 \times 10^3$	Ausente	Ausente	9×10^2	Ausente	1×10^4

UFC/g: Unidades formadoras de colônias por grama. NMP/g: Número mais provável por grama. Psicrotróficos: 1×10^2 UFC/g (D020), Ausente (D025) e 5×10^2 UFC/g (D030). Amostras coletadas de forma indicativa, conforme APHA (2015).

Todas as formulações atenderam aos padrões microbiológicos vigentes para massas alimentícias frescas, estabelecidos pela RDC nº 724/2022 (ANVISA) e IN nº 161/2022 (MAPA/ANVISA), com ausência de *Salmonella* spp. e coliformes termotolerantes. As contagens de *Staphylococcus* coagulase positiva variaram entre 5×10^2 e 9×10^2 UFC/g, dentro dos limites legais. As contagens de mesófilos e psicrotróficos permaneceram em níveis aceitáveis para produtos refrigerados, e o crescimento de bolores foi limitado.

A baixa carga microbiana pode ser atribuída ao processo de defumação a quente, que opera por mecanismos sinérgicos: inativação térmica de patógenos durante o processamento a 60–80 °C; redução da atividade de água por desidratação parcial; e ação antimicrobiana direta de compostos fenólicos e carbonílicos da fumaça, que inibem a atividade enzimática bacteriana e danificam membranas celulares (Ordóñez *et al.*, 2005). Franco e Landgraf (2008) descrevem que tratamentos tecnológicos combinados em pescado são eficazes para reduzir a carga microbiana e aumentar a estabilidade do produto. O armazenamento refrigerado e as boas práticas de manipulação durante o processamento também contribuíram para os resultados satisfatórios observados.

Análise sensorial

O perfil sensorial das formulações está apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Perfil sensorial das formulações de massa fresca tipo talharim enriquecidas com dourado (*Coryphaena hippurus*) defumado (n = 72 julgadores).

Formulação	Aparência	Cor	Odor	Sabor	Textura	IA global (%)
D020 (20%)	$3,98 \pm 0,31ab$	$4,23 \pm 0,29a$	$4,35 \pm 0,26a$	$4,55 \pm 0,33a$	$4,70 \pm 0,28a$	87,2
D025 (25%)	$3,75 \pm 0,35b$	$3,97 \pm 0,32a$	$3,85 \pm 0,30a$	$3,78 \pm 0,36b$	$4,22 \pm 0,31a$	78,3
D030 (30%)	$4,13 \pm 0,27a$	$4,27 \pm 0,25a$	$3,99 \pm 0,27a$	$3,95 \pm 0,34ab$	$4,38 \pm 0,29a$	82,9



Médias \pm desvio-padrão seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Atributos individuais avaliados por escala hedônica de 5 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = gostei muitíssimo). IA (%): Índice de Aceitabilidade = (média da aceitação global / 9) \times 100, calculado a partir da escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo). IA \geq 70%: limiar de aceitabilidade comercial.

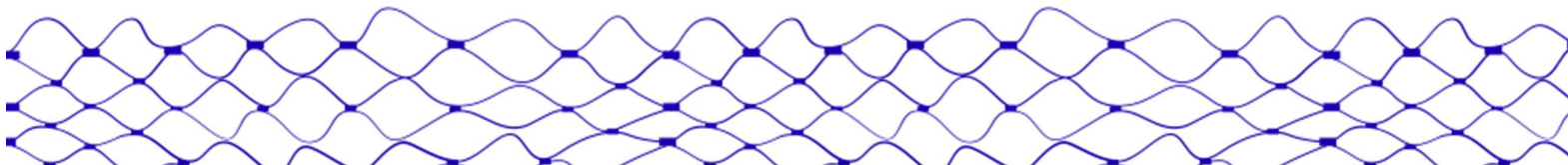
Todas as formulações superaram o limiar de 70% de aceitabilidade, com D020 obtendo o maior IA (87,2%), seguida de D030 (82,9%) e D025 (78,3%). A maior aceitação sensorial de D020 (20% de peixe defumado) em relação às demais formulações sugere que, neste painel, o perfil de sabor característico do dourado defumado foi mais bem percebido na concentração mais baixa, possivelmente porque em D025 e D030 a intensidade do sabor defumado e a alteração de textura associada à maior diluição do glúten tornaram-se mais perceptíveis e menos apreciadas. A diferença de IA entre D020 (87,2%) e D025 (78,3%), embora ambas acima do limiar comercial, indica que o incremento de incorporação reduziu a aceitação global de forma comercialmente expressiva. Oprea et al. (2024) reportaram padrão semelhante em pão enriquecido com hidrolisado proteico de peixe, no qual sabores residuais e modificações texturais limitaram a aceitação em concentrações mais elevadas do ingrediente proteico.

