

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

**QUITOSANA COMO SUBSTITUTO DA GORDURA EM
FISHBURGUER DE TAMBAQUI: CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS**

BRUNA PINHEIRO SANTOS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2022**

QUITOSANA COMO SUBSTITUTO DA GORDURA EM FISHBURGUER DE TAMBAQUI: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS

BRUNA PINHEIRO SANTOS

Orientadora: Prof.^a Dr.^a 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
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

| |
|---|
| Santos, Bruna Pinheiro |
| Qitosana como substituto da gordura em fishburger de tambaqui: características físico-químicas e sensoriais. / Bruna Pinheiro Santos. – Dourados, 2022. |
| Orientador: Prof. ^a Dr. ^a Elenice Souza dos Reis Goes |
| TCC (Graduação) Engenharia de Aquicultura - Universidade Federal da Grande Dourados. |
| 1. Carne mecanicamente separada. 2. Colossoma macropomum. 3. Desenvolvimento de produtos. T. Título. |

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

QUITOSANA COMO SUBSTITUTO DA GORDURA EM FISHBURGUER DE TAMBAQUI: CARATERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS E SENSORIAIS

Por

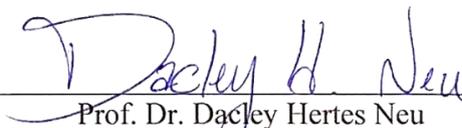
Bruna Pinheiro Santos

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

Aprovado em: 26 de outubro de 2022.



Prof.^a Dr.^a Elenice Souza dos Reis Goes
Orientador – UFGD/FCA



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



Prof.^a Dr.^a Daniele Menezes Albuquerque
Membro da Banca – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir esta experiência e coragem para superar todos os desafios dessa jornada.

A Universidade Federal da Grande Dourados por ter proporcionado esta grande experiência na minha vida.

A minha orientadora Prof. Dra. Elenice Souza dos Reis Goes, por estar sempre disposta a ajudar e auxiliar durante o transcorrer deste trabalho com muita paciência e dedicação.

Aos meus colegas que colaboraram comigo neste trabalho, Antônio Nelito Jorge, Bárbara Libanio da Cruz e Valfredo Figueira da Silva por toda a troca de conhecimentos.

Ao meu marido Paulo Cavalcante por me auxiliar, incentivar e por ter sido parceiro em todos os momentos.

À minha família que compreenderam minha ausência e aos meus amigos Michael Pereira e Vivian Plens que estiveram comigo nesta jornada.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|------------|
| LISTA DE FIGURAS..... | iv |
| LISTA DE TABELAS..... | v |
| RESUMO..... | vi |
| ABSTRACT | vii |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1 Panorama atual da aquicultura..... | 3 |
| 2.2 Produtos à base de peixe..... | 5 |
| 2.2.1 Hambúrgueres de peixe | 6 |
| 2.3 Substitutos de gordura em produtos cárneos | 7 |
| 2.4 Quitosana | 8 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 10 |
| 3.1 Elaboração dos hambúrgueres de peixe..... | 10 |
| 3.2 Determinação do Percentual de encolhimento | 13 |
| 3.3 Percentual de Rendimento | 13 |
| 3.4 Composição centesimal | 13 |
| 3.5 Análises da atividade da água, cor e pH..... | 14 |
| 3.6 Determinação de força de cisalhamento e Análise do Perfil de textura | 15 |
| 3.7 Análise sensorial..... | 15 |
| 3.8 Análise estatística | 17 |
| 4 RESULTADOS | 18 |
| 5 DISCUSSÃO | 23 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 26 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 27 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| FIGURA 1. Quitosana em pó diluída em ácido acético, submetida ao agitador magnético aquecido..... | 11 |
| FIGURA 2. Etapas da elaboração do fishburguer. (a) CMS de tambaqui descongelado; (b) Pesagem dos ingredientes; (c) Homogeneização da massa; (d) Moldagem em forma de mini hamburguer; (e) Embalados e Identificados por tratamento; f) Grelhados em grill elétrico.... | 12 |
| FIGURA 3. 0% de quitosana e 3% de óleo de soja; (b) 1% de quitosana e 2% de óleo de soja (c) 2% de quitosana e 1% de óleo de soja (d) 3% de quitosana e 0% de óleo de soja. | 12 |
| FIGURA 4. Avaliação do percentual de rendimento. | 13 |
| FIGURA 5. Análise de atividade da água. | 14 |
| FIGURA 6. Análise do parâmetro de coloração do fishburguer. | 15 |
| FIGURA 7. Análise do pH. | 15 |
| FIGURA 8. (a) amostra para análise do perfil de textura; (b) amostra pós o corte; (c) amostra para análise da força de cisalhamento. | 16 |
| FIGURA 9. Organização dos materiais disponibilizados para cada provador..... | 17 |
| FIGURA 10. Percentuais de encolhimento (A), rendimento (B) e atividade da água (C) de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana. Barras verticais indicam o erro padrão da média..... | 19 |
| FIGURA 11. Análise dos componentes principais..... | 22 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|--|--------|
| TABELA 1. Composição (%) das formulações dos hambúrgueres de tambaqui com inclusão de quitosana | 10 |
| TABELA 2. Composição nutricional (g/100 gramas) e valor calórico de fishburger de tambaqui com inclusão de quitosana. | 18 |
| TABELA 3. Perfil de Textura e força de cisalhamento de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana..... | 20 |
| TABELA 4. Cor e pH de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana. | 20 |
| TABELA 5. Análise sensorial e matriz de correlação de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana..... | 21 |

SANTOS, Bruna Pinheiro. **Quitosana como substituto da gordura em fishburger de tambaqui: Características físico-químicas e sensoriais.** 2022. 49p. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo verificar a influência da quitosana como substituto da gordura do fishburger sobre características físicas, químicas e sensoriais. Foram desenvolvidas quatro formulações de hambúrgueres de carne mecanicamente separada de tambaqui com diferentes níveis de inclusão de quitosana (0, 1, 2 e 3%), em substituição ao óleo de soja. Foram avaliados: percentuais de encolhimento e rendimento, atividade de água, composição centesimal, perfil de textura, força de cisalhamento, cor, pH e análise sensorial. O percentual de encolhimento diminuiu de acordo com a inclusão de quitosana, por outro lado, ao avaliar o percentual de rendimento e de atividade da água, a adição de quitosana resultou em um aumento linear desse percentual. Os resultados da composição centesimal apontam que o teor de umidade aumentou linearmente de acordo com o acréscimo de quitosana na formulação, de 62,89% (0% de quitosana) para 68,21% (3% de quitosana). Os valores de lipídeos, matéria mineral e valor calórico diminuíram com o aumento dos níveis de inclusão de quitosana. Na análise do perfil de textura e força de cisalhamento, nota-se que apenas a elasticidade apresentou aumento significativo de acordo com o acréscimo de quitosana na formulação, de 0,497 (0% de quitosana) para 0,634 (3% de quitosana). Já nas variáveis cor, antes de grelhar, nota-se que somente a intensidade de amarelo (b^*) teve aumento, de 13,01 (0% de quitosana) para 14,27 (3% de quitosana). Por outro lado, após grelhar, observou-se aumento significativo na intensidade da cor vermelha (a^*), de 0,38 (0% de quitosana) para 1,35 (3% de quitosana). Na análise sensorial, observou-se aumento linear na aceitação sensorial para o atributo textura, de 6,9 (0% de quitosana) para 7,56 (3% de quitosana). Conclui-se que a substituição da gordura por 3% de quitosana em fishburgueres de tambaqui é eficaz para diminuir o valor calórico e melhorar suas características tecnológicas e de textura, com efeitos positivos na aceitação sensorial.

Palavras chaves: carne mecanicamente separada, *Colossoma macropomum*, desenvolvimento de produtos.

ABSTRACT

This work aimed to verify the influence of chitosan as a substitute for fishburger fat on physical, chemical and sensory characteristics. Four formulations of mechanically separated tambaqui beef burgers were developed with different levels of chitosan inclusion (0, 1, 2 and 3%), replacing soybean oil. The following were evaluated: shrinkage and yield percentages, water activity, proximate composition, texture profile, shear force, color, pH and sensory analysis. The percentage of shrinkage decreased according to the inclusion of chitosan, on the other hand, when evaluating the percentage of yield and water activity, the addition of chitosan resulted in a linear increase of this percentage. The results of the proximate composition show that the moisture content increased linearly with the addition of chitosan in the formulation, from 62.89% (0% chitosan) to 68.21% (3% chitosan). The values of lipids, mineral matter and caloric value decreased linearly with increasing levels of chitosan inclusion. In the analysis of the texture profile and shear force, it is noted that only the elasticity showed a linear increase according to the addition of chitosan in the formulation, from 0.497 (0% chitosan) to 0.634 (3% chitosan). In the color variables, before grilling, it is noted that only the intensity of yellow (b^*) had a linear increase, from 13.01 (0% chitosan) to 14.27 (3% chitosan). On the other hand, after grilling, a linear increase in red color intensity (a^*) was observed, from 0.38 (0% chitosan) to 1.35 (3% chitosan). In the sensory analysis, there was a linear increase in sensory acceptance for the texture attribute, from 6.9 (0% chitosan) to 7.56 (3% chitosan). It is concluded that the replacement of fat by 3% chitosan in tambaqui fishburgers is effective in reducing the caloric value and improving its technological and texture characteristics, with positive effects on sensory acceptance.

Keywords: minced fish, *Collossoma macropomum*, product development.

1 INTRODUÇÃO

A demanda dos consumidores por *fast foods* tem aumentado rapidamente nos últimos anos devido a mudanças drásticas no estilo de vida (ABDEL-NAEEM & MOHAMED, 2016). Entre os alimentos que estão em ascensão nessa modalidade de consumo alimentar estão os hambúrgueres, em especial os artesanais, que apresentam grande aceitação do mercado consumidor, bem como uma grande variedade na sua preparação (SILVA, 2021).

Com isso, o surgimento dos chamados fishburgueres vem merecendo destaque nesse cenário. O termo fishburger é uma denominação atribuída ao hambúrguer de peixe pela similaridade de preparo com o hambúrguer bovino. São elaborados à base de carne de peixe desossada, sem pele e vísceras, moída, temperada e moldada, podendo ser ou não congelado (SILVA, 2021). Considerado um produto de tecnologia inovadora, de baixo custo de obtenção, cujo processo de fabricação é relativamente simples, de rápido preparo culinário e fácil inclusão na alimentação (PINTO, 2017).

