



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA
AGROALIMENTAR**

**RENDIMENTO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE
MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA EM DIFERENTES
CLASSES DE PESO**

Jordânia Maria de Souza Brito

Tecnóloga em Alimentos

2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA
AGROALIMENTAR**

**RENDIMENTO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE
MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA EM DIFERENTES
CLASSES DE PESO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias, Campus III da UFPB, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Agroalimentar.

Jordânia Maria de Souza Brito

Orientador: Prof. Dr. Stelio Braga da Fonseca

Coorientadora: Profa. Dra. Neiva Maria de Almeida

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

Bananeiras, PB

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B862r Brito, Jordânia Maria de Souza.

Rendimento e qualidade físico-química da carne mecanicamente separada de tilápia em diferentes classes de peso / Jordânia Maria de Souza Brito. - Bananeiras, 2023.

43 f.

Orientação: Sthelio Braga da Fonseca.

Coorientação: Neiva Maria de Almeida, Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Tilápia. 2. Carne Mecanicamente Separada. 3. Estabilidade oxidativa. I. Fonseca, Sthelio Braga da. II. Almeida, Neiva Maria de. III. Meireles, Bruno Raniere Lins de Albuquerque. IV. Título.

UFPB/BSPJAT

CDU 639.381(043)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: Rendimento e qualidade físico-química da carne mecanicamente separada de tilápia em diferentes classes de peso

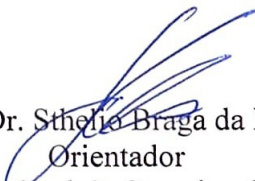
AUTOR: Jordânia Maria de Souza Brito

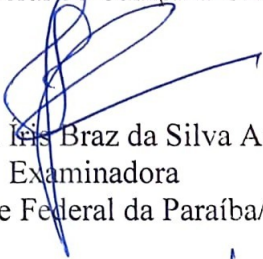
ORIENTADOR: Sthelio Braga da Fonseca

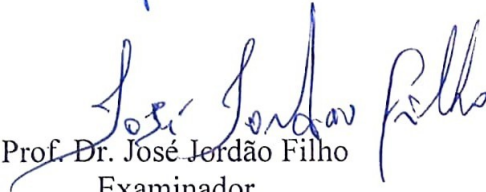
JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca
Orientador
Universidade Federal de Campina Grande/UFCG


Profa. Dra. Isis Braz da Silva Araújo
Examinadora
Universidade Federal da Paraíba/UFPA


Prof. Dr. José Jordão Filho
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Bananeiras, 28 de fevereiro de 2023

INFORMAÇÕES CURRICULARES DO AUTOR

Eu, Jordânia Maria de Souza Brito, nascida no dia 26 de julho de 1994 na cidade de Acari-RN, filha de Maria Sônia de Souza e Emanuel Itanildo da Cruz Brito, iniciei os estudos na área de alimentos no ano de 2014 quando ingressei no curso de Tecnologia em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Currais Novos. Durante a graduação participei como bolsista do projeto de extensão “Orientação de boas práticas agrícolas aos produtores de castanha de caju do município de Cerro Corá-RN”, no período de 13/06/2016 a 13/01/2017. Esse foi um momento de muito aprendizado, no qual pude levar conhecimento para a comunidade e aprender com eles. No ano de 2017 fui estagiária da Prefeitura Municipal de Acari, onde desenvolvi o projeto de Boas práticas de manipulação com os vendedores ambulantes de Alimentos. Durante esse período, acompanhei algumas atividades desenvolvidas no setor da vigilância sanitária municipal e no setor de vigilância em saúde. Em parceria com a nutricionista do Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF), foi realizada uma capacitação sobre as Boas Práticas de Manipulação com as merendeiras das escolas do município e um projeto de intervenção no abrigo de idosos da cidade. As atividades desenvolvidas durante o estágio serviram como base para a minha defesa e obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos no ano de 2018. Em 2021 me tornei especialista em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte e ingressei no mestrado em Tecnologia Agroalimentar pela Universidade Federal da Paraíba.

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir”!

Augusto Cury

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado a graça de estar aqui realizando esse sonho e por ter providenciado tudo.

Agradeço ao professor Sthelio Braga da Fonseca pela orientação, estímulo e amor à pesquisa, como também a confiança e exemplo de humildade e caráter. Sou extremamente grata por tê-lo como orientador. Tendo aprendido muito com o senhor nesse pouco tempo de convivência. Levarei por toda vida esses ensinamentos e conhecimentos adquiridos, que me fizeram crescer em nível profissional.