A formulação D025 (25%) apresentou o menor IA (78,3%) entre as três, resultado que, à primeira vista, contraria uma relação linear entre concentração e aceitação. Esse padrão não monotônico pode estar relacionado à interação específica entre o nível de substituição e a intensidade de sabor percebida nessa formulação, aspecto que recomenda investigação por análise descritiva quantitativa em estudos futuros.

Do ponto de vista da aplicação prática, D025 representa o melhor compromisso entre parâmetros concorrentes: enriquecimento nutricional superior a D020 (proteína = 9,56% versus 7,63%), aceitabilidade comercialmente viável (IA = 78,3%), menor perda de sólidos que D030 (9,0% versus 10,5%) e maior rendimento (240% versus 230%), tornando-a a formulação mais adequada para escalonamento industrial. Esse resultado é coerente com a literatura, que aponta concentrações intermediárias de substituição como as mais promissoras para aplicação comercial de produtos enriquecidos com proteína de pescado (Ainsa et al., 2021; Khodaei et al., 2023).

Conclusões

A incorporação de dourado (*C. hippurus*) defumado em massa fresca tipo talharim mostrou-se tecnicamente viável, promovendo elevação significativa dos teores de proteína, lipídeos e cinzas com redução proporcional de carboidratos, sem acréscimo energético expressivo. Os parâmetros tecnológicos foram progressivamente comprometidos com o incremento de pescado, em razão da diluição da rede de glúten, manifestando-se como reduções no tempo de cocção, absorção de água, rendimento e integridade estrutural, e aumento da perda de sólidos. Todas as formulações atenderam aos padrões microbiológicos vigentes (RDC nº 724/2022 e IN nº 161/2022), evidenciando a eficácia do processo de defumação como barreira microbiológica. Na análise sensorial, o sabor foi o único atributo com



diferença significativa entre formulações; todas superaram o limiar de aceitabilidade comercial de 70%.

Considerando conjuntamente os perfis nutricional, tecnológico e sensorial, a formulação D025 (25% de dourado defumado) demonstrou o melhor equilíbrio entre enriquecimento proteico (9,56%), desempenho tecnológico (perda de sólidos = 9,0%; rendimento = 240%; integridade = 3,8) e aceitabilidade comercial (IA = 78,3%), configurando-se como o nível de incorporação mais adequado para aplicação prática e escalonamento semi-industrial. Estudos futuros devem contemplar a caracterização instrumental de textura (TPA), a análise do perfil de ácidos graxos ômega-3, a avaliação da vida útil sob diferentes condições de armazenamento, o estudo do comportamento de leveduras durante a vida de prateleira e a aplicação de análise descritiva quantitativa e teste de intenção de compra para aprofundamento do perfil sensorial do produto.

Referências Bibliográficas

- AACC. (2000). Approved methods of analysis (10th ed.). American Association of Cereal Chemists.
- ABNT. (2014). NBR ISO 8589: Análise sensorial — Guia geral para o projeto de instalações de teste. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- AINSA, A., MARQUINA, P. L., RONCALÉS, P., BELTRÁN, J. A., & CALANCHE, J. B. (2021). Enriched fresh pasta with a sea bass by-product, a novel food: Fatty acid stability and sensory properties throughout shelf life. *Foods*, 10(2), 255. <https://doi.org/10.3390/foods10020255>
- AOAC. (2019). Official methods of analysis of AOAC International (21st ed.). AOAC International.
- Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA). (2021). Relatório anual do setor de massas alimentícias. <https://www.abima.com.br>
- ASTM International. (1986). Manual on sensory testing methods. ASTM International.
- American Public Health Association (APHA). (2015). Compendium of methods for the microbiological examination of foods (5th ed.). APHA.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2020). Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2022). Resolução RDC nº 724, de 1º de julho de 2022. Padrões microbiológicos dos alimentos e seus limites. Diário Oficial da União.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2022). Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União.