Devido ao baixo teor de lipídeos de diversas espécies de pescado, muitos produtos cárneos a base de peixe precisam da adição de gorduras extras e outros aditivos combinados para melhorar sua textura (CHATTOPADHYAU et al., 2019). Esse incremento no teor de lipídeos muitas vezes se dá com uso de gordura animal, cujo teor de gorduras saturadas representam cerca de 39,8% do conteúdo de gorduras totais presente na carne (KIM et al., 2020). Atualmente, a demanda dos consumidores preocupados com a saúde por produtos alimentícios com baixo teor de gordura ou sem gordura para prevenir a obesidade e doenças coronarianas incentiva os cientistas de alimentos a investigar alternativas para a gordura nesses sistemas (HAUTRIVE et al., 2019).

Com isso, a quitosana vem tomando espaço no incremento de produtos processados. Trata-se de um polissacarídeo derivado da quitina, que é um componente sintetizado por diversos organismos vivos (ALVES et al., 2021). A quitina é um dos polímeros mais abundantes na natureza, podendo ser encontrada no exoesqueleto de insetos, crustáceos e paredes celulares de fungos (CHEUNG et al., 2015). Uma indústria promissora parece ser a da utilização da casca de camarão para produção de quitina e quitosana, visto que esta é uma alternativa de baixo custo para aproveitamento desses resíduos (BESSA-JUNIOR & GONÇALVES, 2013).

A quitosana vem sendo estudada em produtos alimentícios como conservante natural, devido suas propriedades antimicrobiana e antioxidante, aumentando a vida útil dos alimentos

(COUTINHO et al., 2015). 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). Além disso, a quitosana possui propriedades funcionais significativas, como anti-inflamatórias, estimulantes da imunidade, antitumorais, anticancerígenas e reduz a absorção de lipídios e, conseqüentemente, tem também um efeito hipocolesterolêmico (XIA et al., 2011).

Porém, 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 linguiças de peixe gerou um produto à base de peixe pronto para o consumo de qualidade superior e mais saudável (CHATTOPADHYAU et al., 2019). Outros trabalhos também relataram a adição da quitosana em produtos à base de peixe (LIMA et al., 2014; TAYEL, 2016; FARIAS et al., 2019). Assim, a fabricação de fishburger de peixe com quitosana pode ser uma alternativa viável para as indústrias de produtos cárneos interessadas em inovar o desenvolvimento e tecnologia das formulações, considerando que o principal objetivo da indústria alimentícia é atingir o mais elevado grau de satisfação do consumidor, oferecendo produtos com garantia de qualidade microbiológica, química e sensorial (SILVA, 2020).

Entretanto, mais trabalhos são necessários para demonstrar a viabilidade do uso da quitosana em fishburgueres, incluindo a determinação do perfil nutricional e sensorial deste produto. Desta forma, o objetivo do presente trabalho é verificar a influência da quitosana como substituto da gordura do fishburger sobre características físicas, químicas e sensoriais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panorama atual da aquicultura

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a aquicultura, entre as cadeias de produção de proteína animal, vem se destacando pelo rápido crescimento nos últimos anos, contribuindo de forma relevante para a geração de emprego e renda (FAO, 2020). Entre os anos de 2011 e 2018, a atividade cresceu 32,85%, partindo de 61,8 milhões de toneladas em 2011 para 82,1 milhões de toneladas em 2018. Fato este foi impulsionado pela aquicultura continental, que no mesmo período apresentou um crescimento de 62,48% (FAO, 2020).

No Brasil, a aquicultura é uma prática que apresentou um crescimento de 123% entre os anos de 2005 e 2015, com uma receita equivalente a aproximadamente R\$ 4,4 bilhões, no ano de 2015 (EMBRAPA, 2016). Esses números continuaram a crescer, atingindo R\$ 4,9 bilhões em 2018 (IBGE, 2020). Fato este se deve, principalmente ao aumento do cultivo de tilápia, peixes redondos, camarão marinho, outros peixes e mexilhões pela aquicultura brasileira (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2015).

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.

Nota-se que a região norte do Brasil concentra grande parte da produção nacional de tambaqui, sendo quatro dos cinco estados de maior produção do pescado. Entre os maiores produtores estão os estados de Rondônia, Maranhão, Roraima, Pará e Tocantins (PEIXE BR, 2022).

Entre os fatores que fizeram com que o tambaqui apresentasse destaque na produção nacional está o grande potencial de popularização em escala nacional haja vista seu preço competitivo e sabor agradável (PEDROZA FILHO et al., 2020), alta prolificidade, bom rendimento de carcaça e bom desempenho em sistemas de produção (BRABO et al., 2015). Além disso, a espécie também vem se destacando nas exportações da aquicultura brasileira, e foi a terceira espécie mais exportada no primeiro semestre de 2020 (PEDROZA FILHO;

ROCHA, 2019).

Porém, é fato de que o Brasil apresenta uma produção singela, quando comparado com outros grandes produtores aquícolas mundiais (China, Índia, Indonésia e Vietnã). Mas, é importante esclarecer que o Brasil é considerado um dos países com maior potencial para o desenvolvimento da aquicultura, pois apresenta clima favorável, disponibilidade hídrica (12% da água doce do planeta, 5,5 milhões de hectares de lâmina d'água em reservatórios públicos, um litoral de 8.500 km, uma Zona Econômica Exclusiva-ZEE de 4,5 milhões de km²) e ocorrência natural de espécies aquáticas de interesse zootécnico e mercadológico (BRABO et al., 2016; BRASIL, 2011).

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). Tais resíduos acabam por ser rejeitados, muito provavelmente devido à falta de interesse e conhecimento do setor pesqueiro e de órgãos governamentais sobre procedimentos tecnológicos para um melhor aproveitamento destes materiais (SILVA & FERNANDES, 2020).

Assim, as tecnologias emergentes e/ou inovadoras, ainda são insuficientes para o aproveitamento integral dos subprodutos, bem como a obtenção de produtos derivados com qualidade nutricional, microbiológica e boa aceitação pelos consumidores. Ao longo dos últimos anos, observou-se a necessidade de desenvolver estratégias de processamento capazes de maximizar o aproveitamento dos subprodutos da filetagem de peixes, para incluir diretamente na alimentação humana ou na fabricação de produtos de alto valor nutricional, também voltados para o consumo humano, como concentrados proteicos, entre outros (TAHERGORABI et al., 2013).

Sendo assim, Gonçalves et al. (2012) 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.

Nesse sentido, o aproveitamento integral da carne de pescado para a produção de alimentos de alto valor nutricional, auxilia na redução de resíduos de peixe que são descartados no ambiente, podendo ser utilizada para a produção ou reformulação de novos produtos (BERNADINO FILHO & XAVIER, 2019)

2.2 Produtos à base de peixe

Uma das formas de agregar valor aos produtos de pescado, é a diversificação da oferta de produtos elaborados e na elaboração de novos produtos, que utilize tecnologia inovadora, que se atente a qualidade final do produto, com um preço aceitável, fazendo com que ocorra a fidelização dos consumidores (GONÇALVES, 2011). Todas essas características, alinhadas a um bom marketing, objetivando uma lucratividade, faz com que esse produto chegue até as gondolas dos supermercados mais qualificados (GONÇALVES, 2011).

De modo geral, os produtos à base de pescado apresentam alto valor nutricional, com grande quantidade de proteína, além de serem rico em ácidos graxos de cadeia longa (de 4 a 36 carbonos), um grupo carboxila e ligações duplas carbono-carbono em sua estrutura química, razão pela qual são chamados de insaturados, quando possuem mais de uma dupla ligação são chamados poli-insaturados (CANAS & BRAIBANTE, 2019).

Coradini et al. (2019), propõem a otimização dos benefícios nutricionais dos produtos à base de carne de pescado. A inclusão da sardinha, salmão e merluza, por exemplo, aumentam o teor da série ômega-3 e melhora a composição química do produto, diminuindo a sua umidade e concentrando os nutrientes, sem que ocorra contaminação microbiológica e nem rejeição sensorial do mercado consumidor. Fato este ocorre, uma vez que a carne de pescado integra o grupo de alimentos de fácil digestão e de excelente fonte de proteínas e minerais, principalmente cálcio e fósforo, além das vitaminas A, D e complexo B (BERNANDINO et al., 2014).

Tendo em vista que a população tem se importado cada vez mais com a alimentação saudável e preservação ambiental, estudos a respeito dos antioxidantes naturais e embalagens biodegradáveis vêm ganhando destaque (PRETE, 2020). Para Leão (2017) vitaminas, minerais, enzimas, pigmentos, óleos essenciais, entre outros compostos vegetais, como os extratos vegetais, que são ricos em compostos fenólicos podem ser utilizados para inibir processos oxidativos em produtos cárneos.

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), mortadela (SOUZA et al., 2022), caldos e canjas elaborados a partir de farinha de pescado (GODOY et al., 2010), nuggets (KIRSCHNIK, 2017; SOUZA et al., 2010), almôndegas (LUSTOSA-NETO et al., 2016; MUZZOLON et al., 2016), linguças de pescado (RIBEIRO et al., 2008) e fishburguer (ANJOS et al., 2021; DA SILVA, 2021;

SANTOS et al., 2017). 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 Hambúrgueres de peixe

Apelidado de *fishburger*, que de acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2000) é o alimento obtido a partir de carne moída de pescado adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado.

De modo geral, os fishburgueres de peixe, apresentam uma alta aceitação pelo consumidor, além de apresentam um excelente valor nutricional, com valores médios *in natura* de 70% de umidade, 15% de proteína, 13% de carboidrato, 1% de cinzas e 0,2% de gordura em sua composição (PINTO, 2017). Além disso, possui nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente, o que combina com o atual modo de vida dos habitantes dos centros urbanos (BERNARDINHO FILHO et al., 2014).

Vale lembrar que produtos cárneos reestruturados como *fishburger*, a textura é o principal atributo de aceitação e está diretamente relacionada a importantes propriedades funcionais das proteínas, tais como a capacidade de retenção de água, geleificação e emulsificação (MACHADO, 2014).