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pela oportunidade de cursar a Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar (PPGTA) e a todo o corpo docente do PPGTA por todos os ensinamentos, que me proporcionaram tal crescimento pessoal e profissional.

A Universidade Federal de Campina Grande por ter me acolhido durante a realização da pesquisa. Aos técnicos, professores e amigos do Laboratório de Carne, Ovos e Pescados e do Laboratório de Águas.

Agradeço a minha mãe, que é meu porto seguro nesta caminhada por todo apoio, incentivo e compreensão e a meus irmãos, Elisabete, Clarisse e João.

Agradeço a Lauanna Stefhanny por toda paciência, aprendizado e colaboração durante a realização das análises.

RENDIMENTO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA EM DIFERENTES CLASSES DE PESO

RESUMO – A tilápia é o peixe mais produzido no Brasil, sendo sua produção voltada para o mercado de filé, o qual demanda animais com 800 a 1000 gramas. Em função do seu crescimento heterogêneo e precocidade reprodutiva, muitos animais acabam não atingindo o tamanho comercial, sendo considerados refugos. Apesar disso, são caracterizados como uma matéria prima de alta qualidade e possuem potencial para serem utilizados na alimentação humana, por meio da obtenção de Carne Mecanicamente Separada (CMS). Desta forma, este trabalho foi desenvolvido para avaliar o rendimento e a qualidade da CMS de tilápias em diferentes classes de peso, fora do tamanho comercial. Os animais foram obtidos em uma fazenda comercial e transportados em caixas térmicas até o laboratório. Posteriormente, foram lavados, pesados, classificados pelo peso e eviscerados para a produção da CMS. As classes de peso estudadas foram: A (≥ 50 g < 80 g), B (≥ 80 g e < 110 g), C (≥ 110 g e < 140 g) e D (≥ 140 g e < 170 g). Foram realizadas análises de rendimento da carcaça e CMS, físico-químicas, cálcio, atividade de água, capacidade de retenção de água e perfil de ácidos graxos. Após 90 dias de armazenamento (-18°C) foram determinadas as Bases Voláteis Totais, a oxidação lipídica e o pH da CMS. O Maior rendimento de carcaça foi obtido com a classe de peso D, essa variação pode ser atribuída a diferença de tamanho e peso dos peixes em ambas as classes. Em relação ao rendimento da CMS não houve diferença significativa entre as classes de peso. As proteínas não sofreram efeito das diferenças de peso e o teor lipídico aumentou conforme o tamanho dos peixes ocorrendo relação inversa com umidade e cinzas. Os valores de atividade de água da CMS de tilápia não apresentaram diferenças significativas. Na análise de capacidade de retenção de água, as classes apresentaram alta retenção com diferença significativa, no qual a classe B (45,2%) obteve a maior média de CRA, enquanto a C (30,8%) apresentou o menor resultado. Em relação aos resultados encontrados para cálcio, observou-se que a classe A (≥ 50 < 80g) obteve o maior resultado (1,22%), diferindo significativamente das demais. Neste estudo, não foram observadas diferenças significativas nos valores de TBARS e BVT entre as diferentes classes de peso. Em relação ao pH, observou-se diferenças entre as classes de peso, no entanto, todas encontram-se com valores dentro dos limites máximos permitidos pela legislação. Os ácidos graxos majoritários encontrados na CMS foram ácido palmítico (C16:0) (31,63 a 37,29%), ácido oléico (25,33 a 30,14%), ácido esteárico (C18:0) (7,10 a 10,31%), ácido linoléico (C18:2n-6) (8,19 a 14,46%), ácido palmitoléico (C16:1) (31,63 a 37,29%) e o o ácido margárico (C17:0) (1,14 a 2,27%). A CMS de tilápia com baixo peso comercial, apresentou rendimento satisfatório em todas as classes de peso e qualidade físico-química, com conformidade para os padrões permitidos, após os 90 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Tilápia, carne mecanicamente separada, estabilidade oxidativa.