- BRAGA-SOUTO, R. N., SANTOS, T. C., PEREIRA, G. S. L., OLIVEIRA, M. L. P., VIEIRA, C. R., & LIMA, J. P. (2021). Farinha de pequi aplicada na elaboração de massas alimentícias. *Revista Caatinga*, 34(2), 460–470. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n218rc>
- CALDER, P. C. (2015). Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1851(4), 469–484. <https://doi.org/10.1016/j.bbaliip.2014.08.010>
- DESAI, A. S., BRENNAN, M. A., GUO, X., ZENG, X.-A., & BRENNAN, C. S. (2019). Fish protein and lipid interactions on the digestibility and bioavailability of starch and protein from durum wheat pasta. *Molecules*, 24(5), 839. <https://doi.org/10.3390/molecules24050839>
- KRAWĘCKA, A., SOBOTA, A., & SYKUT-DOMAŃSKA, E. (2020). Physicochemical, sensory, and cooking qualities of pasta enriched with oat β -glucans, xanthan gum, and vital gluten. *Foods*, 9(10), 1412. <https://doi.org/10.3390/foods9101412>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). The state of world fisheries and aquaculture 2020. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- FRANCO, B. D. G. M., & LANDGRAF, M. (2008). *Microbiologia dos alimentos*. Atheneu.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2020). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017–2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. IBGE.
- KHODAEI, D., FORDE, A., NOCI, F., & RYAN, L. (2023). Physicochemical and sensory characteristics of pasta enriched with blue whiting (*Micromesistius poutassou*) fish protein hydrolysate. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(5), 2782–2789. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16278>
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., & CARR, B. T. (2007). *Sensory evaluation techniques* (4th ed.). CRC Press.
- MONTEIRO, M. L. G., MÁRSICO, E. T., TEIXEIRA, C. E., MANO, S. B., CONTE-JUNIOR, C. A., & VITAL, H. C. (2016). Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour. *PLOS ONE*, 11(12), e0168270. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168270>
- OPREA, O. B., SANNAN, S., TOLSTOREBROV, I., CLAUSSEN, I. C., & GACEU, L. (2024). Effects of fish protein hydrolysate on the nutritional, rheological, sensorial, and textural characteristics of bread. *Foods*, 13(5), 698. <https://doi.org/10.3390/foods13050698>
- ORDÓÑEZ, J. A. (Ed.). (2005). *Tecnología de alimentos: alimentos de origem animal*. Artmed.
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- SILVA, N., JUNQUEIRA, V. C. A., SILVEIRA, N. F. A., TANIWAKI, M. H., SANTOS, R. F. S., & GOMES, R. A. R. (2007a). *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água* (4ª ed.). Varela.
- SILVA, L. V. A., PRENTICE, C., & FONSECA, G. G. (2007b). Defumação de pescado: aspectos tecnológicos e nutricionais. *Revista Brasileira de Agrociência*, 13(4), 423–429.
- STONE, H., & SIDEL, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices* (3rd ed.). Academic Press.



TUDORICA, C. M., KURI, V., & BRENNAN, C. S. (2002). Nutritional and physicochemical characteristics of dietary fiber enriched pasta. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(2), 347–356. <https://doi.org/10.1021/jf0106953>

ZAMAN, S., RAHMAN, F., ALAM, M., ISLAM, M. N., PARVIN, R., LINA, N. N., & ZAHID, M. A. (2024). Evaluation of physicochemical properties of Rohu fish noodles. *Food Chemistry Advances*, 5, 100732. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100732>