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 *fishburger* 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.

A adição de amido de diferentes fontes, nas formulações de *fishburger*, se dá pela sua capacidade de ligação com a água (PINTO, 2017). Os resultados indicam que quanto maior a concentração do amido, maior a capacidade de retenção de água e conseqüentemente maior rendimento na cocção e menor encolhimento (GÓES-FAVON et al., 2021). Porém, embora não haja menção à *fishburger* na legislação brasileira, o Regulamento de Identidade e Qualidade para fishburger determina o teor máximo de carboidratos totais em 3%, o que pode limitar a utilização de amido (BRASIL, 2000).

Já Gutkoski et al., (2007) esclarece que a adição de gordura vegetal nos *fishburgueres*,

melhora a suculência, além de deixar o produto com uma textura mais solta. Em um trabalho avaliando a aceitação de *fishburgueres* com adição de diferentes aglutinantes, observou que o fishburguer com adição de gordura vegetal apresentou maior aceitação (83%), quando comparado com *fishburgueres* com adição de amido (72%) ou aveia (68%). Além disso, foi notado que a adição de gordura vegetal, deixou o produto com uma coloração mais clara, atrativa e com uma textura mais solta e macia, agradando mais aos olhos e gosto, ao ser comparada com as demais formulações (MENDONÇA et al., 2018).

Enquanto que a adição de sal contribui para aumentar a capacidade de retenção de água e maciez. O sal causa uma elevação maior do pH no aquecimento. Além disso atua como agente bacteriostático, confere sabor e solubiliza as proteínas responsáveis pela formação da emulsão cárnea. Já os condimentos são responsáveis pela qualidade sensorial dos produtos, atendendo às expectativas gustativas dos consumidores. Alguns condimentos também desempenham funções antibacterianas e antifúngicas (ROÇA, 2011).

Após o cozimento dos fishburgueres, há aumento nos teores de lipídeos, proteínas, cinzas e valor calórico, que pode ser atribuído a concentração destes componentes devido à perda de água durante o método de grelhar, sendo que esta perda será maior quanto menor a capacidade de retenção de água do produto (PINTO, 2017).

Mello et al., (2012) produziram fishburguer a partir do resíduo da filetagem da tilápia e obtiveram bons resultados, tanto na composição nutricional como na aceitação pelos consumidores. Já Fogaça et al. (2015) observaram que os fishburgueres apresentaram elevado teor proteico, estabilidade lipídica e boa aceitação sensorial.

2.3 Substitutos de gordura em produtos cárneos

Com o passar dos anos, ficou evidente a utilização de diferentes produtos como substitutos para gordura de origem animal e essa realidade também se fez presente na linha de produção. Essas mudanças podem ser observadas na adição de extratos vegetais e até mesmo outras substâncias existentes na natureza (SERRÃO; ATAYDE, 2020).

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;).

Essa substituição está amplamente relacionada com o surgimento de doenças como: hipertensão (aumento da pressão arterial), obesidade (excesso de peso), diabetes (taxa de glicose elevada no sangue) e dislipidemia (excesso de gordura no sangue) (COXSON et al., 2013). A importância da redução de gorduras foi exaltada por Hadorn et al. (2013), ao estudarem a variação dos percentuais de gorduras em salsichas, salame, bacon e fishburguer, pois constataram resultados insignificantes nas propriedades tecnológicas desses produtos

Essa mudança no tipo de lipídeo utilizado nos produtos cárneos ocorre pela influência da gordura de origem animal, sobre as características sensoriais do fishburguer (textura, suculência e sabor), tanto os lipídeos presentes na carne quanto os adicionados podem sofrer reação química de oxidação lipídica, desenvolvendo sabores e odores indesejados (CLEMENTE, 2018).

2.4 Quitosana

A quitosana é o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (ANJOS et al., 2021). O mesmo pode ser adquirido por meio da extração da quitina, sendo esta dividida em três etapas, desmineralização, a desproteínização e a despigmentação (ALMEIDA et al., 2015). Tendo por objetivo a remoção de minerais (CaCO_3), de proteínas e pigmentos, respectivamente. Já a transformação da quitina em quitosana é realizada pelo tratamento em meio básico, com solução de hidróxido de sódio ou potássio (40-50%), usualmente a temperaturas maiores que 100°C , tendo por objetivo hidrólise dos grupos acetamida do polímero, este método é conhecido por desacetilação heterogênea (ALMEIDA et al., 2015).

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 (ARNALD et al., 2017; MANIGANDAN et al., 2018).

Em um trabalho realizado por Farias et al., (2019) avaliando as características microbiológicas de fishburguer, com adição de quitosana e constataram que a adição da quitosana não modificou as características sensoriais e microbiológicas do produto, tornando sua aplicação viável. Resultados similares foram descritos por Anjos et al., (2021) avaliando a adição de quitosana e farinha de banana verde em fishburguer de tambaqui. 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 dos fishburgueres

A Carne Mecanicamente Separada de Pescado (CMS) de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) foi proveniente do comércio da cidade de Dourados-MS, comercializada congelada, da marca Rondofish. Os hambúrgueres foram produzidos no Laboratório de Análise Produtos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados.

Foram desenvolvidas quatro formulações de hambúrgueres de CMS de Tambaqui com diferentes níveis de inclusão de quitosana (0, 1, 2 e 3%), em substituição ao óleo de soja (Tabela 1), em um total de quatro tratamentos, com seis repetições por tratamento para análises físico-químicas, e 50 repetições para análise sensorial, sendo a unidade de hambúrguer considerada como replicata.

TABELA 1. Composição (%) das formulações dos hambúrgueres de tambaqui com inclusão de quitosana.

| Ingredientes | Níveis de inclusão de quitosana (%) | | | |
|--|-------------------------------------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Tambaqui | 88,0 | 88,0 | 88,0 | 88,0 |
| Óleo de soja | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0,0 |
| Quitosana | 0,0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| Amido de milho | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| Proteína texturizada de soja (PTS) | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Alho em pó | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Cebola em pó | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Cebolinha desidratada | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Salsinha desidratada | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Sal | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Pimenta branca em pó | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

A quitosana em pó foi diluída na proporção de 1 g de quitosana para 50 mL de ácido acético a 1%, sendo submetida a um agitador magnético com aquecimento (Marconi, MA 085) até atingir 45°C (FIGURA 1), até completa dissolução. A quitosana foi obtida da empresa Polymar, com grau de desacetilação de 85%.

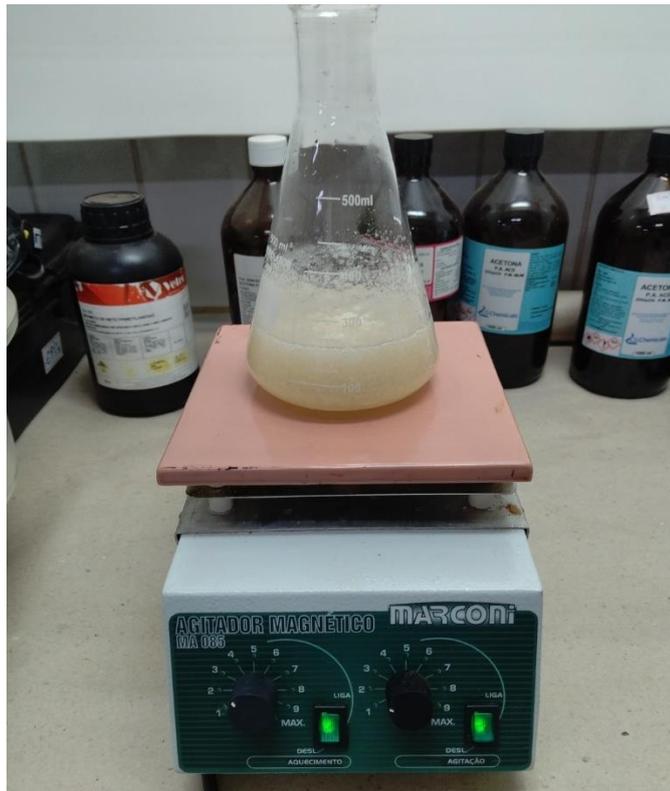


FIGURA 1. Quitosana em pó diluída em ácido acético, submetida ao agitador magnético aquecido.

Para a elaboração dos hambúrgueres foi descongelada CMS de Tambaqui, por 12 horas em refrigerador, sendo então seguidas as etapas apresentadas no fluxograma 1.



Fluxograma 1. Processamento para produção dos Hambúrgueres de peixe

Os hambúrgueres foram embrulhados contendo cinco unidades em papel alumínio, sendo identificadas por tratamento e armazenados em refrigerador na temperatura de 4°C para a realização das análises físicas, químicas e análise sensorial.

Foram grelhados em grelha elétrica (Zojirushi Gourmet Sizzler EA-TAC35, USA), sendo acondicionados no papel alumínio e adicionado à grelha após ela atingir 137,8°C, após permanecendo 3 minutos de cada lado, totalizando o tempo total de 6 minutos para atingir a temperatura de aproximadamente 75° quando atingiu o ponto de cozimento (ARAUJO, 2017) (FIGURA 2).