YIELD AND PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY OF MECHANICALLY SEPARATED TILAPIA MEAT IN DIFFERENT WEIGHT CLASSES

ABSTRACT – Tilapia is the most produced fish in Brazil, with its production aimed at the fillet market, which requires animals weighing 800 to 1000 grams. Due to their heterogeneous growth and reproductive precocity, many animals end up not reaching commercial size, being considered waste. Despite this, they are characterized as a high quality raw material and have the potential to be used in human food, through obtaining Mechanically Separated Meat (CMS). Therefore, this work was developed to evaluate the yield and quality of DMI of tilapia in different weight classes, outside the commercial size. The animals were obtained from a commercial farm and transported in thermal boxes to the laboratory. Subsequently, they were washed, weighed, classified by weight and eviscerated for the production of CMS. The weight classes studied were: A (≥ 50 g < 80 g), B (≥ 80 g and < 110 g), C (≥ 110 g and < 140 g) and D (≥ 140 g and < 170 g). Carcass yield and DMI, physicochemical, calcium, water activity, water retention capacity and fatty acid profile analyzes were carried out. After 90 days of storage (-18°C), the Total Volatile Bases, lipid oxidation and pH of CMS were determined. The highest carcass yield was obtained with weight class D, this variation can be attributed to the difference in size and weight of the fish in both classes. In relation to CMS performance, there was no significant difference between weight classes. Proteins were not affected by weight differences and lipid content increased according to fish size, with an inverse relationship with moisture and ash. The water activity values of tilapia CMS did not show significant differences. In the analysis of water retention capacity, the classes showed high retention with a significant difference, in which class B (45.2%) obtained the highest average WHC, while C (30.8%) presented the lowest result. Regarding the results found for calcium, it was observed that class A (≥ 50 < 80g) obtained the highest result (1.22%), differing significantly from the others. In this study, no significant differences were observed in TBARS and BVT values between different weight classes. Regarding pH, differences were observed between weight classes, however, all of them have values within the maximum limits permitted by

legislation. The major fatty acids found in CMS were palmitic acid (C16:0) (31.63 to 37.29%), oleic acid (25.33 to 30.14%), stearic acid (C18:0) (7.10 to 10.31%), linoleic acid (C18:2n-6) (8.19 to 14.46%), palmitoleic acid (C16:1) (31.63 to 37.29%) and margaric acid (C17: 0) (1.14 to 2.27%). The low commercial weight tilapia CMS showed satisfactory yield in all weight classes and physical-chemical quality, with compliance with permitted standards, after 90 days of storage.

Keywords: Tilapia, mechanically separated meat, oxidative stability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Produção e consumo de pescado no Brasil	13
2.2	Tilápia do Nilo	16
2.3	Fatores que interferem no crescimento da Tilápia	18
2.4	Carne mecanicamente separada de Tilápia	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Matéria-prima, insumos e local do experimento	21
3.2	Classificação das Tilápias e obtenção da CMS	21
3.3	Rendimento da carcaça e da CMS	22
3.4	Análises físico-químicas da CMS	23
3.5	Estabilidade da CMS de Tilápia	23
3.6	Atividade e capacidade de retenção de água	25
3.7	Perfil de ácidos graxos	25
3.8	Análises estatísticas	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Rendimento da carcaça e da CMS	26
4.2	Análises físico-químicas da CMS	27
4.3	Atividade e capacidade de retenção de água	30
4.4	Estabilidade da CMS de Tilápia	31
4.5	Perfil de ácidos graxos	32
5	CONCLUSÕES	34
	REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma das atividades da produção animal com maior expansão nos últimos anos. O crescimento na produção de pescado vem aumentando em âmbito mundial, em decorrência do desenvolvimento populacional e das características dos peixes de cultivo em termos de qualidade e segurança, aliado a procura por alimentos saudáveis e ricos em nutrientes (Souza et al., 2022).

Apesar desse desenvolvimento, o consumo de pescado no Brasil tem crescido lentamente ao longo dos anos, devido à ausência de hábitos, preço elevado e praticidade reduzida na elaboração do pescado, o que prejudica a sua escolha pelo brasileiro (Wagner; Coelho; Travassos, 2022).

A tilápia é a espécie de peixe mais cultivada na piscicultura brasileira e a segunda com destaque no mercado internacional. Nacionalmente, a sua produção se expandiu em todas as regiões o que tem levado a uma grande popularização da espécie, tanto por parte dos produtores como dos consumidores. As regiões Sul, Sudeste e Nordeste são as maiores produtoras do país (Peixe BR, 2023).

