

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

**AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DE QUITOSANA EM
SALSICHA DE TILÁPIA-DO-NILO**

FERNANDO PINHEIRO DOS SANTOS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2024**

AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DE QUITOSANA EM SALSICHA DE TILÁPIA-DO-NILO

FERNANDO PINHEIRO DOS SANTOS

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
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S237i Santos, Fernando Pinheiro Dos

Inclusão de quitosana em salsicha de tilápia-do-nylo [recurso eletrônico] / Fernando Pinheiro Dos Santos, Elenice Souza Dos Reis Goes. -- 2025.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Elenice Souza Dos Reis.

TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

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

1. Salsicha de Tilápia-do-nylo. 2. Quitosana. 3. Inclusão. 4. Formulações. I. Goes, Elenice Souza Dos Reis. II. Reis, Elenice Souza Dos. III. 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.

AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DE QUITOSANA EM SALSICHA DE TILÁPIA-DO-NILO

Por

Fernando Pinheiro dos Santos

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

Aprovado em: 02 de dezembro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 **ELENICE SOUZA DOS REIS GOES**
Data: 02/12/2024 12:20:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Elenice Souza dos Reis Goes
Orientador – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 **VANESSA LEWANDOWSKI**
Data: 02/12/2024 16:43:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Vanessa Lewandowski
Membro da Banca – UFGD/FCA

Documento assinado digitalmente
 **GISLAINE GONCALVES OLIVEIRA**
Data: 03/12/2024 11:12:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Gislaíne Gonçalves Oliveira
Membro da Banca – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, à minha família, e a todos que sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Primeiramente, agradeço à Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, pela formação acadêmica oferecida ao longo do curso e por todo o suporte que recebi durante minha trajetória. A qualidade do ensino foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha orientadora, Prof. Dra. Elenice Souza dos Reis Goes, pela orientação constante, pela paciência e pelo comprometimento em cada etapa deste processo. Suas valiosas sugestões, críticas construtivas e incentivo foram essenciais para o aprimoramento deste TCC, e sou extremamente grato pela dedicação.

Aos meus colegas de curso que colaboraram com este trabalho, Marcos Filipe Ferreira De Jesus, Maria Ildilene Da Silva, Milton Teixeira de Moraes Junior, Renan Rodrigues de Campos, Valfredo Figueira da Silva, que compartilharam ideias, discutiram conceitos e, de alguma forma, estiveram presentes durante essa caminhada acadêmica.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Cassia Rosinei dos Santos e Valdecir Gomes Pinheiro dos Santos, e a minha irmã Maria Laura Pinheiro dos Santos, pela paciência, amor e compreensão durante os momentos de dedicação ao TCC.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 SITUAÇÃO ATUAL DA AQUICULTURA	3
2.2 PRODUTOS À BASE DE PEIXE	4
2.2.1 <i>Salsicha de peixe</i>	5
2.3 QUITOSANA	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1 ELABORAÇÃO DAS SALSICHAS	8
3.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E VALOR CALÓRICO	10
3.3 ANÁLISES DE PH E COR	10
3.4 DETERMINAÇÃO DA PERDA DE PESO POR COZIMENTO E CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA.....	11
3.5 DETERMINAÇÃO DE FORÇA DE CISLHAMENTO	11
3.6 ANÁLISE SENSORIAL	12
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	13
4 RESULTADOS	14
5 DISCUSSÃO	20
6 CONCLUSÃO	23
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Etapas da elaboração da salsicha de peixe. (a) embutidas em equipamento manual em tripa sintética celulótica (hidrato de celulose) no calibre de 22 mm.; (b) torcidas manualmente no tamanho de aproximadamente 13 cm e amarradas com barbante (c) salsichas em cocção em água aquecida a temperatura inicial de 55°C durante 30 minutos; (d) aferição da temperatura interna da salsicha.....	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 2. Organização dos materiais disponibilizados para cada provador.....	12
FIGURA 3. pH de salsichas de tilápia com inclusão de quitosana.....	15
FIGURA 4. (a) Luminosidade L* (b) intensidade de vermelho (c) intensidade de amarelo de salsichas de tilápia com inclusão de quitosana.....	16
FIGURA 5. Perfil sensorial de salsichas de peixe com inclusão de quitosana (a) odor (b) cor (c) sabor (d) textura e (e) aceitabilidade geral conforme escala hedônica ancorada entre 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo), (f) intenção de compra conforme escala hedônica ancorada em 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria),.....	17
FIGURA 6. Índice de aceitabilidade de salsichas de peixe com inclusão de quitosana, Letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).....	18

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Composição das formulações das salsichas de tilápia-do-Nilo.....	8
TABELA 2. Composição centesimal e valor calórico de salsichas de tilápia com inclusão de quitosana.....	14
TABELA 3. pH, luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), perda de peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC) de salsichas de tilápia com inclusão de quitosana.....	15
TABELA 4. Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas neste estudo.....	18

SANTOS, Fernando Pinheiro dos. **Avaliação da Inclusão de quitosana em salsichas de tilápia-do-nilo**. 2024. 40p. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo verificar a influência da adição de quitosana em salsichas de tilápia-do-Nilo sobre características físicas, químicas e sensoriais. Foram desenvolvidas quatro formulações de salsichas de carne mecanicamente separada de tilápia com diferentes níveis de inclusão de quitosana (0; 0,25; 0,50 e 0,75%). Foram avaliados: composição centesimal, valor calórico, perda de peso por cozimento, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, cor, pH e análise sensorial. Na composição centesimal, pode-se observar que a umidade foi maior nas salsichas com inclusão de quitosana, em relação à salsicha 0% de quitosana. O teor de proteínas também foi diferente entre as salsichas, sendo a maior média observada na salsicha com 0,75% de quitosana. Por outro lado, salsichas com 0,25 e 0,75% de quitosana apresentaram menor média de lipídeos, o que refletiu também no valor calórico, que foi menor nestes tratamentos. Maior média de PPC e menor CRA foi observada na salsicha com 0% de quitosana, enquanto menor PPC foi obtida em salsichas com 0,75%. A adição de quitosana nas formulações também foi efetiva para elevar a força de cisalhamento das salsichas, onde 0,75% tiveram a maior média e 0%, a menor. Nos valores de pH, verificou-se uma diminuição linear conforme acréscimo nos níveis de quitosana. A coloração das salsichas também apresentou efeitos significativos de regressão, onde a luminosidade e intensidade de amarelo aumentaram linearmente conforme acréscimo dos níveis de quitosana, e a intensidade de vermelho diminuiu com o aumento dos níveis. No perfil sensorial, as salsichas sem quitosana apresentaram medianas inferiores às com inclusão de quitosana. A inclusão de até 0,75% de quitosana em salsichas de tilápia não apenas melhora a estabilidade e a textura do produto, mas também altera suas propriedades sensoriais, impactando potencialmente a aceitação do consumidor.

Palavras-chave: adição; formulações; embutido

ABSTRACT

This study aimed to assess the influence of the addition of chitosan in Nile tilapia sausages on their physical, chemical, and sensory characteristics. Four formulations of mechanically separated tilapia meat sausages were developed with varying levels of chitosan inclusion (0, 0.25, 0.50, and 0.75%). The following parameters were evaluated: centesimal composition, caloric value, cooking weight loss, water retention capacity, shear force, color, pH, and sensory analysis. In the centesimal composition, it was observed that the moisture content was higher in sausages with chitosan inclusion compared to sausages without chitosan. The protein content also varied between the sausages, with the highest average observed in the sausage with 0.75% chitosan. Conversely, sausages with 0.25% and 0.75% chitosan exhibited lower lipid content, which also resulted in a lower caloric value for these treatments. The highest average cooking weight loss (PPC) and the lowest water retention capacity (CRA) were observed in sausages with 0% chitosan, while the lowest PPC was found in sausages with 0.75%. The addition of chitosan in the formulations was also effective in increasing the shear force of the sausages, with the highest average at 0.75% and the lowest at 0%. Regarding pH values, a linear decrease was observed with the increasing levels of chitosan. The color of the sausages also showed significant regression effects, with luminosity and yellow intensity increasing linearly as the chitosan levels increased, while red intensity decreased with higher levels. In the sensory profile, sausages without chitosan exhibited lower median scores compared to those with chitosan inclusion. The inclusion of up to 0.75% chitosan in Nile tilapia sausages not only improves the stability and texture of the product but also alters its sensory properties, potentially affecting consumer acceptance.

Keywords: addition; formulations; sausages

1 INTRODUÇÃO

O pescado representa uma das principais fontes de proteínas e minerais na alimentação, sendo considerado um alimento potencialmente redutor de doenças crônicas (AMBROSIO et al., 2019). Apesar disso, o consumo de pescado no Brasil ainda é baixo, sendo que dados disponibilizados pela Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2017-2018, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram um consumo médio domiciliar de 5,66 kg de pescado per capita anual (WAGNER et al., 2022). A média mundial de consumo de pescado se situa em 20,5 kg / habitante ao ano (FAO, 2022). Assim, o consumo de pescados no Brasil pode ser intensificado através da oferta de produtos derivados e diversificação na linha de beneficiamento (BORGHESI et al., 2013; DIEMER et al., 2017; GONÇALVES, 2011).

Nesse sentido, produtos a base de peixe como formatados e empanados têm ganhado enfoque no mercado, nas últimas décadas, pelo crescimento da atividade e por suas propriedades nutricionais (MAIA et al., 2015). Produtos embutidos, como linguiças e salsichas, também podem ser uma alternativa para o aumento da oferta de alimentos derivados de pescado.

As salsichas de peixe podem ser feitas de surimi ou carne de peixe produzida a partir de diferentes espécies, com posterior adição de aromatizantes e conservantes (AL-BULUSHI et al., 2013). A produção de salsichas a partir da carne de peixe é uma alternativa de processamento desta matéria-prima, de forma a prolongar o tempo de vida deste alimento altamente perecível, e oferecer ao consumidor uma fonte de proteína com menos gordura saturada (OETTERER et al., 2014).

Nos últimos anos, a indústria de alimentos processados tem dado mais atenção aos métodos de preservação contendo compostos bioativos, para aumentar a vida de prateleira e a qualidade dos alimentos (KAZEMZADEH et al., 2022). Nesse sentido, a quitosana vem sendo estudada por suas características antioxidantes e antimicrobianas, mas também por apresentar impactos tecnológicos positivos durante o processamento, como ação aglutinante e texturizante (TAYEL et al., 2016).

A quitosana é um polissacarídeo derivado da desacetilação da quitina, e possui uma natureza catiônica com muitas propriedades bioativas (MOUSSA et al., 2013; RABEA et al., 2003; TAYEL et al., 2010), podendo ser introduzida nos alimentos, para desenvolver suas propriedades funcionais, na forma solubilizada ou em pó (GÓMEZ-ESTACA et al., 2010).

Em produtos de pescado, foi demonstrado que a quitosana pode efetivamente reduzir

a multiplicação microbiana, inibir a oxidação lipídica e melhorar as características sensoriais (HUSSAIN et al., 2021). Estudos recentes também sugerem o uso da quitosana como substituto da gordura em produtos cárneos, pois, sendo uma fibra alimentar, ela poderia proporcionar uma maior capacidade de retenção de água e aumentar a estabilidade da emulsão (HAUTRIVE et al., 2019).

A incorporação do gel de quitosana em linguças de panga (*Pangasianodon hypophthalmus*) foi eficaz para melhorar a estabilidade da emulsão, a capacidade de retenção de água, os parâmetros de cor e textura (CHATTOPADHYAU et al., 2019). Outro estudo mostrou que a adição de quitosana e nisina nanoencapsuladas em salsichas de tilápia-do-Nilo foi eficaz para aumentar a vida de prateleira do produto (KAZEMZADEH et al., 2022).

Entretanto, mais trabalhos são necessários para demonstrar a viabilidade do uso da quitosana em salsicha de peixe, incluindo a determinação do perfil nutricional e sensorial deste produto. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a influência da adição de quitosana em salsichas de tilápia-do-Nilo sobre características físicas, químicas e sensoriais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Panorama atual da aquicultura

Segundo relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a pesca e aquicultura atingiram recorde de 214 milhões de toneladas em 2020, sendo 178 milhões de toneladas de animais aquáticos e 36 milhões de toneladas de algas; esse resultado foi em grande parte, devido ao crescimento da aquicultura, especialmente na Ásia. O consumo per capita (excluindo algas) foi de 20,2 kg, mais que o dobro da média de 9,9 kg da década de 1960 (FAO 2022). O comércio internacional de produtos do setor gerou aproximadamente US\$ 151 bilhões em 2020, abaixo do recorde histórico de US\$ 165 bilhões em 2018, principalmente devido aos problemas da Covid-19 (FAO 2022).

De acordo com o relatório, a produção aquícola mundial manteve o crescimento em 2020, durante a pandemia de Covid-19 pelo mundo, embora com diferenças entre regiões e entre países/região. A produção total foi 87,5 milhões de toneladas de animais aquáticos. O valor bruto da produção foi estimado em US\$ 281,5 bilhões em 2020, alta de US\$ 18,5 bilhões em relação a 2018 e US\$ 6,7 bilhões em relação a 2019 (FAO 2022).

Já a piscicultura manteve-se estável com flutuações mínimas, em torno de 66%, e representou a maior porcentagem da aquicultura global em décadas. Em 2020, a piscicultura atingiu 57,5 milhões de toneladas (US\$ 146,1 bilhões), incluindo 49,1 milhões de toneladas (US\$ 109,8 bilhões) da aquicultura continental e 8,3 milhões de toneladas (36,2 bilhões de dólares) da cultura marinha e da aquicultura costeira. Em 2021, as exportações de produtos da pesca e aquicultura atingiram US\$ 6,1 milhões, acima dos US\$ 4,9 milhões de 2020 (FAO 2023).

De acordo com dados do IBGE, entre 2013 e 2022, a produção aquícola brasileira aumentou 55%, atingindo 739 mil toneladas. Esse crescimento está diretamente ligado à expansão do setor de tilápia. Essa espécie exótica possui uma cadeia produtiva bem estruturada e um vasto desenvolvimento tecnológico, resultando, assim, em menor custo de produção, oferta de peixes com qualidade e preços mais baixos.

De acordo com dados da PEIXE BR (2022), no ano de 2021, o Brasil produziu aproximadamente 841 mil toneladas de peixes de cultivo, um crescimento de 4,7% em relação ao ano anterior. Dados estes reforçam que a piscicultura, é a atividade de produção animal que mais cresceu nos últimos anos. Entre as espécies cultivadas, o cultivo de peixes nativos

representou 31,2% (263 mil toneladas) do total da produção, sendo o tambaqui a principal espécie nativa cultivada.

O crescimento da aquicultura traz consigo o aumento na quantidade de resíduos gerados, visto que o beneficiamento do pescado gera o descarte de cabeças, nadadeiras, escamas e vísceras, o que representa aproximadamente 67% de resíduos do peixe (OLIVEIRA et al., 2016). A falta de reconhecimento do potencial de aproveitamento integral dessa matéria prima, ainda é a principal barreira para utilização na elaboração de outros produtos (CASTRO-MUÑOZ et al., 2016).

Os resíduos gerados no processamento de pescados podem ser reaproveitados de maneira sustentável na elaboração de novos produtos com características nutricionais semelhantes às partes nobres do peixe (SILVA et al., 2015). Sendo assim, Gonçalves et al. (2011) ressaltam a necessidade do desenvolvimento de práticas sustentáveis que permitam o correto gerenciamento desses subprodutos, assim como aplicação de tecnologias viáveis e adequadas para contribuir na oferta e diversificação de produtos derivados de pescado no mercado, acarretando incremento na geração de emprego e renda, alavancando a sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado.

2.2 Produtos à base de peixe

O setor alimentar está a sofrer mudanças estruturais devido à globalização e novos estilos de vida. Os consumidores estão mais atentos aos produtos promotores de saúde, valorizam a segurança e qualidade dos alimentos e a facilidade na confecção. Face às tendências atuais, as empresas têm que dar resposta às necessidades do mercado (FLORES 2019).

O consumo de produtos à base de peixe vem aumentando gradualmente, à medida que os consumidores conhecem os benefícios associados ao consumo destes produtos (THILSTED et al., 2016), associados principalmente à sua composição nutricional (ATITALLAH et al., 2019).

Sendo assim, é possível observar diversos trabalhos foram encontrados a respeito do uso de pescado na produção de patê (SILVA et al., 2022), salsicha (OLIVEIRA FILHO et al., 2010a, 2010b), caldos e canjas elaborados a partir de farinha de pescado (GODOY et al., 2010), nuggets (SOUZA et al., 2010), almôndegas (LUSTOSA-NETO et al., 2016) e fishburger (ANJOS et al.,). De modo geral, esses trabalhos demonstram a viabilidade de utilização de

subprodutos da filetagem em alimentos de maior valor agregado com alto valor nutricional e de fácil preparo.

2.2.1 Salsicha de peixe

Os embutidos tipo salsicha são um exemplo relevante de produto cárneo emulsionado. O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, expedido pelo Ministério Brasileiro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define como salsicha o produto cárneo obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais, com adição ou não de gordura, de pele, de miúdos e de partes animais comestíveis, com adição de ingredientes e de condimentos específicos, embutido em envoltório natural ou artificial de calibre próprio, e submetido a processo térmico característico (BRASIL, 2017).

Carne de pescado é tradicionalmente reconhecida por apresentar elevado valor nutritivo, sendo considerada um alimento saudável. Entretanto, considerando o baixo consumo brasileiro de pescado, a elaboração de novos produtos é uma alternativa promissora para atingir um maior consumo pela população (BARTOLOMEU, 2011).

Além disso, Menegassi (2011) ressalta que a carne de peixe, mais especificamente sua proteína, é uma excelente matéria prima para a elaboração de derivados como salsicha de peixe pois apresenta propriedades funcionais essenciais para o processamento de derivados, como geleificação, capacidade de retenção de água e emulsificação, todas elas com reflexo nas propriedades de textura.

Seu processamento utiliza métodos similares aos empregados na elaboração de salsichas de carne ou frango. No seu processamento, pode ser utilizado como matéria prima intermediária, o surimi, o qual configura-se como concentrado de proteínas miofibrilares obtido após moagem da carne mecanicamente separada (CMS) do pescado, lavagem para a retirada das proteínas hidrossolúveis (sarcoplasmáticas) e adição de crioprotetores. A utilização do surimi torna-se vantajosa, uma vez que diminui os custos do processo, evita a desnaturação da actomiosina, aumenta a estabilidade ao processo de congelamento e descongelamento e melhora as propriedades físico-químicas, através da melhora da textura (GONÇALVES, 2011).

Na ausência de conservadores, salsichas de peixe têm limitada vida de prateleira, podendo ocorrer reações químicas como o ranço hidrolítico e ranço oxidativo, em temperaturas de refrigeração e de congelamento (ÖZPOLAT e PATIR, 2015).

As salsichas podem ser consideradas de boa qualidade nutricional, uma vez que sua relação ácido graxos polinsaturados: saturados foi elevada, além do baixo teor de lipídios encontrado. Não foi verificada a ocorrência de oxidação lipídica em todas as amostras ao longo do armazenamento, o que foi justificado pela baixa concentração dos ácidos graxos polinsaturados e teor lipídico (MATTOS 2017).

Nos últimos anos, tem se tornado cada vez mais difícil não associar o consumo de produtos cárneos à saúde da população. A presença de quantidades excessivas de sódio, gorduras saturadas, colesterol e aditivos sintéticos nestes produtos (PAGLARINI et al. 2018) contribui para um maior risco de doenças metabólicas, como obesidade, diabetes tipo 2 e doença cardíaca coronária (BERIAIN et al. 2018).

A importância da redução de gorduras foi exaltada por Hadorn et al. (2008), ao estudarem a variação dos percentuais de gorduras em salsichas, salame, bacon e fishburger, pois constatarem resultados insignificantes nas propriedades tecnológicas desses produtos. Dentre os substitutos utilizados como ingredientes em alimentos cárneos industrializados, as adições de óleos vegetais, fibra solúvel de aveia (β -glucana), farelo de aveia, fécula de mandioca, fibra de soja, fibra de ervilha, goma e farelo de linhaça (CIRIANO et al., 2013; COXSON et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013;).

2.3 Quitosana

A quitina é um polímero de unidades repetidas de 2-acetamido-2-deoxi- β -D-glicopirranose unidos por ligações β - (1 $\rightarrow$ 4) e a quitosana é um derivado da N- desacetilação da quitina. A partir do momento que o grau de desacetilação está maior que 50%, a quitina passa ser chamada de quitosana. A quitosana é um polímero catiônico contendo grupos reativos de aminas e hidroxilas livres. É abundantemente presente em fontes renováveis, tais como exoesqueletos de crustáceos, insetos e paredes celulares de fungos (SAKTHIVEL, DHAKSHINAMOORTHY, 2017).

Quanto ao consumo, Coutinho et al (2015) ressalta que a quitosana auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol quando associado a uma alimentação e hábitos de vida saudáveis. Além disso, pode ser utilizada como conservante natural devido suas propriedades antimicrobiana

e antioxidante, aumentando a vida útil dos alimentos (COUTINHO et al., 2015).

A incorporação da quitosana na indústria de alimentos, atua como a formação de filmes biodegradáveis, recuperação de subprodutos e efeitos antioxidantes, bem como um agente emulsificante e estabilizante (FARIAS et al., 2019). Para Da Silva (2010), uma das principais utilizações da quitosana em produtos cárneos está relacionada à sua propriedade antimicrobiana, que têm como responsável a natureza policatiônica da molécula, a qual interage com região superficial da bactéria. Já na utilização no processamento de derivados de pescados, pode atuar como conservante ou prevenir a perda de umidade, tal como a oxidação lipídica e crescimento microbiano (MANIGANDAN et al., 2018).

Em um trabalho realizado por Chattopadhyays et al., (2019) avaliando a eficácia da inclusão do gel de quitosana no aumento dos atributos funcionais, bem como a vida útil da salsicha de Pangas sob armazenamento refrigerado, constataram que a incorporação de gel de quitosana na salsicha de Pangas poderia produzir um produto à base de peixe pronto para consumo e saudável, que pode satisfazer a conveniência do consumidor, bem como ter vida útil mais longa. Resultados similares foram descritos por Xavier et al., (2017) avaliando a adição de quitosana em palitos de peixe. Sendo assim, nota-se que a quitosana em produtos à base de pescado pode ser usada tanto em substituição a gordura, como para melhorar suas características microbiológicas e oxidativas, estendendo sua vida útil (FARIAS et al., 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Elaboração das salsichas

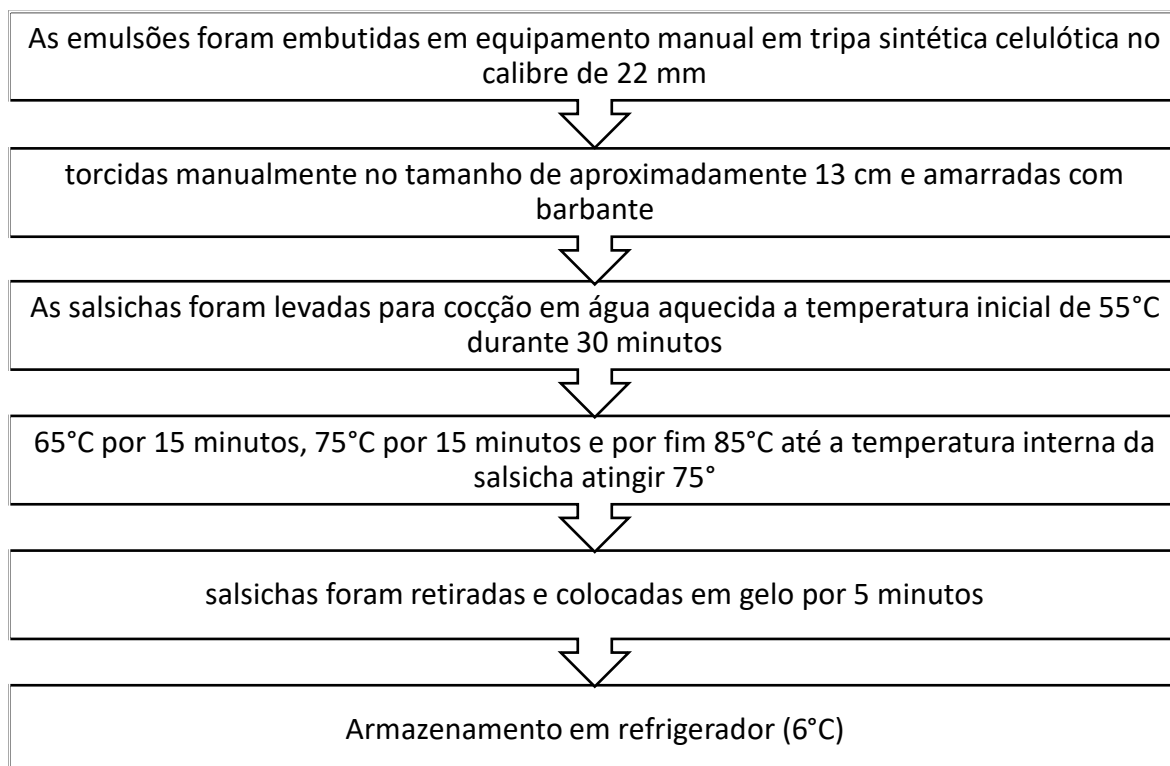
Foi utilizada como matéria-prima para elaboração das salsichas, a carne mecanicamente separada de tilápia-do-Nilo, comercializada congelada. As salsichas foram produzidas no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados.

Foram elaboradas quatro salsichas de peixe, com inclusão de diferentes níveis de quitosana (0, 0,25; 0,50 e 0,75%), conforme formulação apresentada na TABELA 1, em um total de quatro tratamentos.

TABELA 1. Composição das formulações das salsichas de tilápia-do-Nilo

Ingredientes	Níveis de inclusão de quitosana (%)			
	0	0,25	0,50	0,75
Carne Mecanicamente Separada	78,00	78,00	78,00	78,00
Isolado proteico de soja	4,00	4,00	4,00	4,00
Fécula de mandioca	2,00	1,75	1,50	1,25
Gordura vegetal hidrogenada	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal refinado	1,80	1,80	1,80	1,80
Alho em pó	0,50	0,50	0,50	0,50
Polifosfato	0,50	0,50	0,50	0,50
Açúcar	0,40	0,40	0,40	0,40
Coentro	0,20	0,20	0,20	0,20
Pimenta do reino	0,20	0,20	0,20	0,20
Noz moscada	0,20	0,20	0,20	0,20
Glutamato monossódico	0,10	0,10	0,10	0,10
Cominho	0,10	0,10	0,10	0,10
Quitosana	0,00	0,25	0,50	0,75
Ácido acético	0,00	0,10	0,20	0,30
Água gelada	10,00	9,90	9,80	9,70
	100,00	100,00	100,00	100,00

Para elaboração das salsichas, inicialmente a carne mecanicamente separada foi descongelada e homogeneizada em multiprocessador junto com os demais ingredientes e o gelo, até a completa mistura. A temperatura da massa ao sair do multiprocessador não deverá exceder 6°C, sendo então seguidas as etapas apresentadas no fluxograma 1.



Fluxograma 1. Processamento para produção das salsichas de peixe

As salsichas foram armazenadas em sacos plásticos e identificados por tratamento e mantidas refrigeradas ($\pm 6^{\circ}\text{C}$) até a realização das análises físicas, químicas e análise sensorial.

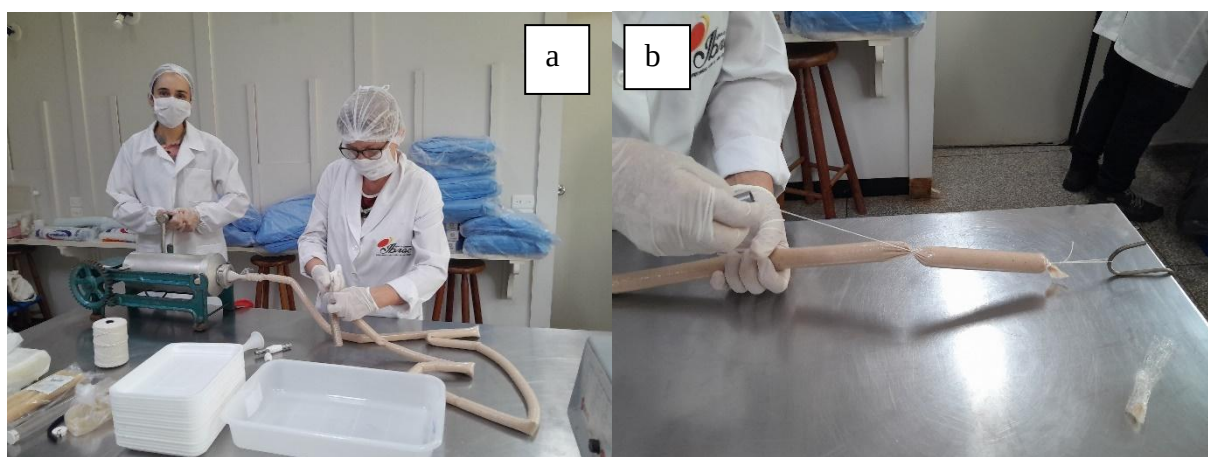




FIGURA 1. Etapas da elaboração da salsicha de peixe. (a) embutidas em equipamento manual em tripa sintética celulótica (hidrato de celulose) no calibre de 22 mm.; (b) torcidas manualmente no tamanho de aproximadamente 13 cm e amarradas com barbante (c) salsichas em cocção em água aquecida a temperatura inicial de 55°C durante 30 minutos; (d) aferição da temperatura interna da salsicha.

3.2 Composição centesimal e valor calórico

As análises de composição centesimal foram realizadas todas em triplicada para os quatros tipos de salsichas, sendo determinadas as análises de umidade, cinzas e lipídeos de acordo com a metodologia da AOAC (2005), e a proteína bruta foi determinada 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 são considerados 4 kcal.g⁻¹ para proteínas e carboidratos, 2 kcal.g⁻¹ para fibra alimentar total e 9 kcal.g⁻¹ para lipídios. Os resultados foram expressos em kcal/100 g.

3.3 Análises de pH e cor

O pH foi medido utilizando um pHmetro portátil da marca Testo, modelo T 205 (Testo Limited, Hampshire, UK), em cinco salsichas por tratamento.

A análise instrumental de cor (n=5) foi realizada na parte interna das salsichas, utilizando um colorímetro portátil Konica Minolta Chroma Meter CR 410 (Konica Minolta Optics Inc., Japão). Foram obtidos os parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo).

3.4 Determinação da perda de peso por cozimento e capacidade de retenção de água

A análise da perda de peso por cozimento (PPC) foi realizada conforme descrito por You et al. (2022) com modificações. Amostras de salsichas (n=5 por tratamento) foram cortadas em fatias de 1 cm (~10 g), pesadas em balança de precisão e acondicionadas em pacotes plásticos. Em seguida, foram levadas ao banho-maria a 90°C por 20 minutos e resfriadas até a temperatura ambiente. Após a retirada dos pacotes e remoção de qualquer água livre na superfície, cada amostra foi pesada. A PPC foi calculada pela Equação 1:

$$PPC(\%) = \frac{(M1-M2)}{M1} \times 100 \quad (1)$$

Onde M1 é a massa da linguiça antes do cozimento (g) e M2 é a massa da linguiça após o cozimento (g).

Para capacidade de retenção de água (CRA) (YOU et al., 2022), amostras (n=5 por tratamento) de salsichas (~2 g) foram pesadas com precisão, embrulhadas com papel filtro (3 camadas), colocadas em centrífuga e depois centrifugadas a 10.000× g para 10 minutos. As amostras foram retiradas do tubo e do papel filtro e pesadas novamente. A CRA foi calculada conforme Equação 2.

$$CRA(\%) = 100 - \frac{m2}{m1} \times 100 \quad (2)$$

Onde m 1 é o peso da amostra antes da centrifugação (g) e m2 é o peso da amostra após a centrifugação (g).

3.5 Determinação de força de cisalhamento

As salsichas preparadas foram deixadas em equilíbrio à temperatura ambiente durante uma hora e depois cortadas em cilindros de 25 mm de diâmetro x 30 mm. Para determinação da força de cisalhamento, foi utilizado o texturômetro TA.XT plus (Stable Micro Systems Texture Analyser, United Kingdom). A análise foi realizada em cinco salsichas por tratamento.

Os parâmetros para a análise da 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.

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 50 provadores não treinados, em cabines individuais sob luz branca, sendo aplicado dois testes (aceitação e intenção de compra).

As salsichas foram submetidas ao cozimento até atingirem a temperatura interna de 80°C. Cada avaliador recebeu aproximadamente 30 gramas de amostras de cada tratamento. As amostras de cada tratamento foram identificadas com três números aleatórios, sendo servidas em copos descartáveis, acompanhadas de um copo contendo água mineral e uma bolacha água e sal, para limpeza das papilas gustativas.

Foram avaliados atributos quanto à cor, odor, sabor, suculência e textura, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada entre mínimo e máximo: desgostei extremamente (1) até gostei extremamente (9) (DUTCOSKY, 2007).

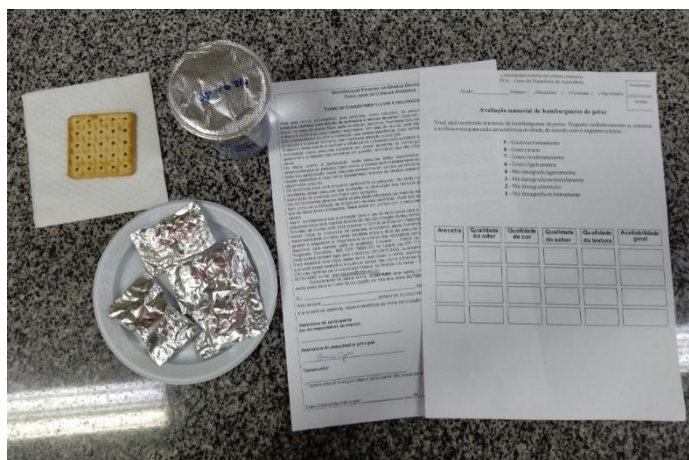


FIGURA 2. Organização dos materiais disponibilizados para cada provador

Com os dados foi calculado o Índice de Aceitabilidade (IA) utilizando a Equação 02:

$$IA\% = \frac{\text{nota média do produto}}{9} \times 100 \quad (02)$$

Além disso, as amostras foram avaliadas quanto à intenção de compra com escala hedônica de cinco pontos com os extremos 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria), conforme Dutcosky (2007).

3.7 Análise estatística

Para os dados das análises físico-químicas e índice de aceitação, a homogeneidade das variâncias foi analisada usando o teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene foi usado para testar a normalidade dos dados. Os resultados foram então submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste post hoc de Tukey a nível de 5% de significância, utilizando o software Statistica 7.0 (StatSoft, St Tulsa, OK, USA). Os resultados foram expressos como média e erro padrão.

Para os dados das escalas hedônica utilizadas na análise sensorial, foi usado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para identificar diferenças entre os tratamentos, utilizando o software JAMOV. Os dados foram expressos como medianas por tratamento. As diferenças significativas foram consideradas quando $P < 0,05$.

4 RESULTADOS

Na composição centesimal (TABELA 2), pode-se observar que a umidade foi maior nas salsichas com inclusão de quitosana ($P<0,001$), em relação à salsicha 0% de quitosana. O teor de proteínas também foi diferente entre as salsichas ($P<0,05$), sendo a maior média observada na salsicha com 0,75% de quitosana. Por outro lado, salsichas com 0,25 e 0,75% de quitosana apresentaram menor média de lipídeos, o que refletiu também no valor calórico, que foi menor nestes tratamentos. Os teores de cinzas e carboidratos não foram afetados pela inclusão de quitosana nas salsichas ($P>0,05$).

TABELA 2. Composição centesimal e valor calórico de salsichas de tilápia com inclusão de quitosana

Parâmetros (%)	Níveis de inclusão de quitosana (%)				Valor de P
	0	0,25	0,50	0,75	
Umidade	67,07±0,34 b	69,52±0,20 a	69,08±0,20 a	68,92±0,24 a	<0,001
Proteínas	15,65±0,31 ab	15,78±0,34 ab	15,33±0,30 b	16,69±0,20 a	0,026
Lipídeos	9,73±0,28 a	7,62±0,15 c	8,67±0,30 b	6,97±0,10 c	<0,001
Cinzas	1,63±0,06	1,74±0,09	1,61±0,05	1,69±0,07	0,489
Carboidratos	5,92±0,21	5,34±0,30	5,31±0,51	5,72±0,13	0,485
Valor calórico (kcal/100 g)	173,88±1,92 a	153,02±0,89 c	160,58±1,90 b	152,39±0,97 c	<0,001

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey.

Nos valores de pH (TABELA 3), verificou-se uma diminuição linear (FIGURA 1) conforme acréscimo nos níveis de quitosana ($P<0,001$). A coloração das salsichas (TABELA 2) também apresentou efeitos significativos de regressão ($P<0,001$), onde a luminosidade e intensidade de amarelo aumentaram linearmente conforme acréscimo dos níveis de quitosana, e a intensidade de vermelho diminuiu com o aumento dos níveis (FIGURA 2).

Observou-se que a inclusão de quitosana nas salsichas diminuiu a perda de peso por cozimento (PPC), possivelmente em função da maior capacidade de retenção de água (CRA) observada nesses tratamentos ($P<0,001$, TABELA 3). Maior média de PPC e menor CRA foi observada na salsicha com 0% de quitosana, enquanto menor PPC foi obtida em salsichas com 0,75%. A adição de quitosana nas formulações também foi efetiva para elevar a força de cisalhamento das salsichas, onde 0,75% teve a maior média e 0%, a menor ($P<0,001$).

TABELA 3. pH, luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), perda de peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC) de salsichas de tilápia com inclusão de quitosana

Parâmetros	Níveis de inclusão de quitosana (%)				P value
	0	0,25	0,50	0,75	
pH	6,53±0,02	6,47±0,09	6,43±0,04	6,27±0,02	<0,001 ¹
L*	63,46±0,46	65,11±0,83	66,25±0,28	66,64±0,22	<0,001 ¹
a*	2,48±0,06	2,52±0,28	2,16±0,07	1,33±0,17	<0,001 ¹
b*	13,31±0,20	13,89±0,47	14,54±0,19	14,53±0,18	<0,001 ¹
PPC (%)	13,17±2,15 a	6,98±0,86 bc	8,29±1,18 b	5,70±0,50 c	<0,001 ⁵
CRA (%)	73,12±1,07 b	78,92±1,15 a	78,39±0,43 a	76,99±3,07 a	<0,001 ⁵
FC (N)	0,26±0,09 c	0,51±0,13 b	0,37±0,02 bc	0,76±0,11 a	<0,001 ⁵

¹Regressão linear, FIGURAS 1 e 2. ⁵Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey

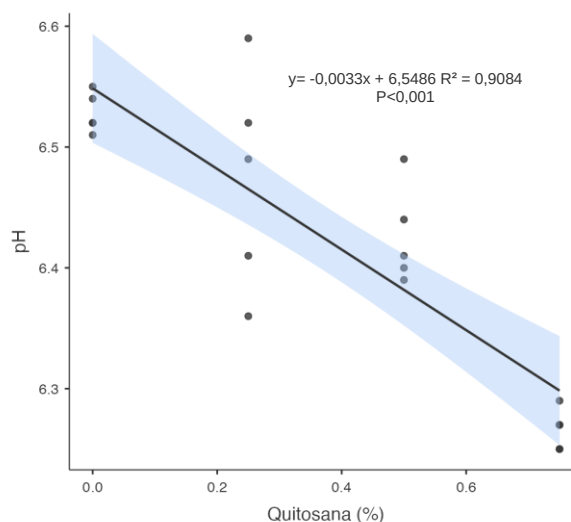


FIGURA 3. pH de salsichas de tilápia com inclusão de quitosana

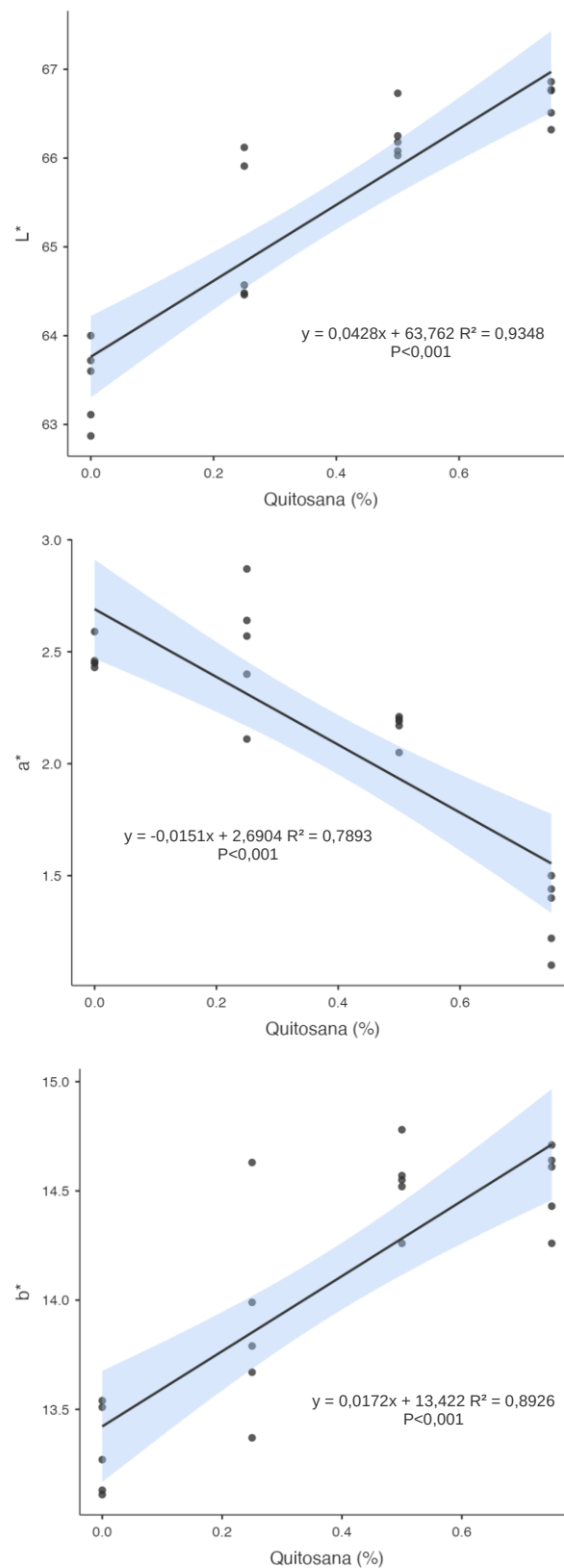


FIGURA 4. (a) Luminosidade L* (b) intensidade de vermelho (c) intensidade de amarelo de salsichas de tilápia com inclusão de quitosana.

No perfil sensorial (FIGURA 3), somente a cor não foi diferente entre os tratamentos

($P>0,05$). Para os demais atributos, as salsichas sem quitosana apresentaram medianas inferiores às com inclusão de quitosana ($P<0,05$). No odor, maiores medianas foram obtidas em 0,50 e 0,75% de quitosana. No sabor, as salsichas com 0,25 e 0,50% foram mais bem aceitas, e na textura, a salsicha com 0,25% de quitosana teve melhor aceitação. Par aceitabilidade geral (FIGURA 3e), intenção de compra (FIGURA 3f), as salsichas com 0,25; 0,50 e 0,75% de quitosana tiveram medianas superiores à salsicha com 0%.

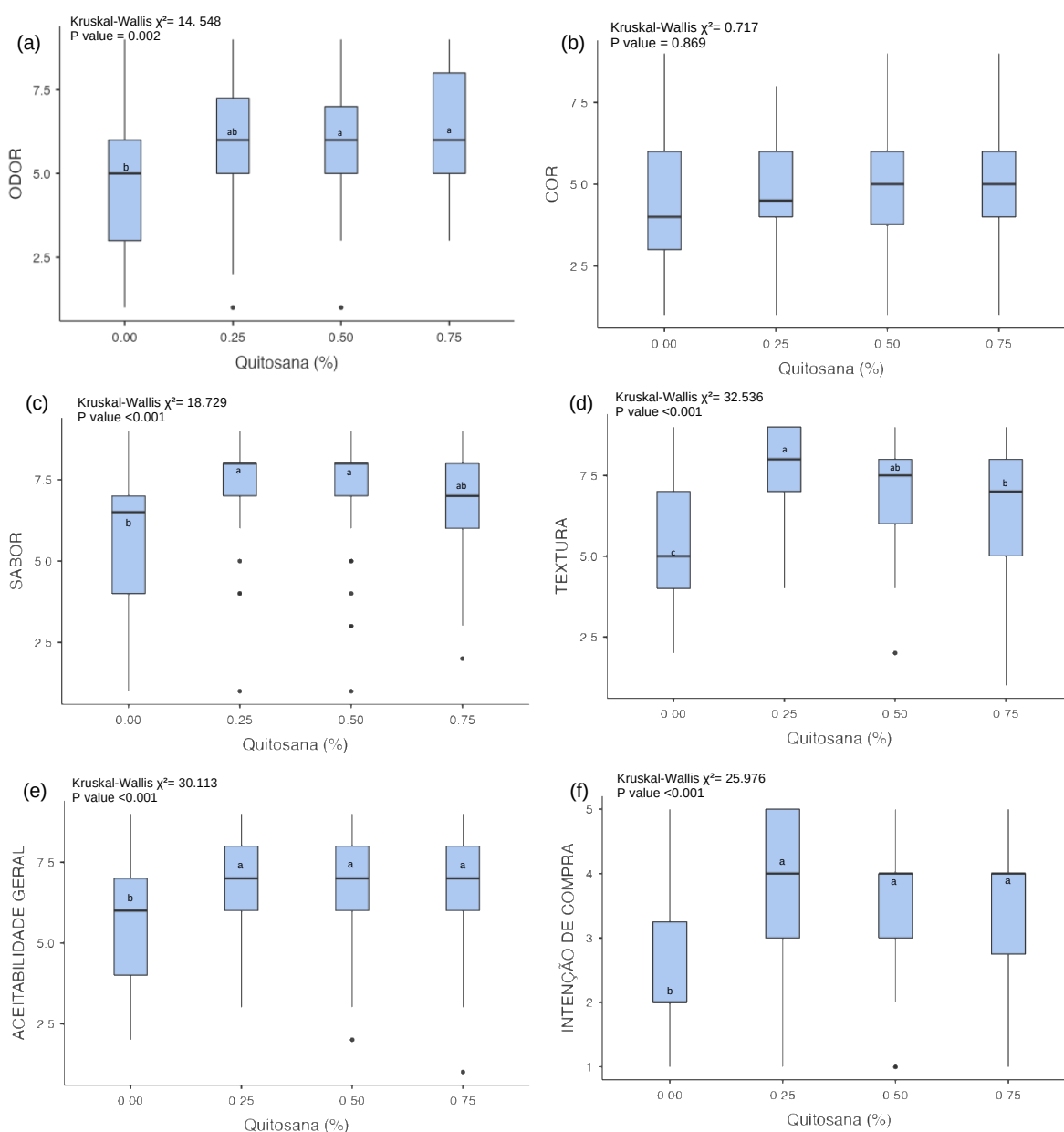


FIGURA 5. Perfil sensorial de salsichas de peixe com inclusão de quitosana (a) odor (b) cor (c) sabor (d) textura e (e) aceitabilidade geral conforme escala hedônica ancorada entre 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo), (f) intenção de compra conforme escala hedônica ancorada em 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria).

O índice de aceitabilidade foi superior a 70% nas salsichas com 0,25; 0,50 e 0,75% de quitosana, significativamente ($P<0,05$) maiores do que o índice observado nas salsichas sem quitosana.

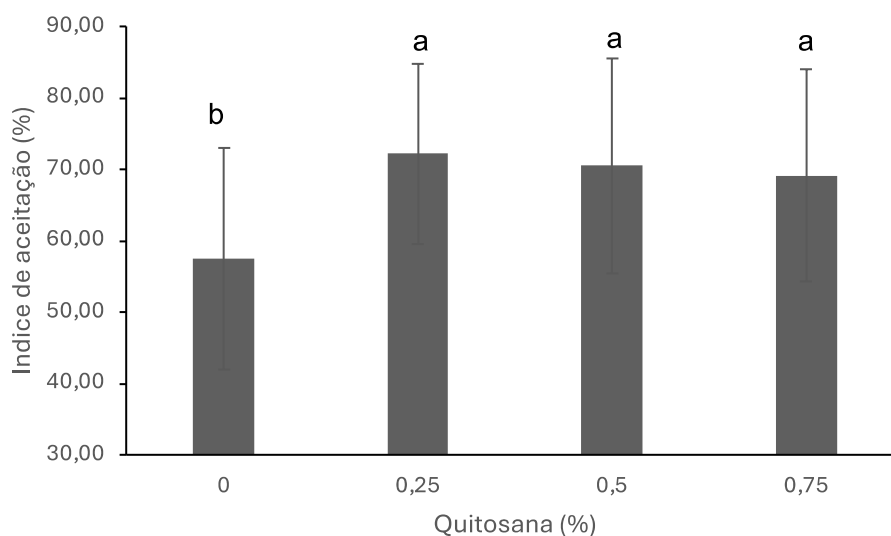


FIGURA 6. Índice de aceitabilidade de salsichas de peixe com inclusão de quitosana, Letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Observando as correlações de Pearson (TABELA 4), pode-se observar uma forte correlação entre as médias da coloração com o pH das salsichas. Por outro lado, a PPC mostrou moderada correlação com a CRA (-0,661) e forte correlação com a umidade (0,794), teor de lipídeos (0,800), valor calórico (0,888) e força de cisalhamento (-0,715). A força de cisalhamento também se correlacionou fortemente com o pH das salsichas (-0,749).

TABELA 4. Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas neste estudo.

	H	*	*	*	PC%	RA%	C	midade	inzas	roteínas	ipídeos	arboidratos	alor calórico
H													
*	0,766												
*	0,873	0,729											
*	0,718	0,846	0,630										
PC%	,657	0,764	,526	0,676									
RA%	0,227	,548	0,063	,455	0,661								

C	0,749	,583	0,683	,607	0,715	,272						
midade	0,344	,653	0,197	,497	0,794	,734	,459					
inzas	0,107	0,062	0,017	,133	0,331	,251	,283	0,061				
roteínas	0,607	,316	0,527	,355	0,246	0,090	,619	0,123	,365			
ípideos	,699	0,690	,590	0,542	,800	0,493	0,813	0,667	0,139	0,434		
arboidratos	,075	0,207	0,080	0,294	,245	0,271	0,113	0,290	0,291	0,282	0,109	
alor calórico	,602	0,729	,460	0,577	,888	0,663	0,737	0,876	0,121	0,236	,941	,085

5 DISCUSSÃO

Na análise da composição centesimal das salsichas de tilápia com inclusão de quitosana, observou-se que a umidade foi significativamente maior nas salsichas com quitosana, em comparação com a salsicha sem adição. Esse aumento na umidade foi altamente correlacionado com a maior capacidade de retenção de água e menor perda de peso por cozimento, também observada nas salsichas com quitosana. A quitosana possui a capacidade de absorver água por ligação de hidrogênio por meio de seus grupos hidroxila e amina (AMARAL et al., 2016), o que possivelmente influenciou na maior retenção de água nas salsichas que continham quitosana, aumentando o teor de umidade.

Os polissacarídeos, como a quitosana, contêm vários grupos polares, como grupos hidroxila e carboxila, que podem formar ligações de hidrogênio com moléculas de água e proteínas, promovendo um aumento na capacidade de retenção de água em produtos cárneos (YANG et al., 2020). A capacidade de reter a água é um atributo essencial para um produto cárneo e contribui para a integridade da emulsão durante o processo de fabricação e a vida útil de um produto (HAN et al., 2018). A estrutura hidrofílica da quitosana facilita sua capacidade de reter água e proteínas, o que contribui para a suculência e a textura de produtos cárneos processados.

A alta capacidade de retenção de água da quitosana em sistemas modelo de carne emulsionada também promove uma redução na perda de peso por cozimento (HAN et al., 2018). A perda por cozimento determina a capacidade do sistema de ligar água e gordura após desnaturação e agregação de proteínas, sendo que menores valores geralmente representam produtos de melhor qualidade (CHATTOPADHYAY et al., 2019). No presente estudo, a inclusão de quitosana diminuiu significativamente a perda de peso por cozimento das salsichas. Isso sugere que a quitosana melhora a retenção de umidade, possivelmente devido à sua capacidade de formar géis e à criação de uma matriz que aprisiona água. A quitosana é eficiente em contribuir para a redução de perdas de água e peso durante o processamento térmico, o que é semelhante a outros aditivos de polímeros e proteínas, como carboximetilcelulose, celulose microcristalina, carragenina, gelatina, fibras de colágeno (SOUISSI et al., 2016), resultando em um produto mais suculento e menos propenso à desidratação durante o cozimento.

A quitosana também favoreceu a retenção de proteínas nas salsichas, além de diminuir os teores de lipídeos. Isso pode indicar que este polissacarídeo não apenas auxilia na retenção de água, mas também pode influenciar a emulsificação e a distribuição de lipídeos. Além de

demonstrar afinidade por proteínas (BAKSHI et al., 2020), a quitosana, mesmo em concentrações mais baixas, melhora a ligação entre umidade e gordura, formando gotas de lipídios menores e mais homogêneas, proporcionando máxima estabilidade à mistura da massa (CHATTOPADHYAY et al., 2019). A diminuição no teor de lipídeos nas salsichas com quitosana também promoveu uma diminuição do seu valor calórico, fato importante em dietas com restrição de calorias. De fato, a quitosana vem sendo estudada como substituto da gordura em produtos cárneos (HAUTRIVE et al., 2019; CÎRSTEA ET al., 2023), tendo inclusive se mostrado eficaz na substituição da gordura em hambúrgueres de tambaqui (*Colossoma macropomum*) (SANTOS et al., 2024).

A diminuição linear do pH das salsichas conforme aumento da concentração de quitosana está relacionada com a quantidade de ácido acético nas formulações, adicionada para possibilitar a solubilização da quitosana (GIRALDO & RIVAS, 2021). Além disso, a quitosana possui a capacidade de interagir com a matriz de proteína, alterando a ionização dos grupos funcionais e, assim, afetando a acidez da emulsão (KURT, 2010). As condições ligeiramente ácidas favorecem em grande parte a gelificação de proteínas, particularmente das miofibrilares (ANDRÉS-BELLO et al., 2013). Assim, em meio ácido a quitosana aumenta a estabilidade da emulsão cárnea (KURT, 2010), o que pode ter impacto na melhoria da textura do produto.

Neste estudo, o pH demonstrou forte correlação com os parâmetros de força de cisalhamento e cor das salsichas. A adição de quitosana aumentou a força de cisalhamento das salsichas, e essa firmeza maior foi melhor aceita sensorialmente pelos provadores no atributo textura, principalmente na salsicha com 0,25% de quitosana. Possivelmente, a quitosana tende a melhorar as interações com as cargas negativas das proteínas e aumentar a capacidade de gelificação da emulsão cárnea, levando assim à formação de uma estrutura de gel forte com atributos texturais favoráveis (ALIREZALU et al., 2019; WANG et al., 2023). Segundo Abdallah et al. (2023), os resultados da força de cisalhamento também podem ser explicados pela maior capacidade de retenção de água e pela menor porcentagem de água liberada na salsicha processada com quitosana em relação ao grupo controle.

Com relação à cor, a luminosidade e a intensidade de amarelo (b^*) aumentaram conforme acréscimo dos níveis de quitosana nas salsichas, o que pode ser resultado da presença de uma maior quantidade de grupos amino livres no meio da massa, o que acelerou as reações de Maillard durante o cozimento, intensificando a coloração amarelada (XAVIER et al., 2017). Este mesmo efeito foi observado em empanados do peixe Rohu (*Labeo rohita*) com inclusão de quitosana na massa (XAVIER et al., 2017). Além disso, o aumento na luminosidade das salsichas com quitosana pode estar relacionado à uma diminuição do tamanho das partículas de

gordura com a inclusão de quitosana, como demonstrado por Wang et al. (2023).

Além dos efeitos positivos observados na composição nutricional e características tecnológicas, a adição de quitosana nas salsichas também melhorou a aceitação sensorial das salsichas, nos atributos odor, sabor, textura e aceitabilidade geral, aumentando inclusive a intenção de compra. Hamburgueres de tambaqui com inclusão de gel de quitosana também tiveram melhor aceitação sensorial no atributo textura (SANTOS et al., 2024).

Diversos estudos demonstraram que a incorporação de quitosana em produtos cárneos resultou em pontuações sensoriais mais altas em comparação com as amostras de controle, sem mudanças desfavoráveis nos seus traços sensoriais característicos (CASQUETE et al., 2017; ARSLAN & SOYER, 2018; FERNANDO et al., 2024).

6 CONCLUSÃO

A inclusão de até 0,75% de quitosana em salsichas de tilápia não apenas melhora a estabilidade e a textura do produto, mas também altera suas propriedades sensoriais, impactando potencialmente a aceitação do consumidor. Esses achados ressaltam o valor funcional da quitosana como ingrediente para produtos cárneos, oferecendo benefícios que vão além da simples preservação, promovendo uma melhor qualidade sensorial e nutricional.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, M. R., MASHALY, M. M., EMARA, M. M., ELMOSSALAMI, M. K., & MOHAMED, M. A. Improving the Formation, Stabilization, Quality, and Extending the Shelf Life of Camel Meat Emulsion using Chitosan. **Journal of Advanced Veterinary Research**, v. 13, n. 8, p. 1657-1663, 2023.
- AL-BULUSHI, I. M., KASAPIS, S., DYKES, G. A., AL-WAILI, H., GUIZANI, N. AND AL-OUFI, H. Effect of frozen storage on the characteristics of a developed and commercial fish sausages. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 1158-1164, 2013.
- ALIREZALU, K., HESARI, J., NEMATİ, Z., MUNEKATA, P. E., BARBA, F. J., LORENZO, J. M. Combined effect of natural antioxidants and antimicrobial compounds during refrigerated storage of nitrite-free frankfurter-type sausage. **Food research international**, 120, 839-850. 2019
- AMARAL, D. S., CARDELLE-COBAS, A., DO NASCIMENTO, B. M., MADRUGA, M. S., & PINTADO, M. M. E. Goat sausages containing chitosan towards a healthier product: microbiological, physico-chemical textural evaluation. **Food & Function**, v. 7, n. 9, p. 4020-4029, 2016.
- AMBROSIO, L. S. A. ; VIEIRA, R. M. ; MENEZES, L. M. F. ; CESAR, L. T. ; FARIAS, MIRLA D.P. . Adição de quitosana em fishburger: características microbiológicas, sensoriais e de cocção. **Revista conexões - Ciência e Tecnologia**, v. 13, p. 55-60, 2019.
- ANDRÉS-BELLO, A.; BARRETO-PALACIOS, V.; GARCÍA-SEGOVIA, P.; MIR-BEL, J.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J. Effect of pH on color and texture of food products. **Food Engineering Reviews**, v. 5, p. 158-170, 2013
- ANJOS, R.Q.; MOTA, T.M.; SANTANA, T.S. de; COSTA, M. de O.; MOTTA DE MOURA, L.A.M de; EVANGELISTA-BARRETO, N.S. Formulação e aceitação de hambúrguer de tambaqui (*Colossoma macropomum*) sabor defumado, enriquecido com biomassa de banana verde e quitosana. *Ciência e Tecnologia do Pescado*. v.2, n.10, p.136-146, 2021.
- ARSLAN, B.; SOYER, A. Effects of chitosan as a surface fungus inhibitor on microbiological, physicochemical, oxidative and sensory characteristics of dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 145, p. 107-113, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2022**. São Paulo: Peixe Br, 79p., 2022.
- ATITALLAH, A. B., BARKALLAH, M., HENTATI, F., DAMMAK, M., HLIMA, H. B., FENDRI, I., ... & ABDELKAFI, S. Physicochemical, textural, antioxidant and sensory characteristics of microalgae-fortified canned fish burgers prepared from minced flesh of common barbel (*Barbus barbus*). **Food Bioscience**, v. 30, p. 100417, 2019.
- BAKSHI, P. S., SELVAKUMAR, D., KADIRVELU, K., KUMAR, N. S. Chitosan as an environment friendly biomaterial—a review on recent modifications and

applications. **International journal of biological macromolecules**, v. 150, p. 1072-1083, 2020.

BARTOLOMEU, D. A. F. S. **DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO DE EMBUTIDO DEFUMADO “TIPO MORTADELA” ELABORADO COM CMS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) E FIBRA DE TRIGO**. 2011. 122 Dissertação (Mestrado). Tecnologia de alimentos, Universidade Federal do Paraná

BERIAIN, M. J., GÓMEZ, I., IBÁÑEZ, F. C., SARRIÉS, M. V., & ORDÓÑEZ, A. I. Improvement of the functional and healthy properties of meat products. In: **Food quality: Balancing health and disease**. Academic Press, 2018. p. 1-74.

BORGHESI, R.; HISANO, H. ; SUCASAS, L. F. A. ; LIMA, LEANDRO KANAMARU FRANCO DE ; OETTERER, M. . Influência da Nutrição sobre a Qualidade do Pescado: Especial Referência aos Ácidos Graxos. **Documentos Embrapa Pantanal**, v. 124, p. 1-21, 2013.

BRASIL. MAPA. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA).2017.Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/diariooficial-publica-decreto-do-novo-regulamento-de-inspecao-industrial-e-sanitaria>. Acesso em 21 de mai. 2024.

CARDOSO, G. P.; ANDRADE, M. P. D.; RODRIGUES, L. M.; MASSINGUE, A. A.; FONTES, P. R.; RAMOS, A.; RAMOS, E. M. Retail display of beef steaks coated with monolayer and bilayer chitosan-gelatin composites. **Meat Science**, v. 152, p. 20-30, 2019.

CASQUETE, R.; CASTRO, S. M.; TEIXEIRA, P. Evaluation of the combined effect of chitosan and lactic acid bacteria in alheira (fermented meat sausage) paste. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 2, p. e12866, 2017.

CASTRO-MUÑOZ, R.; YÁÑEZ-FERNÁNDEZ, J.; FÍLA, V. Phenolic compounds recovered from agro-food by-products using membrane technologies: An overview. **Food Chemistry**, 213: 753-762. 2016.

CIRIANO, M.G.I.; BERASATEGI, I.; NAVARRO-BLASCO, I.; ASTIASARAN, I.; ANSORENA, D. Reduction of sodium and increment of calcium and omega-3 polyunsaturated fatty acids in dry fermented sausages: effects on the mineral content, lipid profile and sensory quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.93, n.4, p.876-881, 2013.

CHATTOPADHYAY, K.; XAVIER, K.A.M.; BALANGE, A.; LAYANA, P.; NAYAK, B.B.N. Chitosan gel addition in pre-emulsified fish mince - Effect on quality parameters of sausages under refrigerated storage. **Meat Science**, v. 110, p. 283-291, 2019.

CHATTOPADHYAY, K., XAVIER, K. M., LAYANA, P., BALANGE, A. K., & NAYAK, B. B. Chitosan hydrogel inclusion in fish mince based emulsion sausages: Effect of gel interaction on functional and physicochemical qualities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 134, p. 1063-1069, 2019.

COXSON, P. G.; COOK, N. R.; JOFFRES, M.; HONG, Y. L.; ORENSTEIN, D.; SCHMIDT, S. M.; BIBBINS-DOMINGO, K. Mortality Benefits From US Population-wide Reduction in

Sodium Consumption Projections From 3 Modeling Approaches. **Hypertension, Lancet**, v.61, n.3, p.564-570, 2013.

CÎRSTEA, N., NOUR, V., CORBU, A. R., MUNTEAN, C., & CODINĂ, G. G. Reformulation of Bologna Sausage by Total Pork Backfat Replacement with an Emulsion Gel Based on Olive, Walnut, and Chia Oils, and Stabilized with Chitosan. **Foods**, v. 12, n. 18, p. 3455, 2023.

COUTINHO, T.C.; RODRIGUES, R.A.L.; OLIVEIRA, E.N. Avaliação da inibição do crescimento do fungo *Penicillium digitatum* com quitosana. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v.1, p.814-821, 2015.

DA SILVA, A.A. **Produção de hambúrguer com quitosana e sua influência nas características sensoriais**. 2010, 36f. Monografia (Graduação em Nutrição). Universidade Federal do Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 32f. 2010.

DIEMER, O.; PEREIRA, Q. D.; ARAÚJO NETO, C. F. Produtos processados de piranha uma alternativa para os pescadores: agregando valor aos peixes do Pantanal. **Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas**, v. 1. p.69, 2017.

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

FAO. 2022. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. Disponível em <https://doi.org/10.4060/cc0461en> Acesso em 24 jul 2023.

FARIAS, M. D. P.; AMBRÓSIO, L. S. A.; VIEIRA, R. M.; MENEZES, L. M. F.; CÉSAR, L. T. Adição de quitosana em fishburger: características microbiológicas, sensoriais e de cocção. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v.13, n.5, p.55-60, 2019.

FERNANDO, S. S., JO, C., MUDANNAYAKE, D. C., & JAYASENA, D. D. An overview of the potential application of chitosan in meat and meat products. **Carbohydrate Polymers**, v. 324, p. 121477, 2024.

FERRINHO, A.M.; NASSU, R.T.; ALDAI, N.; BRAVO-LAMAS, L.; FURLAN, M.L.N.; TODA, B.M.; UTEMBERGUE, B.L.; REZENDE, R.G.; MUELLER, L.F.; FURLAN, J.J.M.; ZANATA, M.; BALDI, F.; PEREIRA, A.S.C. Whole cottonseed, vitamin E and finishing period affect the fatty acid profile and sensory traits of meat products from Nellore cattle. **Meat Science**, v.138, p.15– 22, 2018.

FLORES, I. F. V. **Desenvolvimento de novos produtos à base de pescado: patê de bacalhau e patê de ovas de pescado**. 2019. Tese de Doutorado.

GIRALDO, J. D.; RIVAS, B. L. Direct ionization and solubility of chitosan in aqueous solutions with acetic acid. **Polymer Bulletin**, v. 78, p. 1465-1488, 2021.

GODOY, L.C.; FRANCO, M.L.R.S.; FRANCO, N. P.; SILVA, A.F.; ASSIS, M.; SOUZA, F. N.E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V. **Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.30, n.1, p.86-89, 2010.

GÓMEZ-ESTACA, J., DE LACEY, A. L., LÓPEZ-CABALLERO, M. E., GÓMEZ-GUILLÉN, M. C., & MONTERO, P. Biodegradable gelatin–chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. **Food microbiology**, v. 27, n. 7, p. 889-896, 2010.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011.

HAN, M., CLAUSEN, M. P., CHRISTENSEN, M., VOSSEN, E., VAN HECKE, T., & BERTRAM, H. C. Enhancing the health potential of processed meat: The effect of chitosan or carboxymethyl cellulose enrichment on inherent microstructure, water mobility and oxidation in a meat-based food matrix. **Food & function**, v. 9, n. 7, p. 4017-4027, 2018.

HAUTRIVE, T. P., PICCOLO, J., RODRIGUES, A. S., CAMPAGNOL, P. C. B., KUBOTA, E. H. Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (wholemeal and defatted) on the quality of hamburgers. **Lwt**, v. 102, p. 403-410, 2019.

HUNTER, S. R. **The measurement of appearance**. New York: J. Wiley, 1975.

HUSSAIN, M. A., SUMON, T. A., MAZUMDER, S. K., ALI, M. M., JANG, W. J., ABUALREESH, M. H., HASAN, M. T. Essential oils and chitosan as alternatives to chemical preservatives for fish and fisheries products: A review. **Food Control**, v. 129, p. 108244, 2021.

HADORN, R.; EBERHARD, P.; GUGGISBERG, D.; PICCINALI, P.; SCHLICHTERLE-CERNY, H. Effect of fat score on the quality of various meat products. **Meat Science**, Barking, v. 80, n. 3, p. 765-770, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.03.020>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Boletim da aquicultura em águas da União 2013-2022**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/aquicultura/boletim-da-aquicultura-em-aguas-da-uniao-2013-2022-site_compressed.pdf>. Acesso em: 13 de Junho. 2024

KAZEMZADEH, S., ABED-ELMDOUST, A., MIRVAGHEFI, A., HOSSENI, S. V., ABDOLLAHIKHAMENEH, H. Physicochemical evaluations of chitosan/nisin nanocapsulation and its synergistic effects in quality preservation in tilapia fish sausage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, n. 3, p. e16355, 2022

KURT, Ş. Effects of pH and chitosan on beef emulsion properties. **International journal of food science & technology**, v. 45, n. 1, p. 140-146, 2010.

LUSTOSA-NETO, A.D.; NUNES, M.L.; FERREIRA, R.N.C.; BEZERRA, J.H.C.; FURTADO-NETO, M.A. de A. Elaboração, rendimento e custo de almôndegas de tilápia do Nilo e pirarucu cultivados: aplicação na merenda escolar. **Acta Fish**, v.4, n.2, p. 101-109. 2016.

MAIA, M. O.; DAMACENO, M. N.; BRAGA, R. C.; TEIXEIRA SÁ, D. M. A. Natural thickener in raw and cooked fish-derived: microbiological, physicochemical, and sensorial acceptance. **Científica**, v.43, n.3, p.215–220, 2015.

MANIGANDAN, V., KARTHIK, R., RAMACHANDRAN, S., RAJAGOPAL, S. Chitosan Applications in Food Industry. **Biopolymers for Food Design**, v. 20, p. 469-491, 2018.

MATTOS, G. N. **Obtenção de salsicha de tilápia usando antioxidante natural a base de resíduos do processamento de uva**. 2017. Dissertação (Mestrado). Tecnologia de alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

MENEGASSI, M. **Aspectos Nutricionais do Pescado**. IN: GONÇALVES, A. A. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p. 43-60.

MOUSSA SH, TAYEL AA, AL-TURKI AI. Evaluation of fungal chitosan as a biocontrol and antibacterial agent using fluorescence-labeling. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 54, p. 204-208, 2013.

OETTERER M, GALVÃO JA, SAVAY-DA-SILVA LK. Tilápia: controle de qualidade, beneficia- mento e industrialização. Tilápia minimamente processada. In: Galvão JA, Oetterer M, editor. **Qualidade e processamento de pescado**, v., p. 183-206. 2014.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E.; PIMENTA, C.J. **Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico – análise bromatológica, físico-química e microbiológica**. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p. 1218- 1223, 2016.

OLIVEIRA, D.F.; COELHO, A.R.; BURGARDT, V. de C. da F.; HASHIMOTO, E.H.; LUNKES, A.M.; MARCHI, J.F.; TONIAL, I.B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal Food Thechnology**. v.16, n.3, p. 163-174, 2013.

ÖZPOLAT, E.; PATIR, B. Determination of Shelf Life for Sausages Produced From Some Freshwater Fish Using Two Different Smoking Methods. **Journal of Food Safety**, p. n/a-n/a, 2015.

PAGLARINI, C., FIGUEIREDO, G. F., BIACHI, J. P., VIDAL, V. A. S., MARTINI, S., FORTE, M. B. S., ... & Pollonio, M. A. R.. Functional emulsion gels with potential application in meat products. **Journal of Food Engineering**, v. 222, p. 29-37, 2018.

RABEA, E.I., BADAWY, M.E.T., STEVENS, C.V., SMAGGHE, G. AND STEURBAUT, W. Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. **Biomacromolecules**, v. 4, n. 6, p. 1457-1465, 2003.

SAKTHIVEL, B.; DHAKSHINAMOORTHY, A. **Chitosan as a reusable solid base catalyst for Knoevenagel condensation reaction**. *Journal of Colloid and Interface Science*, v.485, p. 75-80, 2017.

SANTOS, B.P., SILVA, V.F., SILVA, M. I., HIRATA, A.S.O., GOES, M.D., SOUZA, M. L. R., & GOES, E.S.R. Chitosan Gel as a Fat Substitute in Tambaqui Fish Burger. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 33, n. 7, p. 542-552, 2024.

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

SILVA, R. A., BONNAS, D. S., & SILVA, P. F. Aproveitamento dos resíduos gerados no processamento de postas de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) para elaboração de nuggets. *Contextos da Alimentação. Cultura e Scuola*, v. 3, n. 2, p. 38-48, 2015.

SILVA, B.V. DA; CARDOSO, L.G.; FERREIRA, M.A.; FERREIRA, J.; EVANGELISTA-BARRETO, N.S. Prospecção científica e tecnológica de produtos funcionais a base de patê de pescado. **Research, Society and Development**, v.11, n.2, p.1-14, 2022.

SOUZA, J.F. de; BITENCOURT, N.N.; GOMES, C.S.; OLIVEIRA, J.K.de; SANTOS, R.M. dos; REIS, I.A.O.; NUNES, M.L.; NARAIN, N. Desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial de nuggets formulados com concentrado protéico de pescado–MARINE BEEF. **Scientia Plena**, v.6, n.3, p.1-12, 2010.

SOUISSI, N., JRIDI, M., NASRI, R., SLAMA, R. B., NJEH, M., & NASRI, M. Effects of the edible cuttlefish gelatin on textural, sensorial and physicochemical quality of octopus sausage. **LWT-Food Science and Technology**, v. 65, p. 18-24, 2016.

TAYEL A. A., MOUSSA S, EL-TRAS WF, KNITTEL D, OPWIS K, SCHOLLMMEYER E. Anticandidal action of fungal chitosan against *Candida albicans*. **International journal of biological macromolecules**, v. 47, n. 4, p. 454-457, 2010.

TAYEL, A. A., GHARIEB, M. M., ZAKI, H. R., & ELGUINDY, N. M. Bio-clarification of water from heavy metals and microbial effluence using fungal chitosan. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 83, p. 277-281, 2016.

THILSTED, S. H., THORNE-LYMAN, A., WEBB, P., BOGARD, J. R., SUBASINGHE, R., PHILLIPS, M. J., ALLISON, E. H. Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. **Food Policy**, v. 61, p. 126-131, 2016.

WAGNER, Y. G.; COELHO, A. B.; TRAVASSOS, G. F. Análise do consumo domiciliar de pescados no Brasil utilizando dados da POF 2017-2018. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, p e250494. 2022.

WANG, Y., YUAN, J. J., LI, K., LI, J. G., CHEN, B., & BAI, Y. H. Effects of combined chickpea protein isolate and chitosan on the improvement of technological quality in phosphate-free pork meat emulsions: Its relation to modifications on protein thermal and structural properties. **Meat Science**, v. 201, p. 109194, 2023.

XAVIER, K. M., KANNUCHAMY, N., BALANGE, A. K., CHOUKSEY, M. K., & GUDIPATI, V. Functionality of chitosan in batter formulations for coating of fish sticks: Effect on physicochemical quality. **Carbohydrate polymers**, v. 169, p. 433-440, 2017.

YANG, X., LI, A., LI, X., SUN, L., GUO, Y. An overview of classifications, properties of food polysaccharides and their links to applications in improving food textures. **Trends in Food Science & Technology**, v. 102, p. 1-15, 2020.

YOU, S., YANG, S., LI, L., ZHENG, B., ZHANG, Y., & ZENG, H. Processing technology and quality change during storage of fish sausages with textured soy protein. **Foods**, v. 11, n. 22, p. 3546, 2022.