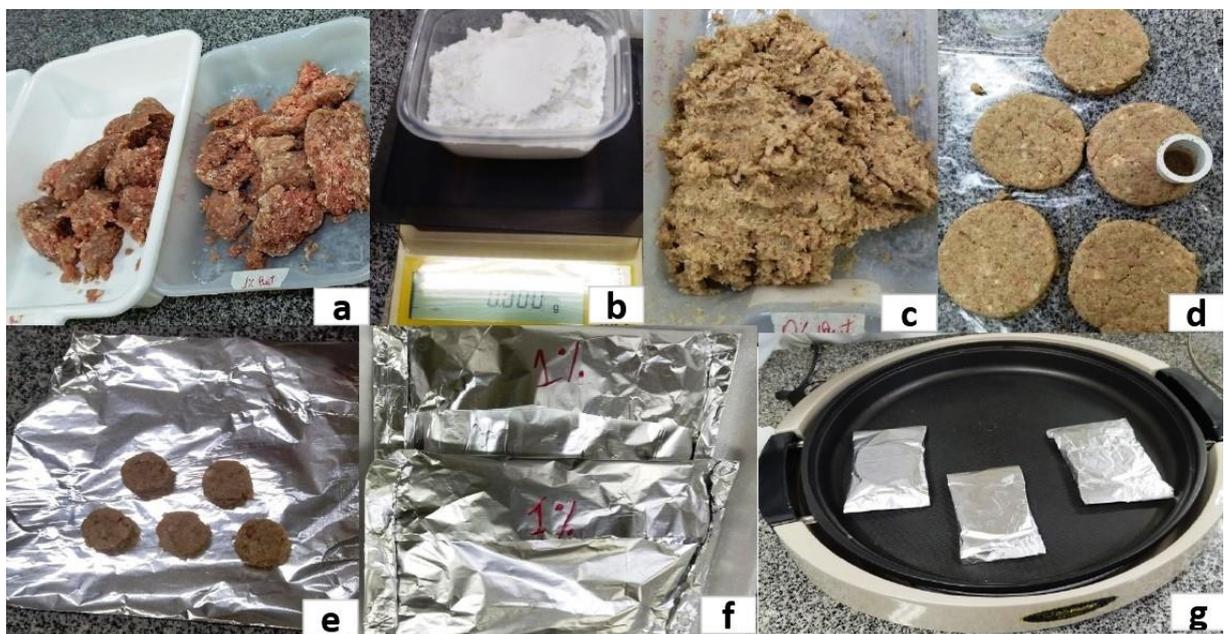


FIGURA 2. Etapas da elaboração do fishburguer. (a) CMS de tambaqui descongelado; (b) Pesagem dos ingredientes; (c) Homogeneização da massa; (d) Moldagem em forma de mini-hambúrguer; (e) Embalados e Identificados por tratamento; (f) Grelhados em grill elétrico.

Com os alimentos já grelhados, os mesmos foram identificados e acondicionados em vasilhas de isopor (FIGURA 3).

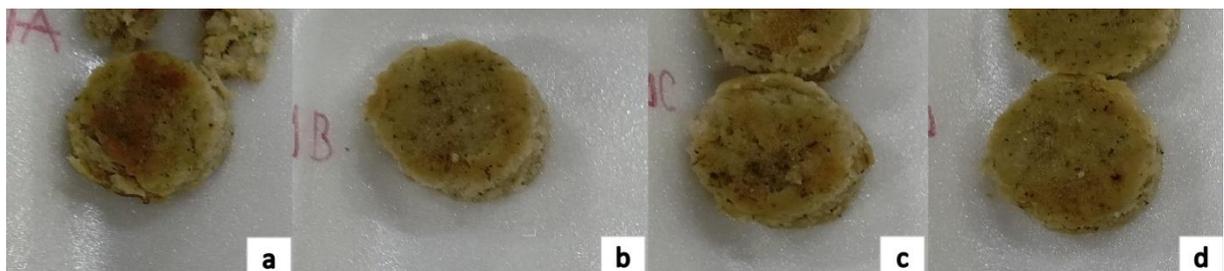


FIGURA 3. 0% de quitosana; (b) 1% de quitosana; (c) 2% de quitosana; (d) 3% de quitosana.

3.2 Composição centesimal e valor calórico

As análises da composição centesimal foram realizadas em duplicata, em 6 hambúrguer de peixe por tratamento, 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 Determinação do Percentual de encolhimento

A retração do diâmetro dos fishburgueres (%) foi medida antes e depois de grelhada (cm) com o auxílio de um paquímetro digital (Profield, Brasil) (FIGURA 4), de acordo com Berry (1992) e Seabra et al. (2002), como mostra a Equação 01.

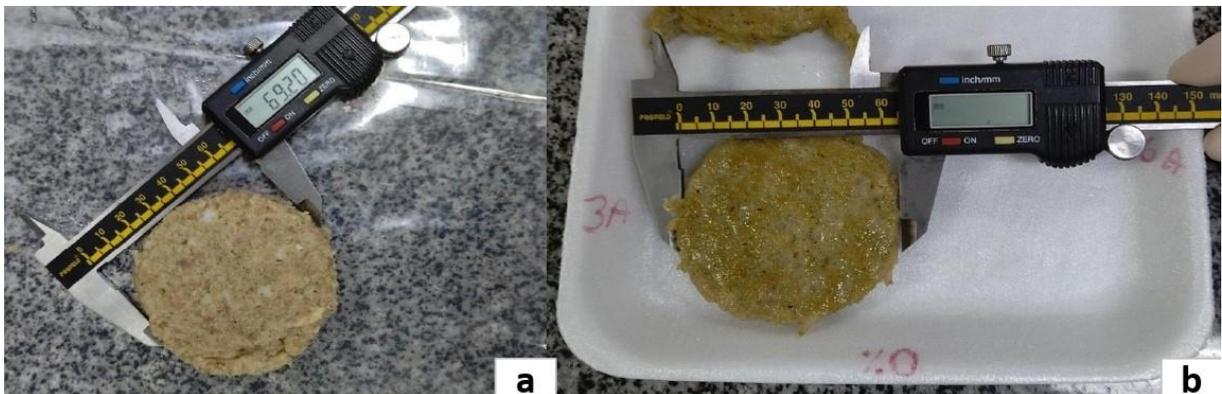


FIGURA 4. Avaliação do percentual de rendimento.

$$\% \text{ Encolhimento} = \frac{\text{Diâmetro da amostra Crua} - \text{Diâmetro Amostra grelhada} \times 100}{\text{Diâmetro da Amostra Crua}} \quad (01)$$

3.4 Percentual de Rendimento

O rendimento da matéria-prima determinou pela diferença do peso inicial da amostra crua (g) e aferição do peso da amostra grelhada (g), expresso em porcentagem, de acordo com Berry (1992) e Seabra et al. (2002), conforme a seguinte equação.

$$\% \text{ Rendimento} = \frac{\text{Peso da Amostra grelhada}}{\text{Peso Amostra Crua}} \times 100 \quad (02)$$

3.5 Análises da atividade da água, cor e pH

A atividade de água (Aw) foi realizada nos fishburgueres grelhados utilizando-se aparelho da marca Aqualab (Legacy AQUALAB Series 3) de leitura direta (FIGURA 5).



FIGURA 5. Análise de atividade da água.

A determinação da cor foi realizada em fishburgueres crus e grelhados utilizando colorímetro portátil (Minolta® modelo CR-400) (FIGURA 6), 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), determinado por Hunter (1975), sobre ângulo de 90° .

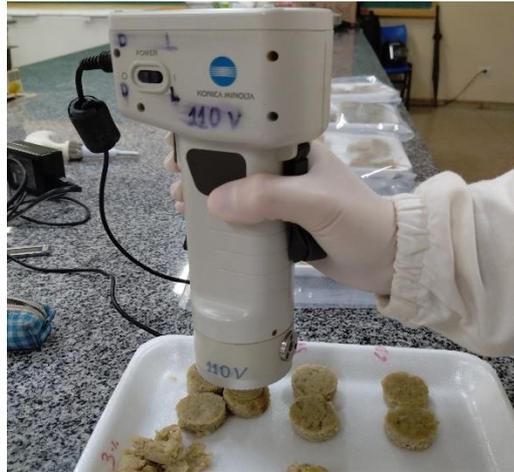


FIGURA 6. Análise do parâmetro de coloração do fishburger.

O pH foi mensurado em seis fishburgueres crus, submetida ao eletrodo do pHmetro (marca Testo-205) (FIGURA 7) em um ponto aleatório da amostra, procedendo-se a leitura do pH (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).



FIGURA 7. Análise do pH.

3.6 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) (FIGURA 8). Na determinação da força de cisalhamento, foi utilizado o texturômetro TA.XT plus (Stable Micro Systems Texture Analyser, United Kingdom), avaliando-se o perfil de textura relacionado à firmeza.



FIGURA 8. (a) amostra para análise do perfil de textura; (b) amostra pós o corte; (c) amostra para análise da força de cisalhamento.

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.

3.7 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, realizando cinco 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 (FIGURA 9).

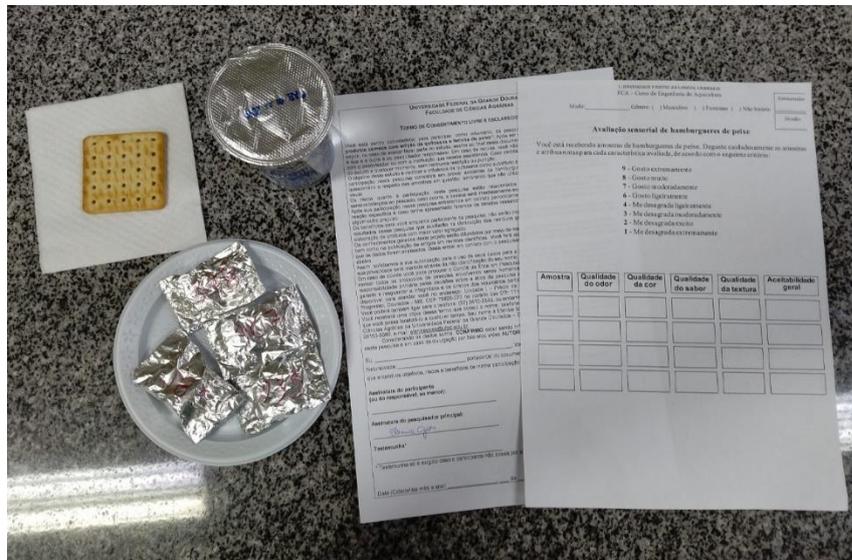


FIGURA 9. Organização dos materiais disponibilizados para cada provador

Com os dados foi calculado o Índice de Aceitabilidade (IA) (DUTCOSKY, 2007) utilizando a fórmula abaixo:

$$IA\% = \frac{\text{nota média do produto}}{9} \times 100 \quad (4)$$

3.8 Análise estatística

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 quitosana 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. Também foi realizada análise de correlação entre os atributos utilizando a correlação de Pearson, ambas análises feitas com auxílio do software STATISTICA 7.1.