É considerada um peixe exótico e uma das carnes de pescado com maior aceitação no mercado consumidor por apresentar características atrativas, tais como carne branca de textura firme, sabor suave e ausência de espinhos em forma de “y”, o que a torna uma ótima espécie para o processo de filetagem (Schulter; Vieira Filho, 2017).

O produto de maior valor comercial obtido com a produção de tilápia é o filé, no entanto, uma das características indesejáveis do processo de filetagem é o baixo rendimento de aproximadamente 30% (Alexandre et al., 2022). Além disso, para que os peixes sejam filetados, é necessário que atinjam tamanho e peso ideal, geralmente na faixa de 800 g, alcançados em um período de engorda entre 120 a 180 dias (Duarte, 2017). Caso não alcancem o peso para o abate de acordo com as exigências do mercado, esses serão utilizados para a confecção de farinha de peixe, com destino a dieta animal ou descartados.

Segundo a FAO (2022), no momento da captura, além dos animais alvos, são capturados animais considerados de baixo valor comercial. Apesar dessa expressão, estes peixes possuem grande potencial na elaboração de novos produtos derivados do

pescado e proporcionam um menor custo de produção, evitando o seu descarte no meio ambiente.

Uma alternativa viável para o aproveitamento dos peixes que não atingem o tamanho exigido pelo mercado é a elaboração de Carne Mecanicamente Separada (Santos et al., 2021). A CMS é definida pelo RIISPOA como *“produto congelado obtido de pescado, envolvendo o descabeçamento, a evisceração, a limpeza destes e a separação mecânica da carne das demais estruturas inerentes à espécie, como espinhas, ossos e pele”* (Brasil, 2020).

Utilizar Tilápias com peso entre 50 e 170 g para a produção de CMS, possibilita a elaboração de novos produtos com alto valor nutritivo, mais saudável e de fácil preparo, além de promover maior lucratividade na indústria pesqueira por possibilitar a utilização desses peixes no processamento e evitar o seu descarte (Peixe BR, 2018).

A elaboração de carne mecanicamente separada tornou-se uma prática amplamente utilizada nas indústrias de processamento do pescado, por promover maior rendimento da carne e da sua utilização na elaboração de diversos produtos como hambúrgueres, salsichas, linguiças, empanados, almôndegas, patés, enlatados e outros (Altemio et al., 2023).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o rendimento e a qualidade físico-química da carne mecanicamente separada de tilápias com baixo peso comercial em diferentes classes de peso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção e consumo de pescado no Brasil

O Brasil é um país com grande potencial para expansão e crescimento cada vez maior da piscicultura, pois além da sua reserva hídrica e localização estratégica também possui o fornecimento de grãos para produção de ração e a existência de cadeias produtivas organizadas, tornando-se uma vantagem primordial para a produção no cenário nacional (Embrapa, 2023).

Em um comparativo do decorrer dos últimos anos, de 2014 a 2022 a produção deu um salto na ordem de 48,6%, vale dizer, de 578.800 toneladas para 860.355 (Figura 1), o

que representou uma receita de cerca de R\$ 9 bilhões em apenas 8 anos. Os dois estados que mais produzem peixe no Brasil, estão localizados na região Sul, que continua a ser o principal polo de cultivo no País. Em 2022 foram registradas 275.700 toneladas de peixe pelos sulistas (Figura 2), representando praticamente um terço (32%) de todo o volume nacional produzido, havendo um crescimento de 2,4% sobre as 269.300 toneladas de 2021 (Peixe BR, 2023).

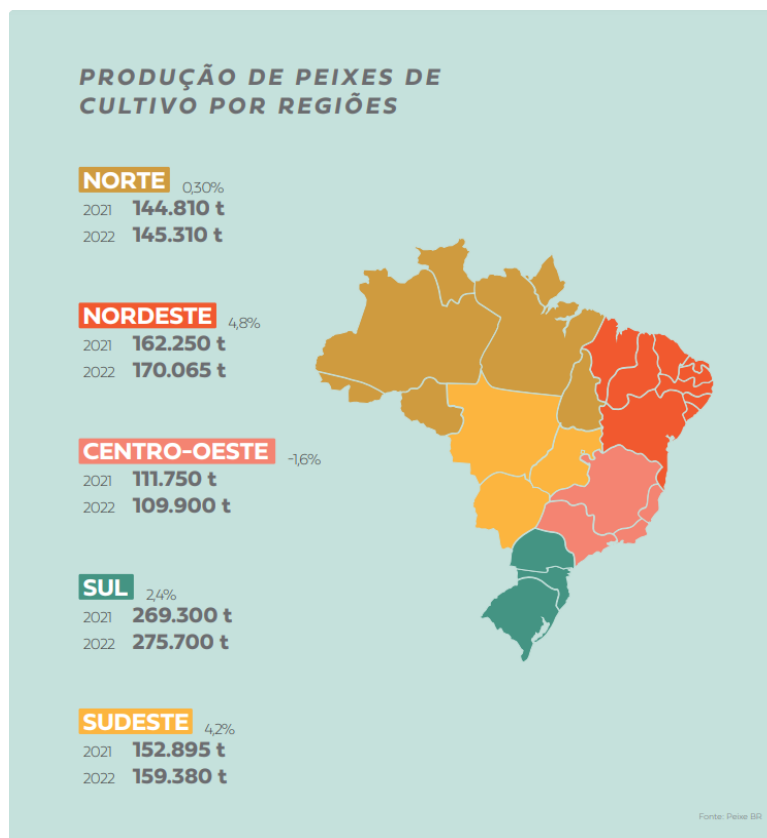
Figura 1. Produção de peixes de cultivo no Brasil.



Fonte: PEIXE BR, 2023

O Nordeste, que ocupa o segundo lugar, produziu 170.065 toneladas em 2022, quase 20% do que o Brasil cultivou de peixe. Esse volume é 4,8% maior do que o apresentado em 2021 (162.250 t). Os nordestinos tiveram o crescimento mais expressivo na relação ano contra ano. Logo atrás, tanto em produção quanto em crescimento, aparece o Sudeste com 159.380 toneladas e um avanço de 4,2% sobre 2021. A Região Norte é a quarta em volume, com 145.310 toneladas, praticamente estável, com apenas 0,3% de aumento. O Centro-Oeste registrou queda de 1,6% de 2021 para 2022 e passou de 111.750 toneladas para 109.900 toneladas (Peixe BR, 2023).

Figura 2. Produção de peixes de cultivos por região.



Fonte: PEIXE BR, 2023

O pescado é um alimento essencial e importante para a nutrição humana, é uma das melhores fontes de proteína animal, possui benefícios como melhorar a memória, prevenir doenças cardiovasculares e fortalecer ossos e dentes. O peixe é rico em gorduras boas, ômega 3, ácidos graxos, vitaminas e minerais, além de possuir propriedades antioxidantes e 12 anti-inflamatórias que contribuem para a melhoria da saúde e a prevenção de doenças (Wagner; Coelho; Travassos, 2022).

Em média, o brasileiro consome aproximadamente 10 kg de pescado por ano, segundo dados divulgados pela Associação Brasileira da Piscicultura (2021), sendo apenas 3 kg de peixes de cultivo de água doce. Em relação ao consumo de pescado pela população brasileira, este é menor do que os demais principais tipos de carne (frango, bovina, suína), estando abaixo dos 12 kg por ano recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e da média global de 20,5 kg ao ano (FAO, 2020).

Além do alto valor comercial encontrado na maioria dos canais de comercialização de pescados, outros fatores dificultam o aumento do consumo pela população, especialmente em regiões de baixa produtividade. O custo, a falta de praticidade na elaboração do alimento e a presença de tabus alimentares são exemplos de fatores limitadores do consumo de peixes no Brasil (Lopes; Oliveira; Ramos, 2016).

O alto preço ocorre porque a cadeia produtiva do peixe apresenta custo elevado, diferentemente do que acontece na produção de carne bovina e aves, as duas carnes mais consumidas no país. A preferência por outras carnes e a presença de espinhas estão diretamente ligados a dificuldade que os indivíduos encontram em comer a carne de peixe (Leandro et al., 2018).

Além da sua importância na nutrição e consumo humano, tem-se a importância da expansão produtiva dos pescados no território nacional. O crescimento da atividade extrativa, deve-se à modernização da piscicultura no Brasil que tem sido gradativa no decorrer dos anos, refletida no aumento da quantidade de pescados produzidos no mercado interno, a maior especialização no campo, às melhorias em insumos e equipamentos tecnológicos, e às pesquisas científicas na área de piscicultura (Milanez, et al., 2019).

A crescente demanda por peixes e outros alimentos aquáticos está causando uma rápida mudança no setor de pesca e aquicultura, já que o consumo está projetado para aumentar em 15% e alcançar 21,4 kg per capita em 2030 (FAO, 2022).

As mudanças socioeconômicas e culturais verificadas nas últimas décadas no Brasil, como o aumento da renda, a emancipação feminina, a urbanização e a redução do tamanho das famílias, têm se refletido nos hábitos de consumo de peixes. Como resultado dessas mudanças, os consumidores de pescado têm aumentado a busca por produtos de mais fácil preparo como cortes, pratos pré-prontos, produtos com embalagens mais funcionais e porções de menor tamanho (Pedroza Filho et al., 2020).

2.2. Tilápia do Nilo

A tilápia é uma espécie de peixe, nativa da África e do Oriente Médio. Nos dias atuais, a maior parte criada fora da África pertence ao gênero *Oreochromis*, e mais de 90% são Tilápias-do-nilo. Sua criação cresceu consideravelmente nas últimas três

décadas, por ser de fácil cultivo, produção e comercialização. (Menaga et al., 2019). É a segunda espécie de água doce mais cultivada no mundo, de crescimento rápido, resistente a diversas condições ambientais podendo ser produzida em diferentes ambientes aquáticos (Khanjani; Sharifinia, 2021), além de se alimentar facilmente de uma rica fonte de alimentos naturais (Durigon et al., 2020).

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de tilápia, sendo esta espécie a mais cultivada na piscicultura brasileira. No ano de 2022, foram produzidas em todo o País 550.060 toneladas, volume que representa 63,93% da produção nacional de peixes de cultivo e aumento de 3% sobre as 534.005 toneladas de 2021 (Peixe BR, 2023).

Considerada um peixe atraente, a tilápia cresce mais rápido que a maioria das outras espécies de água doce, e em muitas áreas, o preço de venda é ligeiramente superior a outras espécies do mesmo tamanho. Nos últimos anos, o seu rápido crescimento e sua fácil adaptação a diversos habitats e condições térmicas, levaram muitos piscicultores a migrar para a tilápia (Setyawan et al., 2022).

No Brasil, a tilápia-do-nilo foi introduzida no início da década de 1970 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, inicialmente para repovoamento de açudes da região Nordeste e, posteriormente, difundiu-se pelo País. Porém, somente na década de 1990 o cultivo desse peixe começou a ganhar importância em algumas regiões, principalmente nos estados das regiões Sul e Sudeste. Nesse período, a criação desse peixe exótico mostrou grande vantagem sobre as espécies nativas em relação ao conhecimento técnico-científico disponível, principalmente quanto a sua biologia e tecnologias para a produção intensiva (Dias, 2019).

A tilápia-do-nilo pode ser cultivada em ambientes abertos e fechados de água doce, salobra ou salgada, com diferentes níveis tecnológicos. Além disso, apresenta características zootécnicas de grande interesse para a aquicultura, tais como, forma do corpo arredondada, reduzido tamanho da cabeça, rendimento de carcaça superior e melhor desempenho zootécnico, quando comparada a outras espécies (Dias, 2019).

Em relação às características intrínsecas, a espécie possui carne branca e de alto valor nutricional, com teores de fósforo, cálcio e vitaminas, adequados à manutenção da saúde humana, textura firme, sabor delicado e ausência de espinhas intramusculares, requisitos típicos dos peixes preferidos pelo consumidor (Moraes et al., 2021). A tilápia é altamente rica em proteínas e ácidos graxos poli-insaturados, como ácido linoléico (ω 6),

α -linolênico, eicosapentaenóico (EPA) e ácidos docosahexaenóico (DHA) (ω 3), que trazem benefícios relevantes à saúde (Santos et al., 2021).

Também desempenha um papel importante no crescimento do setor da aquicultura, tendo como principais produtos de comercialização, o peixe inteiro e os filés (Sousa et al., 2021). Espécies de peixes subutilizadas de baixo valor comercial são fontes potenciais para o desenvolvimento de produtos derivados do pescado (Nonthawong et al., 2022).

2.3. Fatores que interferem no crescimento da Tilápia

Na produção de peixes, a característica mais importante para a seleção, do ponto de vista econômico é o crescimento, que possui um componente relacionado à forma corporal expresso por índices ou medidas morfométricas. A compreensão dos processos envolvidos no crescimento, como mudanças no tamanho, forma e composição corporal do rebanho, é fundamental para todos os aspectos da produção animal, pois pode refletir na qualidade do produto final encontrado no mercado (Reis neto et al., 2014). Vários fatores podem modificar a forma corporal dos peixes, como ambiente de criação, densidade e dieta alimentar (Freitas et al., 2012).

Em um manejo alimentar adequado, a taxa de alimentação pode ser aumentada, resultando em melhor desempenho produtivo, com maior velocidade para chegar ao peso comercial. Por outro lado, a baixa taxa de alimentação afeta o metabolismo e ocasiona um desempenho produtivo menor, devido aos peixes assimilarem apenas as suas necessidades de manutenção, resultando em baixo ganho de peso (Kubitza, 1999).

O tamanho final que as tilápias alcançam em cultivos comerciais é basicamente determinado pelo mercado consumidor. Atualmente, o peso mínimo exigido pelo mercado brasileiro para comercialização de tilápias em forma de filés é de cerca de 800 g. Mas, em outros países, o tamanho de abate pode variar substancialmente (Viana, 2003).

Com isso, muitos programas de melhoramento preferem selecionar apenas o peso como critério de seleção, no entanto, estudos que associam peso corporal e comprimento ganharam destaque na aquicultura, o que sugere que a seleção de características morfométricas seja viável para as espécies, principalmente porque pode resultar em melhor rendimento da carne (Freitas et al., 2012).

Os produtores trabalham com o intuito de obter peixes com melhor ganho de peso, bom rendimento de carcaça e melhor conversão alimentar, empregando geralmente técnicas de melhoramento genético, para que os peixes tenham um bom valor comercial e sejam aceitos no mercado, já que aqueles que não possuem um peso dentro dos padrões comerciais, acabam não gerando lucro e rendimento, sendo então, descartados (Minozzo, 2010).

No cultivo de tilápias, é comum o crescimento desuniforme do lote devido a diferenças de crescimento que naturalmente existem entre os indivíduos e à ocorrência de territorialismo. Essa última característica resulta em interações agressivas entre os indivíduos, com formação de hierarquia social, representada por peixes dominantes e submissos, que vão apresentar crescimento diferenciado ao longo do cultivo. Para reduzir a desuniformidade de crescimento do lote, muitos produtores realizam a classificação dos animais por peso ou tamanho entre as fases de produção, o que resulta em uma maior padronização dos animais. Ao final e durante o cultivo, têm-se tanques-rede com peixes grandes, intermediários e pequenos, mesmo tendo sido estocados no mesmo período e com mesmo peso (Lima; Bergamin; Moro, 2013).

Os machos têm um crescimento superior ao das fêmeas, mesmo em condições de criação idênticas e geram um valor comercial maior, pois não desenvolvem a incubação dos ovos que é realizada na boca da tilápia-do-Nilo pela fêmea, facilitando assim a alimentação do mesmo e comprometendo a da fêmea que acaba sofrendo uma redução no nível de crescimento (Stiz et al., 2021).

2.4. Carne Mecanicamente Separada de Tilápia

O surgimento tecnológico da carne mecanicamente separada, ocorreu no Japão, na década de 1940, devido à necessidade da indústria de aproveitar o descarte da carne e a alta demanda por produtos à base de pescado, viabilizando as espécies de pequeno porte subutilizadas e a fauna acompanhante encontrada em grande quantidade na pesca de baixo valor comercial. As matérias primas escolhidas para esse processamento eram as espécies de pescado que apresentavam baixo rendimento no processamento, pouca aceitabilidade e aparas da filetagem industrial, bem como os espinhaços apresentados

como resíduos descartados, que poderiam ser beneficiados como novos alimentos (Morais e Martins, 1981; Tenuta e Jesus, 2003).

Também chamada de minced fish, entre outras expressões, a carne mecanicamente separada de pescado, trata-se de um produto obtido de uma única espécie de peixe ou uma mistura delas com características sensoriais semelhantes (Neiva, 2003).

O processo de obtenção ocorre por meio de separação mecânica em equipamento denominado despoldadeira, gerando um produto isento de espinhas, de excelente valor nutricional e bastante versátil, que permite maior aproveitamento da carne em comparação a outros métodos de processamentos convencionais. Pode ser utilizada como matéria-prima para a obtenção de diversos produtos como surimi, hambúrguer, empanados e produtos embutidos, aumentando assim a diversidade de produtos à base de pescado (Neiva et al., 2017; