

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**INCLUSÃO DE FARINHA DE PEIXE NO REVESTIMENTO  
DE NUGGETS DE TILÁPIA-DO-NILO**

**ANTÔNIO NELITO JORGE**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2023**

# **INCLUSÃO DE FARINHA DE PEIXE NO REVESTIMENTO DE NUGGETS DE TI-LÁPIA-DO-NILO**

**ANTÔNIO NELITO JORGE**

Orientadora: Profa. Dra. Elenice Souza dos Reis Goes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para conclusão do curso de Engenharia de Aquicultura.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

J82i Jorge, Antonio Nelito  
Inclusão da farinha de peixe no revestimento dos nuggets de tilápia-do-Nelo [recurso eletrônico]  
/ Antonio Nelito Jorge. -- 2023.  
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Elenice Souza dos Reis Goes .  
TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande Dourados,  
2023.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Análise do Perfil de Textura. 2. Análise sensorial. 3. Aproveitamento de resíduos. 4. Produtos à base de peixe. 5. Oreochromis niloticus. I. Goes, Elenice Souza Dos Reis. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**INCLUSÃO DE FARINHA DE PEIXE NO REVESTIMENTO DE NUGGETS DE TILÁPIA-DO-NILO**

Por

Antônio Nelito Jorge

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO DE AQUICULTURA

Aprovado em: 28 de abril de 2023.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elenice Souza dos Reis Goes  
Orientadora – UFGD/FCA

---

Prof. Dr. Dacley Hertez Neu  
Membro da Banca – UFGD/FCA

---

Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes  
Membro da Banca – UFGD/FCA

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a dádiva da vida e pelo amparo nos dias mais difíceis; A Universidade Federal Da Grande Dourados (UFGD), por me proporcionar um ensino de aprendizado de qualidade para todos.

Aos meus pais, Antônio Quimone e Isabel Txifunga, por todo empenho de vocês para que eu concluísse meu ensino superior.

A minha esposa Jéssica Faria e filho Heverson Theodoro Faria Nelito, por esta sempre ao meu lado. Muito obrigado!

A minha orientadora Elenice Souza dos Reis Goes, por aceitar ser minha orientadora e a todos os ensinamentos e sabedoria durante este período. Obrigado professora! Agradecido a querida técnica Adriana - Laboratório de Análise de produtos agropecuários, aos amigos Valfredo, Daniel, Joab, Ildilene, Leonado, Aptche, muito obrigado, por compartilharem as tarefas diárias do laboratório e pela ajuda para finalizar esse trabalho. “Tamo juntos”!

Ao meu grupo do RU, eu sou grato por tudo que aprendi e compartilhei nesses anos com vocês. Aos meus tutores Alexandre, Elenice, Claucia, Adriana, Dacley, que sempre me ajudaram a buscar os meus sonhos. Obrigado Professores!

À empresa Mar e Terra (Itaporã, MS), pela doação da carne mecanicamente separada de tilápia-do-Nilo.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Panorama atual da aquicultura .....	3
2.2 Aproveitamento de resíduos do beneficiamento de peixes .....	3
2.3 Desenvolvimento de produtos alimentícios à base de peixe.....	5
2.3.1 Empanados .....	6
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>7</b>
3.1 Elaboração das farinhas de revestimento .....	7
3.2 Elaboração dos nuggets.....	7
3.3 Composição centesimal e valor calórico.....	9
3.4 Determinação da cor, rendimento e percentual de encolhimento .....	9
3.5 Determinação de força de cisalhamento e Análise do Perfil de textura.....	11
3.6 Análise sensorial .....	11
3.7 Análise estatística.....	12
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Farinhas de revestimento dos nuggets de tilápia-do-Nilo (a) 0%, (b) 20%, (c) 40% e (d) 60% de inclusão de farinha de peixe na farinha de cobertura. ....	8
FIGURA 2. Nuggets de tilápia-do-Nilo após pré-fritura (a) 0% (b) 20% (c) 40% e (d) 60% de inclusão de farinha de peixe na farinha de cobertura.....	9
FIGURA 3. Análise da coloração em nuggets pré-fritos.....	10
FIGURA 4. Avaliação do percentual de encolhimento (a) nugget de tilápia-do-Nilo cru e (b) pré-frito.....	10
FIGURA 5. Análise do Perfil de Textura (TPA) (a) Análises de força de cisalhamento (b) de nuggets de tilápia-do-Nilo. ....	11
FIGURA 6. Análise do Perfil de Textura de nuggets de tilápia após fritura com inclusão de farinha de peixe no revestimento. (a) Dureza (b) Elasticidade (c) Coesividade (d) Gomosidade (e) Mastigabilidade.....	16
FIGURA 7. Análise dos componentes principais. AG: Aceitabilidade Geral, IA: Índice de Aceitabilidade, IC: Intenção de Compra. ....	18

**LISTA DE TABELAS**

	Página
TABELA 1. Formulação dos nuggets de tilápia-do-Nilo.....	7
TABELA 2. Composição nutricional (g/100 gramas) e valor calórico de nuggets de tilápia-do-Nilo pré-fritos e fritos, elaborados com diferentes níveis de farinha de peixe no revestimento. ....	13
TABELA 3. Coloração, encolhimento e rendimento de nuggets de tilápia-do-Nilo pré-fritos e fritos, elaborados com diferentes níveis de farinha de peixe no revestimento. ....	14
TABELA 4. Perfil de Textura e força de cisalhamento de nuggets de tilápia-do-Nilo pré-fritos e fritos, elaborados com diferentes níveis de farinha de peixe no revestimento. ....	15
TABELA 5. Atributos sensoriais, índice de aceitabilidade e intenção de compra de nuggets de tilápia-do-Nilo, elaborados com diferentes níveis de farinha de peixe no revestimento.....	17

JORGE, Antônio Nelito. **Inclusão de farinha de peixe no revestimento de nuggets de tilápia-do-nilo**. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS. 2023. 36p.

## RESUMO

Estudos vêm sendo conduzidos para inovar e trazer um perfil mais saudável para os empanados e, nesse sentido, o uso da farinha de peixe no revestimento pode melhorar o perfil nutricional e agregar valor à subproduto da indústria de beneficiamento de peixes. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da farinha de peixe no revestimento de nuggets de tilápia-do-Nilo sobre suas características físico-químicas e sensoriais. Inicialmente, farinhas de peixe foram produzidas através do cozimento, prensagem e secagem da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia. Foram elaborados nuggets utilizando como matéria-prima a CMS de tilápia. Para o empanamento, todos os nuggets foram submetidos a um pré-enfarinhamento com farinha de trigo, e em seguida mergulhados em líquido de empanamento. Na etapa final do revestimento, os nuggets foram distribuídos em quatro tratamentos, correspondentes aos quatro tipos de revestimento (0, 20, 40 e 60% de inclusão de farinha de peixe na farinha de cobertura tipo PANKO). Após, os nuggets foram submetidos à pré-fritura, congelados e posteriormente submetidos à fritura completa, para realização de análises de composição centesimal, valor calórico, cor, rendimento, encolhimento, força de cisalhamento, análise do perfil de textura e análise sensorial. Nos nuggets pré-fritos, houve acréscimo linear nos teores de proteínas, lipídeos, cinzas e valor calórico; enquanto nos nuggets fritos, houve uma diminuição linear da umidade, e aumento linear dos lipídeos e valor calórico, conforme aumento dos níveis de inclusão de farinha de peixe. Na coloração, houve diminuição da luminosidade ( $L^*$ ), aumento das intensidades de vermelho ( $a^*$ ) e amarelo ( $b^*$ ) nos nuggets fritos, conforme acréscimo dos níveis de inclusão de farinha de peixe. Nos nuggets pré-fritos, o aumento dos níveis de farinha de peixe no revestimento proporcionou uma diminuição linear no percentual de encolhimento e rendimento. Na Análise do Perfil de Textura dos nuggets fritos, foi observada uma diminuição linear na dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade, e força de cisalhamento, conforme aumento dos níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento. Na análise sensorial, o único atributo afetado pelos tratamentos foi a cor, com equação de regressão polinomial indicando aceitação máxima para os nuggets com inclusão de 40% de farinha de peixe. Assim, conclui-se que a inclusão de até 60% de farinha de peixe no revestimento de nuggets de tilápia-do-Nilo é indicado para melhorar o perfil nutricional do produto.

**Palavras-chave:** Análise do Perfil de Textura, Análise sensorial, Aproveitamento de resíduos; Produtos à base de peixe; *Oreochromis niloticus*.

## ABSTRACT

Studies have been conducted to innovate and bring a healthier profile to breaded products and, in this sense, the use of fish meal in the coating can improve the nutritional profile and add value to the by-product of the fish processing industry. The aim of this study was to evaluate the effect of fish meal in the coating of Nile tilapia nuggets on their physicochemical and sensorial characteristics. Initially, fish meals were produced by cooking, pressing and drying the mechanically separated meat (MSM) of tilapia. Nuggets were prepared using tilapia MSM as raw material. For breading, all nuggets were pre-dust with wheat flour, and then dipped in breading liquid. In the final stage of the coating, the nuggets were distributed in four treatments, corresponding to the four types of coating (0, 20, 40 and 60% of inclusion of fish meal in the PANKO coating flour). Afterwards, the nuggets were submitted to pre-frying, frozen and later submitted to complete frying, to carry out analyzes of centesimal composition, caloric value, color, yield, shrinkage, shear force, analysis of the texture profile and sensory analysis. In pre-fried nuggets, there was a linear increase in protein, lipid, ash and caloric value; while in the fried nuggets, there was a linear decrease in moisture, and a linear increase in lipids and caloric value, as the levels of inclusion of fish meal increased. In terms of color, there was a decrease in brightness ( $L^*$ ), an increase in the intensities of red ( $a^*$ ) and yellow ( $b^*$ ) in the fried nuggets, as the levels of inclusion of fish meal increased. In pre-fried nuggets, increasing levels of fish-meal in the coating provided a linear decrease in percentage shrinkage and yield. In the Texture Profile Analysis of the fried nuggets, a linear decrease in hardness, elasticity, cohesiveness, gumminess, chewiness, and shear strength was observed, as the levels of inclusion of fish meal in the coating increased. In the sensory analysis, the only attribute affected by the treatments was color, with a polynomial regression equation indicating maximum acceptance for the nuggets with the inclusion of 40% fish meal. Thus, it is concluded that the inclusion of up to 60% of fish flour in the coating of Nile tilapia nuggets is indicated to improve the nutritional profile of the product.

**Keywords:** Fish products; *Oreochromis niloticus*; Sensory analysis; Texture Profile Analysis; Waste utilization.

## 1 INTRODUÇÃO

O aproveitamento integral de resíduos é uma necessidade cada vez maior na indústria moderna em nível mundial, já que a quantidade de resíduos pode chegar a várias toneladas. Assim, agregar valor a esses produtos é de interesse econômico e ambiental, necessitando, porém, de investigação científica e tecnológica, que possibilite sua utilização eficiente, econômica e segura.

Os resíduos são sobras que, na maioria das vezes, deixam de ter utilidade para a fonte geradora. Na indústria de beneficiamento de pescado os resíduos referem-se aos subprodutos e sobras com valor comercial relativamente baixo, como por exemplo, peixes fora do tamanho comercial, cabeças, carcaças, peles, escamas e vísceras obtidos nos processos de filetagem (VIDAL-CAMPELLO et al., 2020). Na indústria de beneficiamento de tilápias, estes subprodutos da indústria pesqueira podem chegar a quase 68% do peso total da matéria-prima, uma vez que o rendimento de filé fica em torno de 32% a 35% (BARROSO et al., 2017).

Assim, a elaboração de subprodutos originados a partir dos subprodutos de pescado pode servir como uma forma sustentável de aproveitamento, diminuindo os impactos ambientais (DECKER et al. 2016). Uma boa alternativa para a destinação das carcaças de peixe é a elaboração da carne mecanicamente separada (CMS).

A obtenção da CMS consiste na separação mecânica da carne das demais estruturas inerentes à espécie, como espinhas, ossos e pele (BRASIL, 2017). A utilização desse material constitui-se em uma alternativa na elaboração de produtos alimentícios, que pode contribuir para a diminuição de problemas de má nutrição, atribuídos à carência ou deficiência de proteínas, além de reduzir os impactos negativos da atividade industrial ao meio ambiente (PIRES et al., 2014). Diversos produtos cárneos vêm sendo desenvolvidos utilizando a CMS como principal matéria-prima (BEDRNÍČEK et al., 2020). Dentre os produtos cárneos, os empanados (nuggets) de peixe recebem atenção por seu aumento expressivo no consumo nos últimos anos, alavancado por mudanças socioeconômicas que influenciaram nas mudanças de hábitos (SILVA et al., 2021). Os empanados possuem características sensoriais agradáveis, como uma camada externa crocante e um sabor macio, úmido e interior suculento (TAMSEN et al., 2018). Esta camada externa crocante é obtida com o empanamento.

O empanamento é um popular sistema de cobertura, sendo que alguns sistemas de empanamento podem conter condimentação, realçando ainda mais características de sabor, aroma e aparência (BARROS et al., 2020). Por conta de sua importância industrial e econômica, as in-

dústrias que trabalham com produtos empanados ou que estão pensando em implantar esta linha, precisam ter conhecimento sobre o processo e os tipos de empanamento disponíveis. Também deve-se estar atento às particularidades dos ingredientes envolvidos, principalmente no que diz respeito à farinha de empanamento. A operação de empanamento envolve três etapas fundamentais: *pre-dust* (pré-enfarinhamento), *batter* (suspensão de sólido em líquido) e *bredding* (cobertura final) (DELFINO et al., 2017).

Habitualmente, farinha de trigo e farinha de rosca são usadas para revestir nuggets produzidos comercialmente. Entretanto, estudos vêm sendo conduzidos com o objetivo de inovar e trazer um perfil mais saudável para os empanados (SILVA et al., 2021). Nesse sentido, a substituição parcial da farinha de cobertura de empanados por farinha do peixe olho de cão (*Priacanthus arenatus*) foi proposta por Bonfim et al. (2020). Estudos utilizando como matéria-prima a tilápia-do-Nilo, principal espécie produzida pela aquicultura brasileira (PEIXE BR, 2023), são importantes para fornecer alternativas para a gestão dos subprodutos das indústrias de processamento e alavancar o consumo de pescado no Brasil.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da farinha de peixe no revestimento de nuggets de CMS tilápia-do-Nilo, sobre suas características físico-químicas e sensoriais.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Panorama atual da aquicultura**

A aquicultura é uma atividade crescente em todo o mundo, sendo cada vez mais importante na produção de alimentos. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), a produção de pescado e frutos do mar provenientes da aquicultura alcançou cerca de 90,4 milhões de toneladas em 2018, representando um valor de mercado de aproximadamente \$ 250 bilhões (FAO, 2022).

No Brasil, a aquicultura tem apresentado um crescimento significativo nos últimos anos. De acordo com levantamento realizado pela Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR), em 2022 a produção brasileira de peixe de cultivo chegou a 860.355 toneladas, sendo que a espécie mais cultivada é a tilápia-do-Nilo, com produção de 550.060 toneladas (PEIXE BR, 2023). A tilápia-do-Nilo é bem aceita devido à presença de alta quantidade de nutrientes como proteínas, minerais e gorduras essenciais (ISLAM et al., 2023).

O crescimento da aquicultura traz consigo um maior volume de subprodutos do processamento e produção de peixes. De acordo com Ribeiro et al. (2020), o aumento da produção de peixes está diretamente relacionado a uma maior geração de subprodutos orgânicos e inorgânicos. Esses subprodutos podem ter um impacto negativo no meio ambiente e na qualidade da água, caso não sejam gerenciados adequadamente.

Portanto, é necessário que haja uma preocupação constante com a gestão adequada dos subprodutos gerados pela aquicultura, a fim de garantir a sustentabilidade da produção e minimizar os impactos ambientais.

### **2.2 Aproveitamento de resíduos do beneficiamento de peixes**

O aproveitamento de resíduos do beneficiamento de peixes é uma prática importante para minimizar o impacto ambiental e promover a sustentabilidade na indústria pesqueira. Os resíduos gerados pelo beneficiamento de peixes podem incluir cabeças, espinhas, vísceras, escamas e pele. Esses materiais, se não tratados adequadamente, podem causar problemas ambientais, como a contaminação do solo e da água. No entanto, os resíduos podem ser aproveitados para a produção de diversos subprodutos, como farinhas, óleos, hidrolisados, silagem, concentrados

proteicos e adubos orgânicos. De acordo com Silva et al. (2020), a produção de farinha de peixe a partir dos subprodutos do beneficiamento é uma das principais formas de aproveitamento.

A farinha de peixe é um ingrediente amplamente utilizado na produção de alimentos para animais aquáticos devido à sua alta digestibilidade, palatabilidade e perfil nutricional. Além disso, a farinha de peixe pode ser utilizada na produção de alimentos para consumo humano, como forma de enriquecer nutricionalmente os produtos finais.

A produção de óleo a partir dos subprodutos do beneficiamento de peixes, como co-produto do processo de obtenção da farinha, também é uma prática comum na indústria pesqueira.

Outra forma de aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento de peixes é a produção de adubos orgânicos. Esses subprodutos contêm nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas, como nitrogênio, fósforo e potássio, podendo ser utilizados na agricultura, proporcionando benefícios tanto para o solo quanto para as plantas. Um estudo avaliou a eficiência do composto orgânico produzido a partir de cabeça, e espinhaço de tambaqui no cultivo de alface, e os resultados mostraram que o composto orgânico produzido a partir dos subprodutos de tambaqui apresentou potencial agrônômico, com efeito positivo sobre o crescimento e desenvolvimento da alface (GARCIA et al., 2017).

As carcaças resultantes do processo de filetagem podem ser submetidas ao processo de extração da carne residual, através do processo de separação mecânica em máquinas de desossa, gerando assim a carne mecanicamente separada (CMS) (BRASIL, 2017). A utilização da CMS demonstra viabilidade tecnológica e nutricional, e, por conseguinte, revela a possibilidade de seu aproveitamento para elaboração de produtos (RIBEIRO et al., 2018). A utilização desse material também pode contribuir para a diminuição de problemas de má nutrição, atribuídos à carência ou deficiência de proteínas, além de reduzir os impactos negativos da atividade industrial ao meio ambiente (PIRES et al., 2014).

Além disso, outra forma de agregar valor à subprodutos do processamento é através da produção de concentrados proteicos de pescado (CPPs). O concentrado proteico pode ser uma alternativa para suprir as necessidades alimentares da população, dado que é um complemento alimentar que contém a quantidade de proteínas necessárias para a dieta humana (REBOUÇAS et al., 2012).

Existem três tipos principais de CPP, conhecidos como A, B e C, que diferem em seus métodos de obtenção e composição proteica. O tipo A é definido como um pó de coloração branca ou amarelo-clara, sem odor, com conteúdo de proteína entre 60-90% e máximo de gordura de 0,75% (ORDÓÑEZ et al., 2005). O tipo B, tem uma cor amarela ou acinzentada, com até 10% de gordura e mínimo de 65% de proteínas, podendo ter sabor e odor de peixe

(ORDÓÑEZ et al., 2005). E o tipo C é considerado uma farinha não desodorizada, sem limites para gordura e com mínimo de 60% de proteínas (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Os CPPs do tipo C são produtos com conteúdo variável de proteínas e lipídeos, podendo ser conhecidos também como farinhas de peixe para o consumo humano. A elaboração destas farinhas é menos dispendiosa, por não envolver a extração dos lipídeos com solventes (FERNANDES et al., 2022), e gera um produto interessante para a incorporação em diversos outros produtos alimentícios, não só salgados, como doces (CORREA et al., 2022; SOUZA et al., 2022). Diversos estudos comprovam a viabilidade de uso da farinha de peixe em produtos alimentícios, com efeitos positivos na aceitação sensorial dos produtos (GOES et al., 2015; VITORINO et al., 2020; SOUZA et al., 2021).

Sendo assim, o aproveitamento de subprodutos do beneficiamento de peixes é uma prática importante para a sustentabilidade na indústria pesqueira. Esses subprodutos podem ser utilizados na produção de diversos produtos, gerando benefícios econômicos, ambientais e sociais.

### **2.3 Desenvolvimento de produtos alimentícios à base de peixe**

Novas formas de apresentação e aproveitamento, tais como produtos prontos ou semi-prontos, permitem agregar praticidade ao seu preparo, o que iria favorecer o consumo de produtos à base de pescado (RIBEIRO et al., 2018). O desenvolvimento de produtos alimentícios a base de peixe tem sido um assunto de interesse crescente em todo o mundo, especialmente devido aos benefícios nutricionais associados ao consumo de peixe. O pescado é uma fonte rica em proteínas de alta qualidade, ácidos graxos ômega-3 e outros nutrientes importantes. Além disso, a disponibilização de produtos de pescado de alta qualidade em diferentes apresentações, como nuggets de peixe pré-fritos para finalizar no forno ou hambúrgueres de peixe, são uma forma de aumentar o consumo de pescado, uma vez que o consumidor moderno busca por produtos mais convenientes (MITTERER-DALTOÉ et al., 2014).

Há uma variedade de produtos alimentícios que podem ser desenvolvidos tendo como matéria-prima a carne de peixe, como nuggets, hambúrgueres, almôndegas, salsichas, linguças, entre outros. Esses produtos podem ser feitos com diferentes tipos de peixe e ingredientes, permitindo uma ampla variedade de sabores e texturas.

Além disso, o uso da farinha de peixe ou de concentrados proteicos de pescado tem o potencial de enriquecer nutricionalmente diversos produtos alimentícios, como relatado para

massa fresca de macarrão com farinha de tilápia (GOES et al., 2016) e massa de pizza com adição de farinha de atum (CAMPELO et al., 2017).

Em relação ao desenvolvimento de produtos à base de tilápia, vários estudos têm sido realizados com o intuito de agregar valor à essa espécie e diversificar o mercado de pescados. Segundo Lima et al. (2015), os nuggets de tilápia têm sido uma das alternativas mais utilizadas na indústria de processamento de pescados, uma vez que apresentam boa aceitação pelos consumidores e podem ser elaborados a partir de diferentes formulações, incluindo a adição de farinha de peixe.

### 2.3.1 Empanados

Os empanados de pescado são produtos bastante populares em muitos países e podem ser preparados de diversas maneiras. Entre os produtos cárneos, o nugget é um dos produtos mais populares, obtidos a partir de uma combinação de carne moída com sal e outros temperos, aliados a um revestimento antes da fritura para obter a cor, sabor e textura desejados (OPPONG et al., 2022). A operação de empanamento envolve três etapas fundamentais: *pre-dust* (pré-enfarinhamento), *batter* (suspensão de sólido em líquido) e *breadcrumbing* (cobertura final) (DELFINO et al., 2017).

Habitualmente, farinha de trigo e farinha de rosca são usadas para revestir nuggets produzidos comercialmente. Muitos empanados utilizam a farinha de rosca estilo japonês, também conhecida como farinha Panko, pois ela oferece uma aparência leve com textura crocante (PERERA & EMBUSCADO, 2014). Entretanto, estudos vêm sendo conduzidos com o objetivo de inovar e trazer um perfil mais saudável para os empanados (SILVA et al., 2021). Diferentes fontes de revestimentos estão sendo buscadas para produzir nuggets, como farinhas de arroz (PINKAEW & NAIVIKUL, 2019), amaranto (TAMSEN et al., 2018), coco e tapioca (SILVA et al., 2021).

Nesse sentido, a substituição parcial da farinha de cobertura de empanados por farinha do peixe olho de cão (*Priacanthus arenatus*) foi proposta por Bonfim et al. (2020). O estudo sugeriu que a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de peixe no empanamento dos nuggets melhorou o valor nutricional e a capacidade de retenção de água do empanado, bem como realçou o sabor e o aroma, sem afetar significativamente sua aceitabilidade geral (BONFIM et al., 2020).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Elaboração das farinhas de revestimento

A carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia-do-Nilo utilizada para elaboração das farinhas e nuggets foi doada pela empresa Mar e Terra (Itaporã, MS).

Para a elaboração da farinha de peixe, a CMS de tilápia-do-Nilo foi inicialmente descongelada em refrigerador por 24 horas, e cozida por 60 minutos em panela de pressão. Em seguida, o material foi prensado em prensa manual e a torta de prensa foi triturada em multiprocessador. A massa resultante foi desidratada em estufa de ventilação forçada durante 20 horas a 60°C. Ao final deste processo, foi realizada uma nova moagem, seguida de peneiramento (metodologia adaptada de SOUZA et al., 2017), resultando na farinha de peixe.

A farinha de peixe foi utilizada para elaboração das farinhas de revestimento. Para compor as farinhas de revestimento, foi utilizada como base a farinha de cobertura tipo PANKO, que foi substituída por farinha de peixe nas proporções de 0, 20, 40 e 60%.

#### 3.2 Elaboração dos nuggets

Foram elaborados quatro quilos de nuggets utilizando como matéria-prima a CMS de tilápia, a partir de uma formulação básica (Tabela 1). Após a pesagem dos ingredientes, eles foram manualmente misturados e moldados em círculos de 5 cm de diâmetro e 1 cm de altura.

TABELA 1. Formulação dos nuggets de tilápia-do-Nilo

Ingredientes	%
Carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia-do-Nilo	85
Gelo	5
Amido de milho	3
Proteína isolada de soja	2
Sal	1,5
Cebola desidratada	1,5
Alho desidratado	0,9
Cebolinha desidratada	0,5
Salsinha desidratada	0,5
Pimenta branca	0,1
Total	100

No processo de empanamento, todos os nuggets foram submetidos ao *pré-dust*, que consistia na passagem dos nuggets em farinha de arroz. Em seguida, os nuggets foram mergulhados no líquido de empanamento (*batter*), composto por farinha de trigo (17,3%), amido de milho (10,4%), leite em pó (1,7%), sal (1,4%) e água (69,2%) (CORTEZ-NETTO et al., 2010). Na etapa final (*breeding*), os nuggets foram distribuídos em quatro tratamentos (1 kg por tratamento), correspondentes aos quatro tipos de revestimento (0, 20, 40 e 60% de inclusão de farinha de peixe na farinha de cobertura) (FIGURA 1). Os valores foram estipulados conforme resultados de estudo anterior conduzido por Bonfim et al. (2020).

Os nuggets (FIGURA 2) foram submetidos à pré-fritura em óleo vegetal a 180°C por trinta segundos e, em seguida, foram congelados. Para a fritura completa, os nuggets congelados foram fritos a 180°C por três minutos.

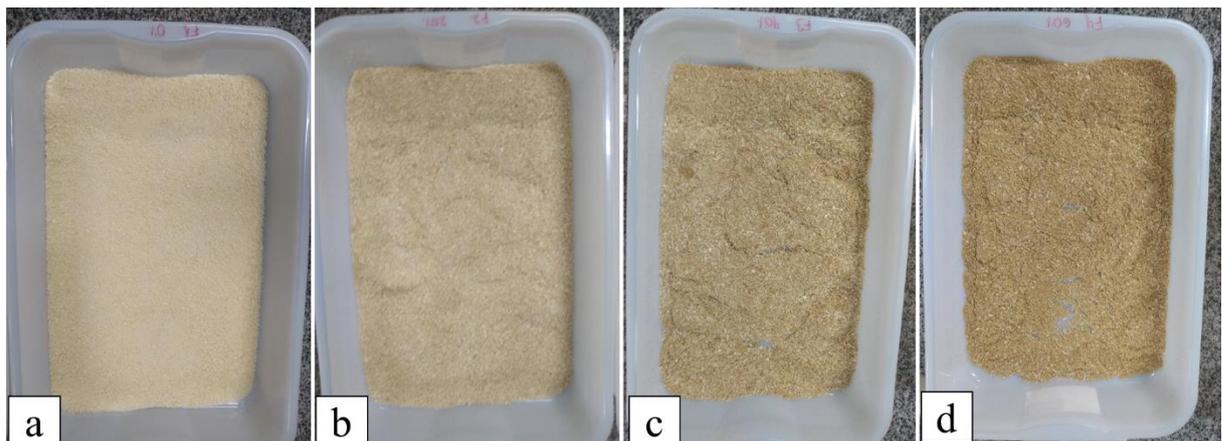


FIGURA 1. Farinhas de revestimento dos nuggets de tilápia-do-Nilo (a) 0%, (b) 20%, (c) 40% e (d) 60% de inclusão de farinha de peixe na farinha de cobertura.

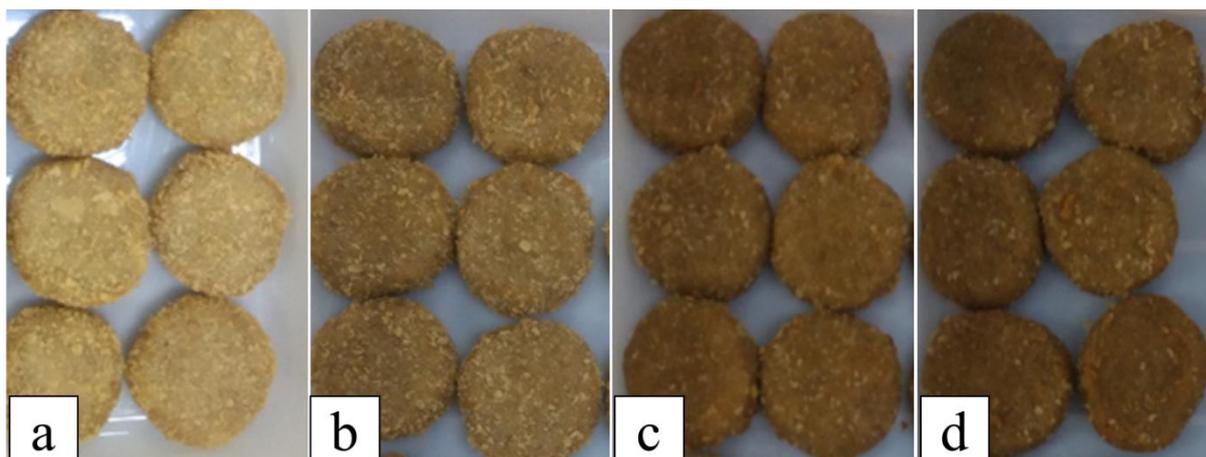


FIGURA 2. Nuggets de tilápia-do-Nilo após pré-fritura (a) 0% (b) 20% (c) 40% e (d) 60% de inclusão de farinha de peixe na farinha de cobertura.

### 3.3 Composição centesimal e valor calórico

As análises da composição centesimal foram realizadas em duplicata, em 5 nuggets por tratamento pré-fritos e 5 nuggets fritos por tratamento, sendo determinados os teores de umidade, cinzas e lipídeos de acordo com a metodologia da AOAC (2005). Os teores de proteína bruta foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl, descrito por Silva & Queiroz (2002). O teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais constituintes (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O valor calórico foi calculado de acordo com Atwater & Woods (1896), em que os fatores de conversão foram considerados 4 kcal. g<sup>-1</sup> para proteínas e carboidratos, 2 kcal. g<sup>-1</sup> para fibra alimentar total e 9 kcal. g<sup>-1</sup> para lipídios. Os resultados foram expressos em kcal/100 g.

### 3.4 Determinação da cor, rendimento e percentual de encolhimento

A determinação da cor (FIGURA 3) foi realizada em 10 nuggets por tratamento, após a pré-fritura e posteriormente ao processo de fritura completa, utilizando colorímetro portátil (Minolta® modelo CR-400), calibrado no sistema CIELAB, obtendo-se os valores de luminosidade L\* (L\*= 0 preto e L\*=100 branco), croma a\* (componente vermelho-verde) e croma b\* (componente amarelo-azul), sobre ângulo de 90°. Foram coletadas 3 medidas por nugget.



FIGURA 3. Análise da coloração em nuggets pré-fritos.

O rendimento foi determinado em 10 nuggets pré-fritos e 10 nuggets fritos por tratamento, pela diferença do peso inicial da amostra crua (g) e aferição do peso da amostra frita (g), expresso em porcentagem, conforme a equação 01.

$$\%Rendimento = \frac{Peso da Amostra Frita}{Peso Amostra Crua} \times 100 \quad (01)$$

O percentual de encolhimento (FIGURA 4) foi medido em 10 nuggets pré-fritos e 10 nuggets fritos por tratamento, antes e depois da fritura (cm) com o auxílio de um paquímetro digital, conforme equação 02.

$$\%Encolhimento = \frac{Diâmetro da amostra Crua - Diâmetro Amostra Frita \times 100}{Diâmetro da Amostra Crua} \quad (02)$$

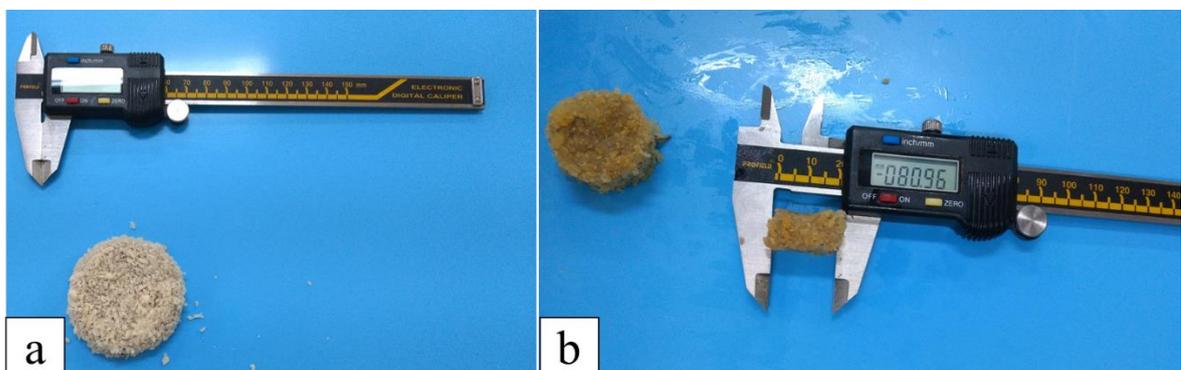


FIGURA 4. Avaliação do percentual de encolhimento (a) nugget de tilápia-do-Nilo cru e (b) pré-frito.

### 3.5 Determinação de força de cisalhamento e Análise do Perfil de textura

Todas as formulações foram submetidas às análises de força de cisalhamento e Análise do Perfil de Textura (TPA), utilizando o texturômetro TA.XT plus (Stable Micro Systems Texture Analyser, United Kingdom), sendo analisados 10 nuggets pré-fritos e 10 nuggets fritos por tratamento (FIGURA 5).

Os parâmetros para a análise de TPA foram de 1,00 mm/seg no pré-teste, 5,00 mm/seg de velocidade no teste e pós-teste, distância de 10,000 mm e tempo de 5 seg, tipo de gatilho alto e força de 0,04903 N e modo de tara auto. Na força de cisalhamento foram 1,00 mm/seg no pré-teste, 2,00 mm/seg no teste de velocidade e 10,00 mm/seg de velocidade de pós-teste, distância de 35,000 mm e tempo de 5 seg, tipo de gatilho alto e força de 0,04903 N e modo de tara auto.

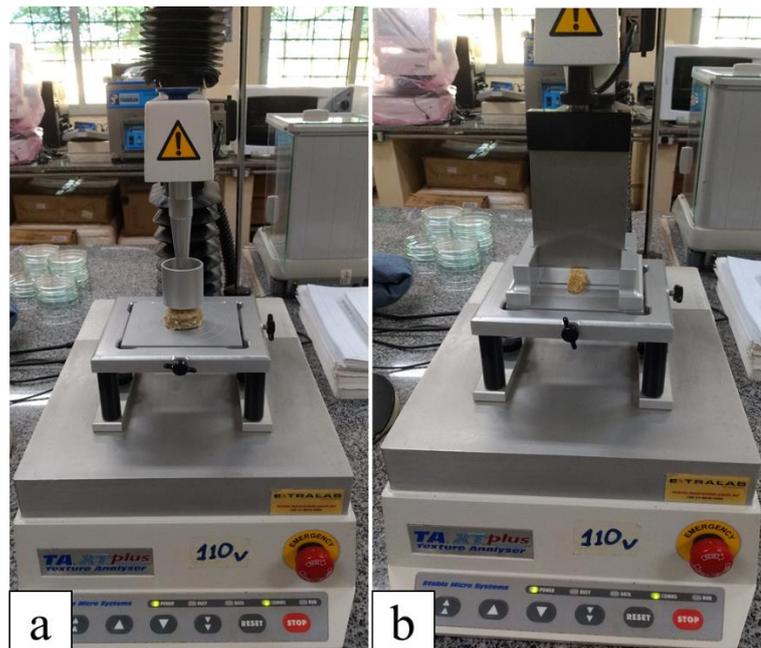


FIGURA 5. Análise do Perfil de Textura (TPA) (a) Análises de força de cisalhamento (b) de nuggets de tilápia-do-Nilo.

### 3.6 Análise sensorial

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal da Grande Dourados (CEP/UFGD), sob Parecer nº 5.644.903.

Os testes foram realizados utilizando aleatoriamente 60 provadores não treinados, realizando seis sessões com dez consumidores diferentes cada. Cada consumidor avaliou quatro amostras codificadas com um código aleatório de três dígitos por sessão, correspondente aos diferentes tratamentos. As amostras foram servidas em um delineamento randomizado para evitar efeitos de ordem e transposição (MACFIE et al., 1989). Os consumidores foram solicitados a provar e avaliar cada amostra sobre a aceitabilidade de quatro atributos (odor, cor, sabor, textura e aceitabilidade geral) usando uma escala de 9 pontos, variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente). Não foi incluído a escala média, tal como descrito por Font i Furnols et al. (2008). Os consumidores foram convidados a comer biscoito água e sal e enxaguar a boca com água antes de avaliar cada amostra, incluindo a primeira amostra.

Para avaliar o Índice de Aceitabilidade (IA) dos produtos, foi utilizada a equação 3, conforme Dutcosky (2013).

$$IA\% = \frac{\text{notamédiadoproduto}}{9} \times 100 \quad (3)$$

Avaliou-se também a intenção de compra dos produtos, utilizando hedônica de 5 pontos com os extremos 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria) (DAMÁSIO & SILVA, 1996).

### 3.7 Análise estatística

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 20, 40 e 60% de inclusão de farinha de peixe na farinha de cobertura) e dez repetições por tratamento, sendo o nugget considerado como unidade experimental.

Os resultados foram submetidos a análise de regressão utilizando-se o procedimento Multiple Regression do software STATISTICA 7.1 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA, 2005), avaliando-se os efeitos dos níveis de inclusão de farinha de peixe na cobertura a nível de 5% de significância. Todos os dados foram expressos como média  $\pm$  erro padrão da média.

Para os dados da análise sensorial, além da análise de regressão, foi realizada análise de componentes principais (PCA), para identificar relações entre os tratamentos e os atributos sensoriais e mostrados em forma de gráfico, com auxílio do software STATISTICA 7.1.

#### 4 RESULTADOS

Na composição centesimal e valor calórico dos nuggets pré-fritos (TABELA 2), pode-se observar acréscimo linear ( $P < 0,05$ ) nos teores de proteínas, lipídeos, cinzas e valor calórico dos nuggets, conforme aumento dos níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento. Os teores de umidade e carboidratos não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre os nuggets pré-fritos.

Porém, após o processo de fritura, pode-se observar uma redução linear ( $P < 0,05$ ) da umidade dos nuggets, acompanhada de um aumento linear ( $P > 0,05$ ) do teor de lipídeos e do valor calórico dos nuggets, conforme acréscimo dos níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento (TABELA 2). Diferente do observado nos nuggets pré-fritos, após o processo de fritura, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os teores de proteínas e cinzas dos produtos.

TABELA 2. Composição nutricional (g/100 gramas) e valor calórico de nuggets de tilápia-do-Nilo pré-fritos e fritos, elaborados com diferentes níveis de farinha de peixe no revestimento.

Parâmetros	Níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento				Valor de P
	0%	20%	40%	60%	
<b>PRÉ-FRITOS</b>					
Umidade	56,29±0,39	56,38±0,30	55,85±3,29	53,41±2,10	0,287
Proteínas	14,71±0,22	15,03±0,52	15,40±0,22	16,97±0,69	0,003 <sup>1</sup>
Lipídeos	11,59±0,18	11,60±0,45	14,66±0,56	15,02±0,47	0,000 <sup>2</sup>
Cinzas	1,54±0,21	1,98±0,26	1,94±0,10	2,25±0,07	0,016 <sup>3</sup>
Carboidratos	15,88±0,32	15,01±1,17	12,15±2,79	12,35±2,01	0,102
Valor calórico (kcal/100 g)	226,62±2,42	224,58±1,05	242,18±14,73	252,44±8,12	0,021 <sup>4</sup>
<b>FRITOS</b>					
Umidade	49,74±1,27	48,23±0,61	47,93±0,49	44,18±2,13	0,009 <sup>5</sup>
Proteínas	17,71±0,64	17,57±0,21	17,46±0,22	18,04±0,17	0,582
Lipídeos	16,16±0,52	17,63±0,24	17,81±0,73	18,89±0,49	0,002 <sup>6</sup>
Cinzas	2,20±0,17	2,66±0,06	2,14±0,27	2,19±0,12	0,538
Carboidratos	14,19±1,50	13,91±0,58	14,66±1,15	16,70±1,69	0,159
Valor calórico (kcal/100 g)	273,05±6,83	284,58±3,15	288,75±3,51	308,96±9,81	0,001 <sup>7</sup>

<sup>1</sup>Regressão linear  $y = 0,0358x + 14,452$   $R^2 = 0,848$ ; <sup>2</sup>Regressão linear  $y = 0,0667x + 11,215$   $R^2 = 0,841$ ; <sup>3</sup>Regressão linear  $y = 0,0104x + 1,6137$   $R^2 = 0,851$ ; <sup>4</sup>Regressão linear  $y = 0,4753x + 222,19$   $R^2 = 0,859$ ; <sup>5</sup>Regressão linear  $y = -0,0849x + 50,066$   $R^2 = 0,861$ ; <sup>6</sup>Regressão linear  $y = 0,0418x + 16,368$   $R^2 = 0,926$ ; <sup>7</sup>Regressão linear  $y = 0,5595x + 272,05$   $R^2 = 0,931$

Na análise da cor dos nuggets (TABELA 3), observou-se que, tanto para nuggets pré-fritos como fritos, houve uma redução da luminosidade ( $L^*$ ) e aumento da intensidade de ver-

melho (a\*) (P<0,05), conforme acréscimo nos níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento. Entretanto, o padrão da intensidade de amarelo (b\*) foi diferente para nuggets pré-fritos e fritos: enquanto para nuggets pré-fritos a intensidade de amarelo diminuiu (P<0,05) conforme acréscimo dos níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento, após o processo de fritura, houve um aumento (P<0,05) da intensidade de amarelo nos nuggets.

Nos nuggets pré-fritos, o aumento dos níveis de farinha de peixe no revestimento ocasionou em uma redução linear (P<0,05) tanto no percentual de encolhimento, como no rendimento dos nuggets (TABELA 3). Entretanto, após o processo de fritura completa, estes efeitos não foram mais observados (P>0,05).

TABELA 3. Coloração, encolhimento e rendimento de nuggets de tilápia-do-Nilo pré-fritos e fritos, elaborados com diferentes níveis de farinha de peixe no revestimento.

Características	Níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento				Valor de P
	0%	20%	40%	60%	
<b>PRÉ-FRITOS</b>					
L*	50,43±0,48	52,16±0,33	49,16±0,37	47,49±0,21	<0,001 <sup>1</sup>
a*	2,21±0,22	1,91±0,12	3,31±0,13	4,11±0,12	<0,001 <sup>2</sup>
b*	15,45±0,22	15,10±0,58	12,93±0,40	12,91±0,25	<0,001 <sup>3</sup>
Encolhimento (%)	99,94±0,86	99,45±0,47	98,14±0,46	97,34±0,58	0,001 <sup>4</sup>
Rendimento (%)	102,64±0,26	101,00±0,11	101,03±0,43	100,16±0,35	<0,001 <sup>5</sup>
<b>FRITOS</b>					
L*	50,32±0,94	48,45±0,29	42,26±0,34	43,93±0,46	<0,001 <sup>6</sup>
a*	3,27±0,81	6,07±0,44	6,33±0,32	6,14±0,19	<0,001 <sup>7</sup>
b*	13,54±0,38	15,97±0,28	15,87±0,27	15,90±0,33	<0,001 <sup>8</sup>
Encolhimento (%)	100,05±1,65	99,63±0,59	98,48±0,59	98,86±0,68	0,277
Rendimento (%)	94,65±1,12	92,73±0,57	94,99±0,54	95,93±0,60	0,092

<sup>1</sup>Regressão linear  $y = -0,0592x + 51,584$   $R^2 = 0,597$ ; <sup>2</sup>Regressão linear  $y = 0,0355x + 1,8204$   $R^2 = 0,818$ ; <sup>3</sup>Regressão linear  $y = -0,0489x + 15,564$   $R^2 = 0,853$ ; <sup>4</sup>Regressão linear  $y = -0,0456x + 100,08$   $R^2 = 0,974$ ; <sup>5</sup>Regressão linear  $y = -0,0371x + 102,32$   $R^2 = 0,851$ ; <sup>6</sup>Regressão linear  $y = -0,1268x + 50,047$   $R^2 = 0,753$ ; <sup>7</sup>Regressão linear  $y = 0,0443x + 4,1235$   $R^2 = 0,615$ ; <sup>8</sup>Regressão linear  $y = 0,0349x + 14,272$   $R^2 = 0,574$ .

Na Análise do Perfil de Textura dos nuggets pré-fritos (TABELA 4), foi observada uma redução linear (P<0,05) nos parâmetros de coesividade e resiliência, conforme aumento dos níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento. Os demais parâmetros não foram afetados pelos tratamentos. Por outro lado, após o processo de fritura completa, foi observada uma diminuição linear (P<0,05) dos parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e

mastigabilidade, conforme aumento dos níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento (FIGURA 3). Acompanhando esta tendência, a força de cisalhamento dos nuggets fritos também apresentou comportamento semelhante, com diminuição linear ( $P < 0,05$ ) das médias. Entretanto, para nuggets pré-fritos, não foi observado efeito de regressão ( $P > 0,05$ ).

TABELA 4. Perfil de Textura e força de cisalhamento de nuggets de tilápia-do-Nilo pré-fritos e fritos, elaborados com diferentes níveis de farinha de peixe no revestimento.

	Níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento				Valor de P
	0%	20%	40%	60%	
<b>PRÉ-FRITOS</b>					
Dureza (N)	6,02±0,94	6,39±0,69	6,49±1,24	6,69±0,91	0,635
Fraturabilidade	4,13±1,12	4,02±0,67	6,90±0,83	5,94±0,91	0,105
Elasticidade	0,65±0,02	0,64±0,01	1,20±0,45	0,55±0,03	0,156
Coabilidade	0,40±0,03	0,36±0,02	0,29±0,02	0,30±0,01	<0,001 <sup>1</sup>
Gomosidade	2,24±0,34	2,25±0,25	2,00±0,38	2,02±0,31	0,915
Mastigabilidade	1,43±0,22	1,44±0,17	0,80±0,13	1,18±0,25	0,188
Resiliência	0,12±0,01	0,10±0,01	0,10±0,01	0,09±0,00	0,046 <sup>2</sup>
Força de cisalhamento (N)	0,78±0,04	0,71±0,02	1,15±0,08	0,80±0,09	0,164
<b>FRITOS</b>					
Dureza (N)	6,28±0,81	6,26±0,82	4,46±0,83	4,44±0,71	0,043*
Fraturabilidade	4,60±0,62	2,38±0,45	4,45±0,74	3,08±0,50	0,401
Elasticidade	0,71±0,02	0,65±0,02	0,61±0,01	0,56±0,02	<0,001*
Coabilidade	0,40±0,01	0,38±0,02	0,34±0,02	0,35±0,02	0,037*
Gomosidade	2,49±0,34	2,45±0,31	1,60±0,38	1,63±0,35	0,032*
Mastigabilidade	1,74±0,22	1,61±0,20	0,95±0,21	0,91±0,19	0,001*
Resiliência	0,12±0,01	0,11±0,01	0,10±0,01	0,10±0,01	0,123
Força de cisalhamento (N)	0,44±0,10	0,38±0,04	0,32±0,05	0,22±0,04	0,010 <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Regressão linear  $y = -0,0018x + 0,3893$ ,  $R^2 = 0,881$ , <sup>2</sup>Regressão linear  $y = -0,0004x + 0,1114$ ,  $R^2 = 0,857$ , <sup>3</sup>Regressão linear  $y = -0,1312x + 8,058$   $R^2 = 0,862$ , <sup>4</sup>Regressão linear  $y = -0,0037x + 0,4512$   $R^2 = 0,986$ . \* Equações de regressão apresentadas na FIGURA 6.

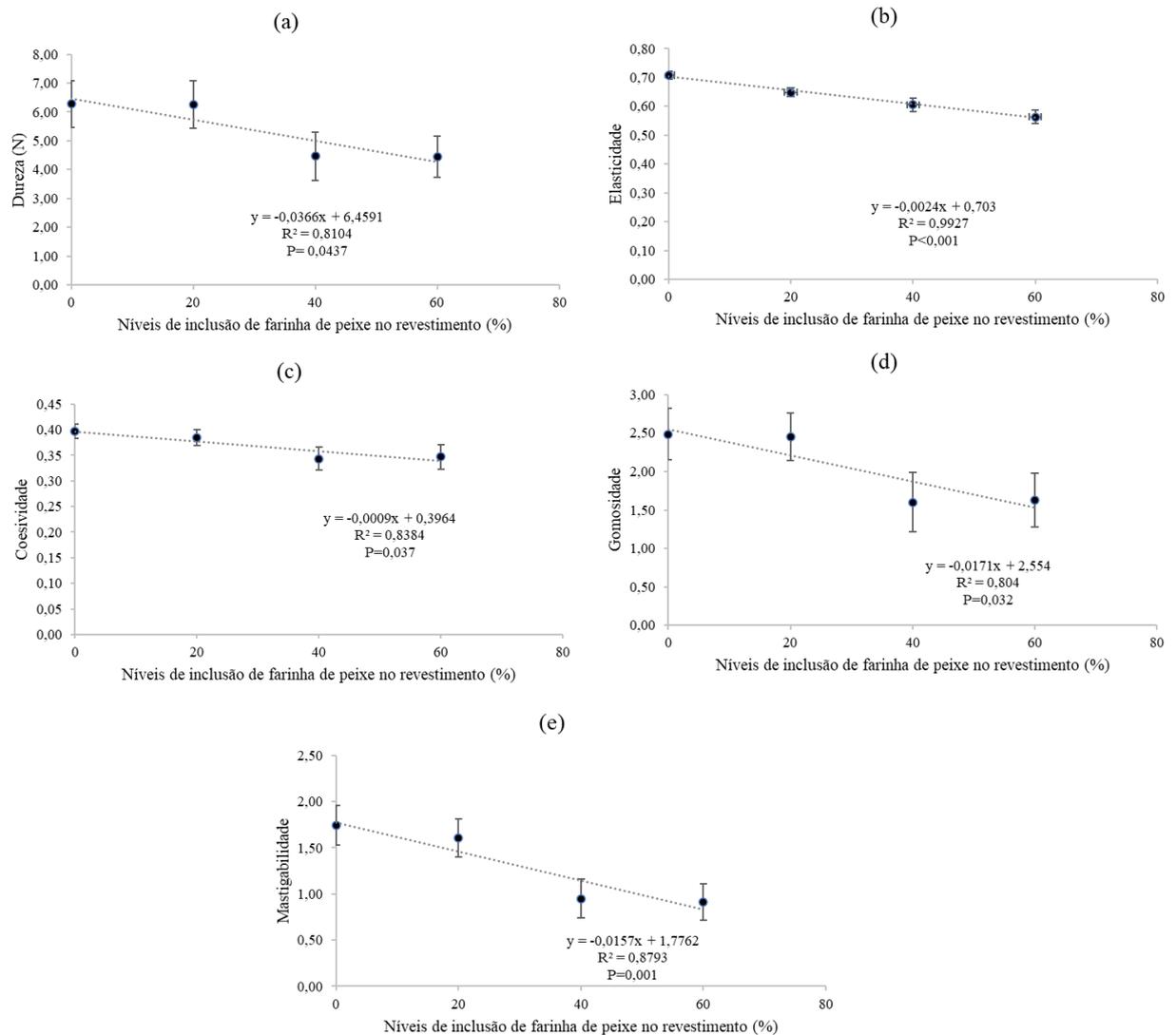


FIGURA 6. Análise do Perfil de Textura de nuggets de tilápia após fritura com inclusão de farinha de peixe no revestimento. (a) Dureza (b) Elasticidade (c) Coesividade (d) Gomosidade (e) Mastigabilidade.

Na análise sensorial (TABELA 5), foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos somente para o atributo cor, com equação de regressão polinomial indicando média máxima para os nuggets com inclusão de 40% de farinha de peixe no revestimento.

TABELA 5. Atributos sensoriais, índice de aceitabilidade e intenção de compra de nuggets de tilápia-do-Nilo, elaborados com diferentes níveis de farinha de peixe no revestimento

Atributos	Níveis de inclusão de farinha de peixe no revestimento				Valor P
	0%	20%	40%	60%	
Odor <sup>1</sup>	6,98±0,22	7,52±0,15	7,24±0,19	7,29±0,19	0,444
Cor <sup>1</sup>	5,76±0,25	6,41±0,18	6,62±0,19	6,39±0,24	0,029 <sup>3</sup>
Sabor <sup>1</sup>	6,62±0,26	6,98±0,23	6,69±0,24	7,23±0,17	0,134
Textura <sup>1</sup>	6,71±0,24	6,71±0,26	6,83±0,22	6,84±0,22	0,626
Aceitabilidade geral <sup>1</sup>	6,60±0,25	6,96±0,20	6,90±0,19	7,13±0,20	0,112
Índice de aceitabilidade (%)	72,61±2,30	76,87±1,64	76,17±1,75	77,50±1,66	0,091
Intenção de compra <sup>2</sup>	3,36±0,15	3,77±0,14	3,74±0,14	3,77±0,14	0,067

<sup>1</sup>Escala hedônica entre 1 (desgostei extremamente) e 9 (gostei extremamente). <sup>2</sup> Escala hedônica entre 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria). <sup>3</sup>Regressão polinomial  $y = -0,0005x^2 + 0,0436x + 5,7588$   $R^2 = 0,999$ .

Na análise dos componentes principais (FIGURA 7), os dois eixos dos componentes principais explicaram 90,18% da variância total. Em relação aos tratamentos, todos os atributos avaliados estão posicionados do lado esquerdo do fator 1, localizados próximos ao nível de 60% de inclusão de farinha de peixe no revestimento. O tratamento 0% está presente do outro lado (direita o fator 1), inversamente relacionado aos atributos analisados. Cor, textura e aceitabilidade geral estão presentes no mesmo quadrante dos tratamentos 40 e 60% de farinha de peixe, demonstrando uma associação entre eles.

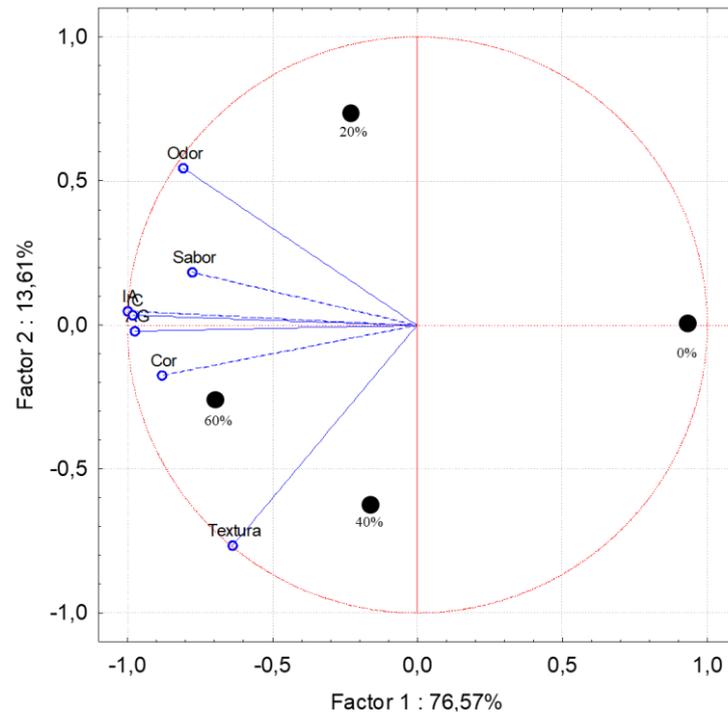


FIGURA 7. Análise dos componentes principais. AG: Aceitabilidade Geral, IA: Índice de Aceitabilidade, IC: Intenção de Compra.

## 5 DISCUSSÃO

Na composição centesimal dos nuggets pré-fritos, observou-se que conforme o aumento do nível de inclusão da farinha de peixe no revestimento, houve um acréscimo dos teores de proteínas, lipídeos e cinzas. Esta tendência pode estar relacionada às diferenças na composição da farinha de trigo (base para fabricação da farinha de cobertura tipo Panko, utilizada neste estudo) e a farinha de peixe que foi aumentando gradualmente de concentração, que possuía valores expressivos de proteína e lipídeos. A farinha de peixe é rica em proteínas, ácidos graxos polinsaturados e outros nutrientes importantes para a saúde humana, o que a torna um ingrediente valorizado em muitos produtos alimentícios (KAUSHIK, 2017). Resultados similares ao deste estudo foram observados por Bonfim et al. (2020), que ao desenvolverem nuggets do peixe *Priacanthus arenatus* com inclusão de farinha de peixe da mesma espécie no revestimento, obtiveram comportamento parecido para a composição centesimal. De fato, outros trabalhos com inclusão de farinha de peixe em produtos alimentícios encontraram o efeito de acréscimo linear dos nutrientes conforme aumento do nível de adição, como relatado para massa fresca de macarrão com farinha de tilápia (GOES et al., 2016) e massa de pizza com adição de farinha de atum (CAMPELO et al., 2017).

Por outro lado, após o processo de fritura, os efeitos observados anteriormente nos nuggets pré-fritos foram atenuados, uma vez que houve diferença entre os tratamentos somente nos teores de umidade e lipídeos. No pescado e produtos derivados, os teores de lipídeos e umidade apresentam relação inversamente proporcional (STOLARSKI et al., 2014), assim como verificado no presente estudo. Provavelmente, a incorporação de óleo em função do processo de fritura, aliada à diminuição do teor de umidade, diminuiu os efeitos no teor de proteína bruta verificados nos nuggets pré-fritos.

Os valores calóricos aumentados conforme acréscimo dos níveis de inclusão de farinha de peixe nos nuggets pré-fritos e fritos possivelmente é resultado das maiores médias de lipídeos, uma vez que o cálculo do valor calórico considera na maior parte este nutriente (ATWATER & WOODS, 1896).

A cor de alimentos fritos e empanados é um importante atributo estético que influencia na aceitação inicial pelo consumidor (SHAN et al., 2018). Neste estudo, pode-se perceber que a inclusão da farinha de peixe no revestimento dos nuggets tornou-os mais escuros e com as colorações vermelha e amarela mais intensas após o processo de fritura. Este fato pode estar ligado à diminuição da farinha de cobertura tipo Panko (que é feita de farinha de trigo) conforme

acréscimo dos níveis de inclusão, e à reação de Maillard durante a fritura, que pode contribuir para as alterações nos parâmetros de cor dos produtos. Durante a fritura, a cor amarelo-dourado da crosta se origina da reação de Maillard entre o amido e a proteína do trigo, além da caramelização do amido (DAMODARAN et al., 2007). Deve-se considerar também a coloração da farinha de peixe utilizada no presente estudo, mais escura do que a farinha de cobertura tipo Panko, que possui coloração mais clara. Além disso, as diferenças de cor entre os tratamentos podem estar relacionadas ao grau de perda de umidade e absorção de óleo, uma vez que o teor de umidade é um fator chave que afeta a reação de Maillard (SHAN et al., 2018), e neste estudo, a umidade dos nuggets fritos diminuiu linearmente conforme acréscimo dos níveis de inclusão da farinha de peixe. Entretanto, é importante ressaltar que os nuggets com coberturas contendo 40% de inclusão de farinha de peixe obtiveram melhor aceitação sensorial no atributo cor, conforme demonstrou a análise sensorial, demonstrando que o uso da farinha de peixe é desejável no empanamento de nuggets.

A análise do perfil de textura é uma ferramenta útil para avaliar as propriedades físicas e sensoriais dos alimentos. A dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade são medidas importantes que podem ser utilizadas para caracterizar diferentes aspectos da textura dos alimentos. Conforme Tamsen et al. (2018), na análise do perfil de textura, a dureza representa a força máxima necessária para comprimir a amostra e a coesividade mostra a intensidade da deformação antes da destruição do tecido. A elasticidade é a capacidade de recuperar a forma inicial após a eliminação da força aplicada, enquanto a gomosidade é a força necessária para sobrecarregar as amostras para engolir (TAMSEN et al., 2018). Já a mastigabilidade indica o trabalho necessário para mastigar a amostra (gomosidade  $\times$  elasticidade). A mastigabilidade é influenciada por vários fatores, incluindo a composição química, o tamanho e a forma das partículas e a estrutura física do alimento (TAMSEN et al., 2018). Neste estudo, a inclusão de farinha de peixe na cobertura dos nuggets contribuiu para diminuir não só a força de cisalhamento, como também os parâmetros relacionados à análise do perfil de textura, demonstrando que os níveis maiores de inclusão da farinha de peixe implicaram em nuggets mais macios. Isto pode estar relacionado às diferenças tanto na granulometria das farinhas que foram combinadas nos diferentes tratamentos (farinha de cobertura tipo Panko e farinha de peixe), que possivelmente implicou na crocância dos nuggets, resultando na diminuição dos atributos relacionados à textura. De fato, a cobertura com farinha Panko, conhecida como estilo japonês de empanamento, oferece uma aparência mais clara e textura crocante ao empanado (PERERA & EMBUSCADO, 2014).

Entretanto, essas alterações não foram percebidas como prejudiciais pelos provadores

na análise sensorial, uma vez que o atributo textura não apresentou efeito significativo entre os tratamentos. Inclusive, a análise de componentes principais demonstrou associação entre os atributos cor, textura e aceitabilidade e o tratamento com inclusão de 60% de farinha de peixe. Além disso, o índice de aceitabilidade foi acima de 70% para todos os nuggets, indicativo de boa aceitação pelos provadores (DUTCOSKY, 2013). Resultados parecidos também foram obtidos por Bonfim et al. (2020), que obtiveram boa aceitação em nuggets com inclusão de até 40% de farinha do peixe olho-de-cão no revestimento. De fato, diversos outros estudos comprovam a viabilidade de uso da farinha de peixe em produtos alimentícios, com efeitos positivos na aceitação sensorial dos produtos (GOES et al., 2015; VITORINO et al., 2020; SOUZA et al., 2021).

## **6 CONCLUSÃO**

Conclui-se que a inclusão de até 60% de farinha de peixe no revestimento de nuggets de carne mecanicamente separada de tilápia-do-Nilo é indicada para melhorar o perfil nutricional e sensorial do empanado.

## 7 REFERÊNCIAS

AOAC. ASSOCIATIONS OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analyses of the Association of Analytical Chemists**. 18. ed. 2005.

ATWATER, W.O.; WOODS, C.D. **The Chemical Composition of American Food Materials**. 28. Bulletin. Washington: Government Printing office, 1896.

BARROSO R. M; PINCINATO R. B. M; MUNOZ A. E. P. **Informativo de Mercado da Tilápia: O mercado da tilápia – 2º trimestre de 2017**. Embrapa Pesca Aquicultura. Palmas, TO. 2017. 1p. Disponível em: Acesso em 24 de abril de 2021.

BEDRNÍČEK, J.; LAKNEROVÁ, I.; LINHARTOVÁ, Z.; KADLEC, J.; SAMKOVÁ, E.; BÁRTA, J.; BÁRTOVÁ, V.; MRÁZ, J.; PESEK, M.; WINTEROVÁ, R.; et al. Onion peel powder as an antioxidant-rich material for sausages prepared from mechanically separated fish meat.. **Antioxidants**, v. 9, no. 10, p. 974, 2020.

BRASIL. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal E(RIISPOA)**. Disponível em: < [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698)> Acesso: 18 de fevereiro de 2021.

BARROS, E. L., BARROSO, N. G., CAMELO-SILVA, C., SANCHES, M. A. R., VERRUCK, S., & VIDIGAL, M. C. T. R. Tecnologias envolvidas no processamento de empanados. **IN: Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 2**. Disponível em <https://downloads.editoracientifica.org/articles/201102196.pdf> Acesso em 23 abr 2023.

BONFIM, B. D. C., MONTEIRO, M. L. G., SANTOS, A. F. G. N. D., VILAR, J. D. S., & CONTE-JUNIOR, C. A. Nutritional improvement and consumer perspective of fish nuggets with partial substitution of wheat flour coating by fish (*Priacanthus arenatus*, Cuvier, 1829) waste flour. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 29, n. 1, p. 28-42, 2020.

CAMPELO, D. A. V., SOUZA, M. L. R. D., MOURA, L. B. D., XAVIER, T. O., YOSHIDA, G. M., GOES, E. S. D. R., MIKCHA, J. M. G. Addition of different tuna meal levels to pizza dough. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2016014, 2017.

CORREA, S. S.; OLIVEIRA, G. G.; SANTOS, F. V.; CORADINI, M. F.; ALVES, L. F.; Matiucci, M. A.; GASPARINO, E.; GOES, E.S.R.; FEIHRMANN, A. C.; SOUZA, M.L.R. Flavored Amazonic pirarucu (*Arapaima giga*) waste flour (salted and sweet) for inclusion in food products. **Journal Of Food Science And Technology-Mysore**, v. -, p. -, 2022.

CORTEZ-NETTO, J. D. P., BOSCOLO, W. R., FEIDEN, A., MALUF, M. L. F., DE FREITAS, J. M. A., & SIMÕES, M. R. Formulação, análises microbiológicas, composição centesimal e aceitabilidade de empanados de jundiá (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 69(2), 181-187. 2010

DAMÁSIO M.H, SILVA M.A.AP. **Curso de treinamento em análise sensorial**. Apostila. Campinas: Fundação Tropical de Tecnologia "André Tosello", 1996.

DAMODARAN, S., PARKIN, K. L., FENNEMA, O. R. **Fennema's Food Chemistry** (pp. 96–103). Boca Raton, FL: CRC Press. 2007.

DECKER, A. T., RODRIGUES, E. A., DE ALMEIDA, J. C., QUADRO, M. S., LEANDRO, D., ANDREAZZA, R., & BARCELOS, A. A. Impactos ambientais dos resíduos de pescado. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2016.

DELFINO, L. A., DA SILVA, L. S., BIASI, D. C., POLISELI-SCOPEL, F. H., & BAINY, E. M. Elaboração de hambúrguer empanado de tilápia aplicando diferentes sistemas de coberturas comerciais. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 2, p. 32-45, 2017.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**, 2 ed. Champagnat, Curitiba. 2007.

FONT I FURNOLS, M.; GISPERT, M.; GUERRERO, L.; VELARDE, A.; TIBAU, J.; SOLER, J. Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. **Meat Science**, v. 80, p.1013–1018, 2008.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Rome: FAO. 2022.

FERNANDES, N. I.; SILVA, C. A. H.; BUENO, G. C. F.; SOUZA, M. L. R.; GOES, E. S. R. Preparation of tambacu protein concentrates using different methodologies. **Semina. Ciências Agrária**, v. 43, p. 415-430, 2022.

GARCIA, A. R.; LUNA, A. S.; ARAÚJO, D. R. C.; LIMA, S. R. de; QUEIROZ, L. R. **Utilização de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos de tabaqui no cultivo de alface**. Revista Agrogeoambiental, v. 9, n. 1, p. 63-70, 2017.

GOES, E. S. R., SOUZA, M. L. R. D., CAMPELO, D. A. V., YOSHIDA, G. M., XAVIER, T. O., MOURA, L. B. D., MONTEIRO, A. R. G. Extruded snacks with the addition of different fish meals. **Food Science and Technology**, v. 35, p. 683-689, 2015.

GOES, E. S. D. R., SOUZA, M. L. R. D., MICHKA, J. M. G., KIMURA, K. S., LARA, J. A. F. D., DELBEM, A. C. B., GASPARINO, E. Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics. **Food Science and Technology**, v. 36, p. 76-82, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Procedimentos e determinações gerais. Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. Ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ISLAM, K., AMIRA, H. K., RAHMAN, M. R., SIKDER, S., AFRUJ, J., ISLAM, M. J., JAMAL, F. Dietary influence of selected microalgae on carotenoid concentration, nutrition and biochemical composition of fry Nile tilapia. **Journal of Innovation in Applied Research**, v.6, n.1, p.10-22, 2023.

KAUSHIK, S. J. Nutrient requirements, supply and utilization for fish. In: **Nutrient Requirements And Feeding Of Finfish For Aquaculture**. Springer, 2017. p. 9-28.

LIMA, D. P., FUZINATTO, M. M., ANDRETTO, A. P., BRACCINI, G. L., MORI, R. H., CANAN, C., ... VARGAS, L. Mechanically separated fillet and meat nuggets of Nile tilapia

treated with homeopathic product. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, n. 6, p. 182-189, 2015.

MACFIE H.J, BRATCHELL. N, GREENHOFF K, VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, p.129–148, 1989.

MITTERER-DALTOÉ, M. L., QUEIROZ, M. I., FISZMAN, S.; VARELA, P. Are fish products healthy? Eye tracking as a new food technology tool for a better understanding of consumer perception. **LWT-Food Science and Technology**, v.55, n.2, p.459-465, 2014.

NEIVA, C.R.P. Aplicação da tecnologia de carne mecanicamente separada–CMS na indústria de pescado. **Simpósio de Controle do Pescado**, v. 2, 2006. Disponível em [http://www.simcope.com.br/II\\_Simcope/pdf/palestra\\_cristiane\\_neiva.pdf](http://www.simcope.com.br/II_Simcope/pdf/palestra_cristiane_neiva.pdf) Acesso em 23 abr 2023.

OPPONG, D., PANPIPAT, W., CHEONG, L. Z.; CHAIJAN, M. Rice flour-emulgel as a bi-functional ingredient, stabiliser-cryoprotactant, for formulation of healthier frozen fish nugget. **LWT-Food Science and Technology**, v. 159, p. 113241, 2022.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRIGUES, C. I. M.; ÁLVAREZ, F. L.; SANZ, G. L. M.; MINGUILLÓN, F. G. G.; PERALES, H. L.; CORTECERO, S. D.M. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, v. 2. p. 259-261 2005.

PEIXE BR. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2022**. São Paulo: Peixe Br, 79p., 2023.

PERERA, C.; EMBUSCADO, M. E. Texture design for breaded and battered foods. IN: DAR, Y. L.; LIGHT, J.M. **Food texture design and optimization**, p. 128-158, John Wiley & Sons, Ltd. 2014.

PINKAEW, P.; NAIVIKUL, O. Development of gluten-free batter from three Thai rice cultivars and its utilization for frozen battered chicken nugget. **Journal of food science and technology**, v. 56, p. 3620-3626, 2019.

PIRES, D.R.; MORAIS, A.C.N.; COSTA, J.F.; GÓES, L.C.D.S.A. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n.5, p. 34 - 46. 2014.

REBOUÇAS, M.C.; RODRIGUES, M.C.P.; CASTRO, R.J.S.; VIEIRA, J.M.M. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia-do-Nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, 2012.

RIBEIRO, D. S., CALIXTO, F. A. A., GUIMARÃES, J. L. B., ARONOVICH, M., KELLER, L. A. M.; MESQUITA, E. F. M. Produtos de pescado elaborados com resíduos de arrasto: análise físico-química, microbiológica e toxicológica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 238-246, 2018.

SHAN, J., CHEN, J., XIE, D., XIA, W., XU, W., & XIONG, Y. L. Effect of xanthan gum/soybean fiber ratio in the batter on oil absorption and quality attributes of fried breaded fish nuggets. **Journal of food science**, v. 83, n. 7, p. 1832-1838, 2018.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p, 2002.

SILVA, M. C. A., LEITE, J. S. A. F., BARRETO, B. G., DOS ANJOS N, M. V., SILVA, A. S., DE VIVEIROS, K. M., ... & CAVALHEIRO, C. P. The impact of innovative gluten-free coatings on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fish nuggets. **LWT-Food Science and Technology**, v. 137, p. 110409, 2021.

SOUZA, M. L. R., YOSHIDA, G. M., CAMPELO, D. A. V., MOURA, L. B., XAVIER, T. O., GOES, E. S. R. Formulation of fish waste meal for human nutrition. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 39, p. 525-531, 2017.

SOUZA, M. L. R., SILVA, D. D. S., PEREIRA, I. L., ROCHA, L. M. P., OLIVEIRA, G. G., CORADINI, M. F., ... & GOES, E. S.R. Inclusion levels of flour made from smoked Nile tilapia trimmings in extruded corn snacks. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e33410817243-e33410817243, 2021.

STOLARSKI, J.T.; MARGRAF, F.J.; CARLSON, J.G.; SUTTON, T.M. Lipid and moisture content modeling of amphidromous dolly varden using bioelectrical impedance analysis. **North American Journal of Fisheries Management**, v.34, n.3, p.471-481, 2014.

TAMSEN, M., SHEKARCHIZADEH, H., SOLTANIZADEH, N. Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. **LWT-Food Science and Technology**, v. 91, p. 580-587, 2018.

VIDAL-CAMPELLO, J. M. A.; LIRA, E. B. S.; MELO J, C. A. F.; VEIGA, M. C. M; COSTA, W. M. Curtimento de pele de peixe utilizando tanino vegetal extraído de eucalipto. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 1, p. 392-401, 2021.

VITORINO, K. C., CHAMBO, A. P. S., CORADINI, M. F., MATIUCCI, M. A., GRATON MICHKA, J. M., GOES, E. S. R., ... SOUZA, M. L. R. Cereal bars flavored with fish protein concentrate from different species. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 29, n. 1, p. 65-72, 2020.