4 RESULTADOS

Na composição centesimal dos fishburgueres (TABELA 2), foram observados efeitos lineares ($P < 0,05$) para umidade, lipídeos e matéria mineral. O teor de umidade aumentou linearmente ($y = 1,744x + 62,926$ $R^2 = 0,997$) conforme acréscimo dos níveis de quitosana. Por outro lado, lipídeos e matéria mineral, diminuíram linearmente com o aumento dos níveis de inclusão de quitosana nos fishburgueres (equações de regressão $y = -2,005x + 19,912$ $R^2 = 0,907$ e $y = -0,088x + 2,890$ $R^2 = 0,910$, respectivamente). O valor calórico apresentou comportamento similar, diminuindo linearmente de 233,75 (em 0%) para 181,62 kcal/100g no fishburguer com 3% de inclusão de quitosana ($y = -16,649x + 236,294$ $R^2 = 0,960$). Os teores de proteínas e carboidratos não foram diferentes entre os tratamentos ($P > 0,05$).

TABELA 2. Composição nutricional (g/100 gramas) e valor calórico de fishburguer de tambaqui com inclusão de quitosana.

| Parâmetros | Níveis de inclusão de quitosana | | | | Valor de P |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | 0% | 1% | 2% | 3% | |
| Umidade | 62,89±0,37 | 64,82±0,19 | 66,28±0,12 | 68,21±1,40 | <0,00 ¹ |
| Proteínas | 13,66±0,16 | 13,68±0,27 | 13,90±0,16 | 13,12±0,69 | 0,43 |
| Lipídios | 19,39±0,53 | 18,26±0,55 | 16,88±0,28 | 12,99±0,53 | <0,00 ² |
| Carboidratos | 1,15±0,50 | 0,49±0,78 | 0,20±0,34 | 3,06±0,21 | 0,10 |
| Matéria mineral | 2,91±0,05 | 2,75±0,05 | 2,74±0,11 | 2,62±0,13 | 0,03 ³ |
| Valor calórico (kcal/100 g) | 233,75±3,39 | 221,01±2,68 | 208,33±1,72 | 181,62±7,74 | <0,00 ⁴ |

¹Regressão linear $y = 1,744x + 62,926$ $R^2 = 0,997$, ²Regressão linear $y = -2,005x + 19,912$ $R^2 = 0,907$, ³Regressão linear $y = -0,088x + 2,890$ $R^2 = 0,910$, ⁴Regressão linear $y = -16,649x + 236,294$ $R^2 = 0,960$

Ao avaliar percentuais de encolhimento, rendimento e atividade da água de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana, nota-se que o percentual de encolhimento (FIGURA 10A) diminuiu de acordo com a adição de quitosana ($P < 0,05$). Por outro lado, quando observadas as variáveis rendimento (FIGURA 10B) e atividade da água (FIGURA 10C), nota-se que a adição de quitosana, resultou em aumento linear do percentual de rendimento e da atividade da água ($P < 0,05$).

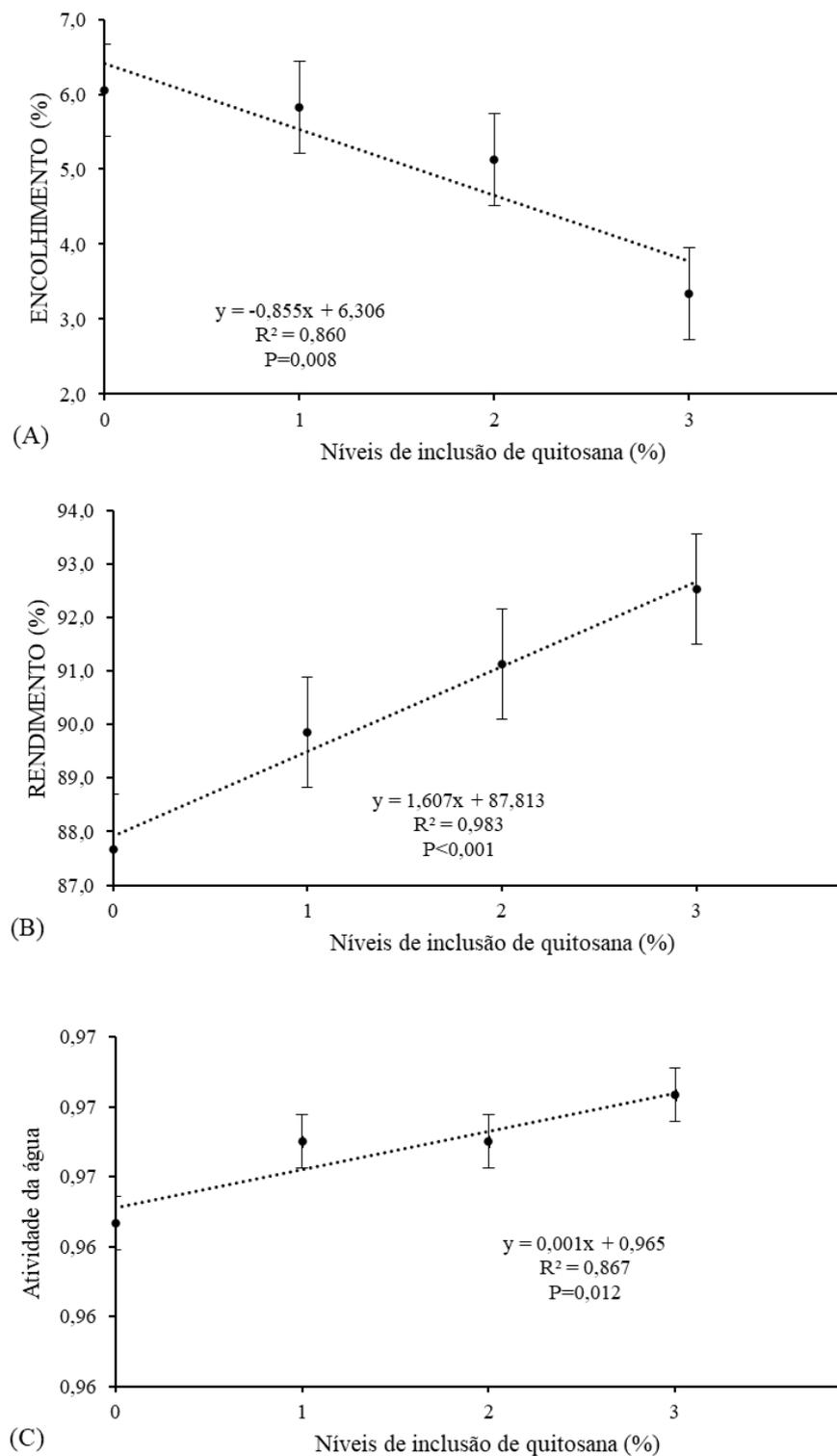


FIGURA 10. Percentuais de encolhimento (A), rendimento (B) e atividade da água (C) de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana. Barras verticais indicam o erro padrão da média.

Ao avaliar as variáveis cor dos fishburgueres antes de grelhar (TABELA 3), somente a intensidade de amarelo (b^*) aumentou linearmente ($y = 0,359x + 12,782$ $R^2 = 0,538$) de acordo

com o acréscimo de quitosana. A luminosidade (L*) e a intensidade de vermelho (a*) não apresentaram diferença entre os tratamentos (P>0,05). Por outro lado, ao avaliar a cor dos hambúrgueres após grelhar, observou-se aumento linear (P<0,05) da intensidade de vermelho (a*), conforme o acréscimo de quitosana. As demais colorações L* e b* não apresentaram diferença entre os tratamentos avaliados, assim como os valores de pH (TABELA 3) se mantiveram estáveis entre os níveis de quitosana (P>0,05).

TABELA 3. Cor e pH de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana.

| Características | Níveis de inclusão de quitosana | | | | Valor de P |
|----------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|-------------------|
| | 0% | 1% | 2% | 3% | |
| Cor antes de grelhar | | | | | |
| L* | 56,83±1,41 | 56,06±0,19 | 55,23±0,17 | 58,41±0,42 | 0,33 |
| a* | 1,27±0,15 | 1,56±0,24 | 1,98±0,15 | 1,52±0,11 | 0,13 |
| b* | 13,01±0,18 | 13,04±0,19 | 12,92±0,11 | 14,27±0,07 | 0,00 ¹ |
| Cor após grelhar | | | | | |
| L* | 49,53±0,37 | 49,01±0,72 | 49,02±0,48 | 49,79±0,92 | 0,68 |
| a* | 0,38±0,18 | 0,98±0,36 | 0,96±0,24 | 1,35±0,33 | 0,03 ² |
| b* | 16,02±0,41 | 16,29±0,45 | 15,83±0,24 | 16,93±0,30 | 0,22 |
| pH | 6,38±0,02 | 6,37±0,01 | 6,36±0,01 | 6,36±0,01 | 0,32 |

¹Regressão linear $y = 0,359x + 12,782$ $R^2 = 0,538$, ²Regressão linear $y = 0,279x + 0,521$ $R^2 = 0,865$. L* Luminosidade, croma a*: intensidade de vermelho e b* intensidade de amarelo.

Na análise do perfil de textura e força de cisalhamento dos fishburgueres (TABELA 4), houve efeito significativo (P<0,05) apenas para a elasticidade, que apresentou um aumento linear ($y = 0,045x + 0,487$ $R^2 = 0,947$) de acordo com acréscimo dos níveis de quitosana nos fishburgueres. Os parâmetros de dureza, fraturabilidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade, resiliência e força de cisalhamento, não apresentaram diferença (P>0,05) entre os tratamentos.

TABELA 4. Perfil de Textura e força de cisalhamento de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana

| | Níveis de inclusão de quitosana | | | | Valor de P |
|---------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | 0% | 1% | 2% | 3% | |
| Perfil de Textura | | | | | |
| Dureza (N) | 0,040±0,009 | 0,026±0,003 | 0,069±0,009 | 0,048±0,012 | 0,165 |
| Fraturabilidade | 0,041±0,009 | 0,053±0,014 | 0,033±0,006 | 0,028±0,006 | 0,175 |
| Elasticidade | 0,497±0,017 | 0,525±0,016 | 0,561±0,033 | 0,634±0,063 | 0,011 ¹ |
| Coesividade | 0,173±0,005 | 0,175±0,015 | 0,275±0,064 | 0,128±0,008 | 0,844 |
| Gomosidade | 0,007±0,002 | 0,004±0,000 | 0,019±0,005 | 0,006±0,002 | 0,443 |
| Mastigabilidade | 0,004±0,001 | 0,003±0,000 | 0,010±0,002 | 0,004±0,001 | 0,323 |
| Resiliência | 0,046±0,001 | 0,044±0,004 | 0,084±0,029 | 0,042±0,002 | 0,690 |
| Força de cisalhamento (N) | 12,32±0,64 | 13,28±1,80 | 11,44±0,73 | 12,22±1,17 | 0,677 |

¹Regressão linear $y = 0,045x + 0,487$ $R^2 = 0,947$

No perfil sensorial dos fishburgueres (TABELA 5), foi observada diferença ($P \leq 0,05$) somente para a textura, onde os escores para este atributo aumentaram linearmente ($y = 0,216x + 6,844$ $R^2 = 0,934$), de 6,90 (em 0%) para 7,56 no fishburguer com 3% de inclusão de quitosana. Por outro lado, os atributos odor, cor, sabor, aceitabilidade geral e o índice de aceitabilidade (%), não apresentaram diferença em função da inclusão da quitosana ($P > 0,05$). Considerando os coeficientes de correlação de Pearson entre os seis atributos dos fishburgueres (TABELA 5), pode-se observar correlação positiva entre todos os atributos, sendo que o índice de aceitabilidade esteve mais relacionado com o sabor (0,81) e textura (0,83) dos fishburgueres.

TABELA 5. Análise sensorial e matriz de correlação de fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana

| Atributos ¹ | Níveis de inclusão de quitosana | | | | Valor de P |
|------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------------|
| | 0% | 1% | 2% | 3% | |
| Odor | 7,69±0,18 | 7,47±0,23 | 7,13±0,25 | 7,54±0,23 | 0,42 |
| Cor | 6,29±0,28 | 6,33±0,29 | 6,26±0,29 | 6,31±0,31 | 0,99 |
| Sabor | 7,14±0,20 | 7,43±0,24 | 7,30±0,25 | 7,44±0,20 | 0,44 |
| Textura | 6,90±0,26 | 7,02±0,27 | 7,19±0,24 | 7,56±0,22 | 0,05 ² |
| Aceitabilidade geral | 6,98±0,23 | 7,00±0,26 | 7,26±0,21 | 7,35±0,24 | 0,19 |
| Índice de aceitabilidade (%) | 78,16±1,96 | 78,71±2,9 | 78,06±2,5 | 80,87±1,96 | 0,39 |

| Matriz de correlação | | | | | |
|--------------------------|------|------|-------|---------|----------------------|
| | Odor | Cor | Sabor | Textura | Aceitabilidade geral |
| Odor | 1,00 | | | | |
| Cor | 0,42 | 1,00 | | | |
| Sabor | 0,52 | 0,29 | 1,00 | | |
| Textura | 0,46 | 0,40 | 0,67 | 1,00 | |
| Aceitabilidade geral | 0,42 | 0,30 | 0,58 | 0,57 | 1,00 |
| Índice de aceitabilidade | 0,74 | 0,69 | 0,81 | 0,83 | 0,65 |

¹Escala hedônica entre 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo). ²Regressão linear $y = 0,216x + 6,844$ $R^2 = 0,934$

Na análise dos componentes principais (FIGURA 11), os dois eixos dos componentes principais explicaram 77,85% da variância total. Em relação aos tratamentos, os atributos de textura, sabor e aceitabilidade geral estão posicionados do lado esquerdo do fator 1, localizados próximos ao nível de 3% de inclusão de quitosana. Os tratamentos 0 e 1% de quitosana estão presentes do outro lado (direita o fator 1), inversamente relacionados aos atributos analisados. Cor, odor e índice de aceitabilidade estão presentes no mesmo quadrante

do tratamento 2% de quitosana, demonstrando uma associação entre eles. Assim, de acordo com a análise de componentes principais é possível observar que os fishburgueres com substituição total da gordura por 3% de quitosana estavam mais associados à preferência de textura, sabor e aceitabilidade sensorial.

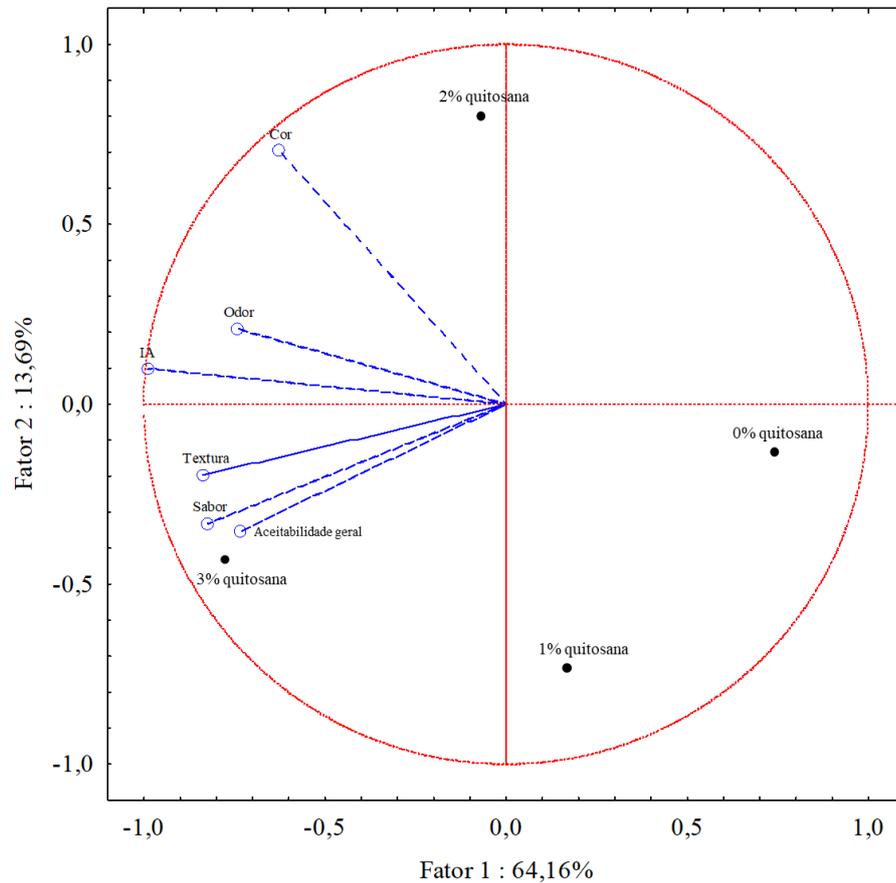


FIGURA 11. Análise dos componentes principais.

5 DISCUSSÃO

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). Na composição centesimal dos fishburgueres de tambaqui com inclusão de quitosana, somente as variáveis de proteína e carboidratos não foram diferentes entre os tratamentos. Isto reflete a formulação dos fishburgueres, onde a porção cárnea, que mais influência no teor de proteína, se manteve a mesma em todos os níveis de quitosana. A quitosana, por ser um polissacarídeo (HAMED et al., 2016), possui baixas quantidades de proteína, conforme evidenciado por Carneiro (2022), que encontrou teores médios de 0,51% de proteína, 1,08% de lipídeos e 75,76% de matéria mineral em quitosana obtida de escamas de pirarucu.

Os valores de proteína se mantiveram entre 13,12% e 13,90%, e, apesar de não haver diferença entre os tratamentos, fishburgueres de traíra (*Hoplias malabaricus*) apresentaram um valor médio de proteína de 21,78% (ARAUJO et al., 2018). Fato este pode estar relacionado com a característica da carne do tambaqui, visto que a mesma apresenta aproximadamente 17,6% de proteína e 5,7% de lipídeos (FRANCISCO, 2021), enquanto na carne de traíra o teor de proteína está em torno de 20,3% e de lipídeos o valor está em 1,4% (ARAUJO et al., 2018).

Por outro lado, os valores de umidade aumentaram de acordo com a adição de quitosana, de 62,89% no tratamento controle para 68,21% no tratamento com 3% de adição de quitosana. Este comportamento da umidade pode ser devido à forma de diluição da quitosana utilizada, feita em solução formada por água e ácido acético. Além disso, o teor de umidade (que é energeticamente inerte) está inversamente relacionado à quantidade de lipídeos (STOLARSKI et al., 2014), e esta relação inversa foi observada no presente estudo, pois o acréscimo dos níveis de quitosana ocasionou em diminuição dos teores de lipídeos, e aumento no teor de umidade. Este aumento da umidade também foi observado em fishburgueres de tambaqui (*Colossoma macropomum*), enriquecido com biomassa de banana verde e quitosana (ANJOS et al., 2020). Para Amoli et al., (2021), o maior teor de umidade também pode estar relacionado com a capacidade da quitosana em reter água.

A diminuição linear dos teores de lipídeos dos fishburgueres conforme o acréscimo nos níveis de quitosana reflete a retirada do óleo nas formulações, e colabora com o potencial

da quitosana em atuar como substituto da gordura em produtos cárneos. O uso de fibras alimentares como substitutos de gordura não apenas reduz o teor de gordura, mas também aumenta os atributos nutricionais do produto, pois está bem estabelecido que consumir mais fibra dietética diminui o risco de obesidade, doenças cardiovasculares e câncer de cólon (HAN & BERTRAM, 2017). Além disso, a diminuição dos lipídeos nos fishburgueres foi eficaz para diminuir o seu valor calórico, e isto é especialmente interessante, visto que estes produtos poderiam ser considerados como opções de “valor calórico reduzido” (CARVALHO et al., 2019).

Geralmente, a redução de gordura nas fórmulas dos produtos implica em efeitos indesejáveis nas propriedades tecnológicas e texturais (como aumento das perdas por cozimento, textura deteriorada e menor estabilidade ao aquecimento) (HAN & BERTRAM, 2017). Porém, o uso da quitosana em substituição à gordura mostrou benefícios significativos para os fishburgueres de tambaqui, pois ocasionou em diminuição do percentual de encolhimento, aumento da atividade da água, maior rendimento e melhoria no parâmetro de elasticidade dos fishburgueres. A quitosana demonstra capacidade de barreira para evitar a remoção de água durante o processo de cozimento, fazendo ligações de hidrogênio molecular da água que as tornam mais eficazes para evitar a perda de peso no produto final. Assim, a adição de quitosana pode auxiliar na formação de um gel forte, atuando como aglutinante devido à sua alta capacidade de retenção de água (AMARAL et al., 2015). A razão para o menor encolhimento nos fishburgueres com inclusão de quitosana pode ser atribuído ao fato de que as gotículas de lipídios intrínsecos à matéria prima (peixe) e as proteínas miofibrilares ficam cercadas e cobertas por quitosana, diminuindo assim a saída de água e gordura durante o cozimento (MUN et al., 2006). Yim et al. (2016) comentam que a perda de água depende das condições de processamento, como velocidade do ar, temperatura e umidade relativa do ar, bem como as características do próprio produto, como o diâmetro da carcaça e a conteúdo de carne e gordura.

No perfil de textura, a elasticidade representa a tendência de um objeto retornar à sua forma original após a deformação (PELEG, 2019). Assim, a maior elasticidade dos fishburgueres conforme acréscimo dos níveis de quitosana pode ser encarada como benéfica, inclusive ao relacionar com os resultados da análise sensorial, em que se pode observar melhor aceitação no atributo textura para os fishburgueres com maior nível de inclusão de quitosana. Sabe-se que o alto teor de fibra presente na quitosana, afeta diretamente a textura dos alimentos cárneos (OZAKI et al., 2021). Com uso da análise dos componentes principais, também pode-se perceber que os atributos de textura, sabor e aceitabilidade geral estavam

mais relacionados com os fishburgueres com 3% de quitosana. Resultados similares foram encontrados na sensorial de fishburgueres de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) com a adição de quitosana em (ALISHAHI et al., 2021). Apesar disso, Lima et al. (2014), ao avaliarem sensorialmente fishburgueres de peixe (*Oreochromis niloticus*) adicionados de conservantes naturais, observaram que a amostra acrescida de quitosana foi a menos aceita, e os autores justificaram o efeito pela presença de sabor adstringente na amostra.

Na coloração dos fishburgueres, as únicas variáveis que apresentaram regressão linear foram a intensidade de amarelo b^* (antes de grelhar) e a intensidade de vermelho a^* (após grelhar). O aumento linear na intensidade de amarelo dos fishburgueres antes de grelhar possivelmente está relacionado à coloração amarela da solução de quitosana, conforme demonstrado anteriormente por Held (2019). Porém, no trabalho realizado por Alishahi et al., (2021), a adição da quitosana, não alterou os índices da variável cor em fishburger de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*).

Já os valores de luminosidade (L^*) não apresentaram diferença entre os tratamentos, fato este que pode ser justificado, devido à luminosidade estar intimamente relacionada a produtos cárneos curados, sendo este um dos atributos mais importantes para o consumidor e sua formação é derivada da redução de nitritos a óxido nítrico, que reage com o ferro na mioglobina (OZAKI et al., 2021). Além disso, a redução do teor total de pigmentos é devido à oxidação de proteínas (pigmentos heme), que é afetada pela presença de oxigênio, exposição à luz e temperatura durante o armazenamento (OZAKI et al., 2021).

Quanto aos valores de pH, não houve diferença entre os tratamentos avaliados. Por outro lado, Aref et al. (2018), relataram aumento no pH de *steak* de *catfish* (*Clarias gariepinus*), com a adição de quitosana. A manutenção dos níveis de pH, podem estar relacionadas com a característica do produto produzido, uma vez que se trata de um produto com baixa adição de componentes sintéticos e, além disso, a quitosana tem entre as suas funções, manter as características do alimento cárneo (MAJZOBI et al., 2017).

6 CONCLUSÃO

A inclusão de 3% de quitosana em fishburgueres de tambaqui é eficaz para diminuir o valor calórico, melhorar suas características de encolhimento, rendimento, atividade água e de textura, com efeitos positivos na aceitação sensorial.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-NAEEM, H. H.S.; MOHAMED, H. M.H. Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. **Meat science**, v. 118, p. 52-60, 2016.

ALMEIDA, L.P.; RODRIGUES, W da L.; AGUIAR, N.V.; SILVA, R.S.; MOREIRA, C.K.P. Extração de quitina, síntese e caracterização de quitosana obtida através de resíduos de camarão (*Macrobrachium amazonicum*). In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. **Anais...** Campinas, 2015, p.2272-2278.

ALVES, P.I.C.; RADÚNZ, M.; BORGES, C.D.; BASTOS, C.P.; TIMM, C.D.; GANDRA, E.A. Antimicrobial potential of a bioactive coating based on chitosan incorporated with clove essential oil in hamburger-like meat product. **Research, Society and Development**, v.10, n.11, p., 2021.

ALIREZALU, K.; HESARI, J.; NEMATI, Z.; MUNEKATA, P.E.S.; 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**. v.120, p.839–850, 2019.

ALISHAHI, A.; BEIKI, D.; OJAGH, S.M.; MIRSADEGHI, H. The effect of different methods of adding chitosan and cooking time on the qualitative and sensory characteristics of silver carp burgers (*Hypophthalmichthys molitrix*). **Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics**. v.10, n.1, p.1-14, 2021.

AMARAL, D.S.; CARDELLE-COBAS, A.; DO NASCIMENTO, B.M.S.; MONTEIRO, M.J.; MADRUGA, M.S.; PINTADO, M.M.E. Development of a low fat fresh pork sausage based on chitosan with health claims: Impact on the quality, functionality and shelf-life. **Food Functional**, v.6, p.2768–2778, 2015.

AMOLI, P.I.; HADIDI, M.; HASIRI, Z.; ROUHAFZA, A.; JELYANI, A.Z.; HADIAN, Z.; KHANEGHAH, A.M.; LORENZO, J.M. Incorporation of low molecular weight chitosan in a

low-fat beef burger: assessment of technological quality and oxidative stability. **Foods**, v.10, n.59, p.1-8, 2021.

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.

ARAÚJO, B.S. **Processamento e caracterização física e química de hambúrgueres formulados com pectina do maracujá amarelo**. 2017, 59f. (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2017.

ARAÚJO, K.C.; CIRNE, L.G.A.; SOUZA, W.S.; SILVA, J.R.; FELTRAN, R. de B.; MELO, D.R.; MELO, P.R.R.; MACIEL, E. de S. Características morfométricas, rendimento de filé e composição química da traíra. **Agroecossistemas**, v.10, n.2, p.25 – 36, 2018.

AREF, S.; MORSY, N.; HABIBA, R.A.; ZAYAT, F.M. Effect of Transglutaminase Enzyme, Chitosan and Rosemary Extract on Some Quality Characteristics of Ready to Eat Fish Fingers Made from Catfish (*Clarias gariepinus*) during Frozen Storage. **E.C. Nutrition**. v.13, n.11, p.716-731, 2018.

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

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

ASTRUP, A.; MAGKOS, F.; BIER, D.M.; BRENNAN, T.; OTTO, M.C.O.; HILL, J.O.; KING, J.C.; MENTE, A.; ORDOVAS, J.M.; VOLEK, J.S.; YUSUF, S.; KRAUSS, R.M. Saturated Fats and Health: A Reassessment and Proposal for Food-Based Recommendations. JACC State-of-the Art Review. **Journal of the American College of Cardiology**, v.76, n.7, p.844–857, 2020.

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

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.

BERNARDINO FILHO, R.; QUEIROGA, A.X.M.; GOMES, Q.O.; PEREIRA, B.B.M.; MARACAJÁ, P.B. Elaboração de hambúrguer formulado com filé de peixe tucunaré (*Cichla ssp.*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.9, n.3, p.75-80, 2014.

BERNADINO FILHO, R.C.; XAVIER, L.C.A. Obtenção, rendimento e caracterização de CMS produzida com resíduos da filetagem de Tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v.9, n.2, p.01-04, 2019.

BERNADINO FILHO, R.; OLIVEIRA, C.P.; GOMES, Q.O.; PEREIRA, B.B.M.; MARACAJÁ, P.B. Avaliação microbiológica e sensorial de hambúrguer bovino prebiótico com baixo teor de gordura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 8, n. 2, p. 190 - 195, 2014.

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 3, p. 537-540, 1992.

BESSA-JUNIOR, A.P.; GONÇALVES, A. A. Análises econômica e produtiva da quitosana extraída do exoesqueleto de camarão. **Acta Of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 1, n. 1, p. 13-28, 2013.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.8-13, 2004.

BRABO, M.F.; PEREIRA, L.F.S.; SANTANA, J.V.M.; CAMPELO, D.A.V.; VERAS, G.C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta Fish.** v.4, n.2, p.50-58, 2016.

BRABO, M. F.; REIS, M. H. D.; VERAS, G. C.; SILVA, J. M. da; SOUZA, A. da S. L. de; SOUZA, R. A. L. de. Viabilidade econômica da produção de alevinos de espécies reofílicas em uma piscicultura na Amazônia Oriental. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.41, n.3, p. 677-685, 2015.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2008 – 2009**. Brasília. Ministério da Pesca e Aquicultura. 2011. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2008_2009_nac_pesca.pdf. Acessado em: 29 de Julho de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada (CMS) de aves, bovinos e suínos**. Instrução Normativa nº 4 de 31 mar. 2000. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 abr. 2000. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 10 de Set. 2022.

CARNEIRO, D.P. **Extração de quitina e quitosana de escamas de pirarucu (*Arapaima gigas*)**. 2022, 112f. (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

CARVALHO, L.T.; PIRES, M.A.; BALDIN, J.C.; MUNEKATA, P.E.S.; DE CARVALHO, F.A.L.; RODRIGUES, I.; TRINDADE, M.A. Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption. **Meat science**, v.147, p.53-59, 2019.

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.

CHEUNG, R. C. F; Ng, T. B.; WONG, J. H.; CHAN, W. Y. Chitosan: An Update on Potential Biomedical and Pharmaceutical Applications. **Marine drugs**, v. 13, n. 8, p. 5156-5186, 2015.

CORADINI, M.F.; CESARO, E.; TAKAYAMA, D.M.; FEIHRMANN, A.C.; GOES, E.S. DOS R.; CASSETTA, J.; MARENGONI, N.G. Mortadela de carne mecanicamente separada de aparas da filetagem de tilápia do Nilo. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.3, p.15925-15945, 2022.

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.

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.

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.

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

EMBRAPA. **Aquicultura brasileira cresce 123% em dez anos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18797150/aquicultura-brasileira-cresce-123-em-dez-anos>>. Acessado em: 30 de Julho de 2022.

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.

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 período affect the fatty acid profile and sensory traits of meat products from Nellore cattle. **Meat Science**, v.138, p.15– 22, 2018.

FOGAÇA, F.D.S.; OTANI, F.S.; PORTELLA, C.D.G.; DOS SANTOS-FILHO, L.G.A.; SANT'ANA, L.S. Caracterização de surimi obtido a partir da carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo e elaboração de fishburger. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.765-776, 2015.

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.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture 2020 – Meeting the sustainable development goals**. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>. Acessado em: 31 de Julho de 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Yearbook. Fishery and aquaculture statistics 2017/FAO annuaire**. Statistiques despêcheset de l'aquaculture 2017/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2017. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca5495t/CA5495T.pdf>. Acessado em: 01 de Agosto de 2022.

FRANCISCO, R. da S. **Potencial econômico do tambaqui (*Colossoma macropomum*) de 1,0 a 1,2 kg e qualidade nutricional do corte espalmado**. 2021. 111f. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 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.

GÓES-FAVON, S.P.; MARICÁ, E.G.S.; SHIGEMATSU, E.; DORTA, C. Transglutaminase microbiana (MTGase) na elaboração de fishburguer com aproveitamento de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*) – Revisão de Literatura. **Brazilian Journal of Technology**, v.4, n.1, p 20-35, 2021.

GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. Atheneu, 2011.

HAMED, I.; ÖZOGUL, F.; REGENSTEIN, J.M. Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan, and chitooligosaccharides): A review. **Trends in food science & technology**, v. 48, p. 40-50, 2016.

HAN, M.; BERTRAM, H.C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. **Meat Science**, v. 133, p. 159-165, 2017.

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**, 102, 403-410, 2019.

HELD, A. **Efeito da quitosana no glaciamento de filés de tilápia congelados: qualidade microbiológica, físico-química e sensorial**. 2019, 47f, Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia de Aquicultura). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 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.; SHARIFUZZAMAN, S.M.; BROWN, C.L.; LEE, H.L.; LEE, E.W. & HASAN, M. T. Essential oils and chitosan as alternatives to chemical preservatives for fish and fisheries products: A review. **Food Control**, v.129, 108244, 2021.

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.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção de peixe aumenta nos últimos anos**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=R&start=120>. Acessado em: 29 de Outubro de 2022.

KIM, T.K.; YONG, H.I.; JUNG, S.; KIM, Y.B.; CHOI, Y.S. Effects of replacing pork 516 fat with grape seed oil and gelatine/alginate for meat emulsions. **Meat Science**, v.163, p. 108079, 2020.

LEÃO, L.L. **Desenvolvimento de produto potencialmente funcional: hambúrguer de carne de frango adicionado de óleo de buriti**. 2017. 57 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal), Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2017.

LIMA, J. S.; ARAUJO, J. M.; DIAS, S. S., DA SILVA, E. A., DA SILVA, E. A. L., DE AQUINO, A. B.; SANTANA, L. C. L. D. A. Análise microbiológica e sensorial de “fishburger” elaborado com tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) com adição de conservantes naturais. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v.4, n.1, p.560-567, 2014.

LÓPEZ-PEDROUSO, M.; LORENZO, J.M.; GULLÓN, B.; CAMPAGNOL, P.C.B.; FRANCO, D. Novel strategy for developing healthy meat products replacing saturated fat with oleogels. **Current Opinion in Food Science**., v.40, p.40–45, 2021.

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.

MACFIE HJ, BRATCHELL N, GREENHOFF K, VALLIS LV. 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.

MACHADO, M. **Benefícios da enzima transglutaminase nos alimentos**. São Paulo, 2014. Disponível em: https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/20160607894380014649658_78.pdf. Acessado em: 10 de Set. 2022.

MAJZOBI, M.; TALEBANFAR, S.; ESKANDARI, M.H.; FARAHAKEY, A. Improving the quality of meat-free sausages using κ -carrageenan, konjac mannan and xanthan gum. **International Journal of Food Science and Technology**, v.52, p.1269–1275, 2017.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hamburguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. Diário Oficial, 2000.

MELLO, S.C.R.P.; FREITAS, M.Q.; CLEMENTE, S. C.; FRANCO, R. M.; NOGUEIRA, E. B.; FREITAS, D.D.G.C. Development and bacteriological, chemical and sensory characterization of fishburgers made of Tilapia minced meat and surimi. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1389-1397, 2012.

MENDES, R.F.; CÂNDIDO, A.V.; LIMA, C.C.; ALMEIDA, G.H.; MELLO, L.V.; MATILES, R.S. Potencial antioxidante e metabólitos especiais de coffeaarabica: revisão de literatura. **Anais...** Seminário Científico do UNIFACIG, 2021.

MENDONÇA, M. de S.; MACEDO, A.R.G.; CORDEIRO, C.A.M. Avaliação sensorial de hambúrguer de tucunaré (*Cichla melaniae*), com utilização de diferentes aglutinantes. **Acta Iguazu**, v.7, n.5, p.1-16, 2018.

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.

MUN, S.; DECKER, E.A.; PARK, Y.; WEISS, J.; MCCLEMENTS, D.J. Influence of interfacial composition on in vitro digestibility of emulsified lipids: potential mechanism for chitosan's ability to inhibit fat digestion. **Food Biophysics**, v.1, n.1, p.21-29, 2006.

MUZZOLON, E.; BIASI, D.C.; KONOPKA, D.N.; OLIVEIRA, J.; POLISELI-SCOPEL, F.H.; BAINY, E.M. Caracterização físico-química e microbiológica de subprodutos da filetagem de tilápia para produção de almôndegas. Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos. FAURGS-Gramado/RS. 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.

OLIVEIRA, I.P.P.; MAGALHÃES, T da S.; CARVALHO, G.G.P.; LONGUI, F.C.; SANTOS, E.M.; PINTO, L.F.B.; MOURÃO, G.B. Composição centesimal da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo caroço de algodão integral ou moído associado à quitosana. **Anais: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Goiânia, 2018.

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.

OZAKI, M.M.; MUNEKATA, P.E.S.; LOPES, A.D.S.; NASCIMENTO, M.D.S.D.; PATEIRO, M.; LORENZO, J.M.; POLLONIO, M.A.R. Using chitosan and radish powder to improve stability of fermented cooked sausages. **Meat Science**, v.167, p.108-165, 2020.

PANORAMA DA AQUICULTURA. **Aquicultura no Brasil: Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios**. **Panorama da Aquicultura**, 2015. Disponível

em: <<https://panoramadaaquicultura.com.br/aquicultura-no-brasil-principais-especies-areasde-cultivo-racoes-fatores-limitantes-e-desafios/>>. Acesso em: 29 de Julho de 2022.

PEDROZA FILHO, M. X.; FLORES, R. M. V.; ROCHA, H. S.; SILVA, H. J. T. ; SONODA, D. Y.; CARVALHO, V. B.; OLIVEIRA, L.; RODRIGUES, F. L. M. **O mercado de peixes da piscicultura no Brasil: estudo do segmento de supermercados**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2020. 38p.

PEDROZA FILHO, M. X.; ROCHA, H. S. **Subsídios técnicos à implementação do regime aduaneiro de drawback para exportações de tilápia**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2019. 16 p.

PELEG, M. The instrumental texture profile analysis revisited. **Journal of Texture Studies**, v.50, n.5, p.362-368, 2019.

PESQUISA DA PECUÁRIA MUNICIPAL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **SIDRA**, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>>. Acessado em: 30 de Julho de 2022.

PINTO, B.V.V. **Elaboração de fishburger com resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, linnaeus 1758) adicionado de transglutaminase**. 2017, 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

PRETE, R.O.; SERAFIM, R.Â.; SOUZA, D.D.F.M.; SAKANAKA, L.S.; YAMAGUCHI, M.M. Caracterização e aplicação de óleo de orégano como antioxidante natural em linguiça suína fresca. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.7, p.44109-44118, 2020.

RIBEIRO, E.M.G.; CAVALCANTE, A.F.; SEABRA, L.M.J.; DAMASCENO, K.S.F. da S.C. Avaliação sensorial de formulações de linguiça de peixe-voador (*Cheilopogon cyanopterus*). **Higiene alimentar**, v.22, n.162, p.51-56, 2008.

ROÇA, R. de O. **Cura de carnes**. 2011. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca111.pdf>. Acessado em: 11 de Set.

2022.

SANTOS, K.L.; SANTOS, R.M.S.; ALVES, J.I.S.; RODRIGUES, D.P.A; LEMOS, C.D.L; GUSMÃO, T.A.S. Elaboração e avaliação física e físico química de hambúrgueres formulados com carne de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos a diferentes tipos de cocção. **In:** III Encontro Nacional de Agroindústria. Bananeiras – PB. 2017.

SEABRA, L. M. J. et al. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p.245-248, 2002.

SERÃO, L.C.N.; ATAYDE, H.M. Hambúrguer de peixe: Transferência tecnológica e seu impacto na renda dos participantes. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**. v.11, n.1, p.73-85, 2020.

SILVA, A.A. da. **Produção de Hambúrguer com quitosana e sua influência nas características sensoriais**. 2010, 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 2010.

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.

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

SILVA, É.L. da. **Produção e caracterização física e química de farinha e hambúrguer de Traíra (*Hoplias malabaricus*) submetidos a diferentes tratamentos térmicos**. 2021, 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Campina Grande. Cuité, 2021.

SILVA, S.R.; FERNANDES, E.C.S. Aproveitamento da corvina (*Argyrosomus regius*) para elaboração do fishburger. **Caderno de Pesquisa**, v.17, p. 67-70, 2020.

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.

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.

TAYEL, AHMED A. Microbial chitosan as a biopreservative for fish sausages. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 93, p. 41-46, 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.

XIA, W.; LIU, P.; ZHANG, J.; CHEN, J. Atividades biológicas de quitosana e quitooligossacarídeos. **Meat Science**, v.25.2, p.170-179, 2011.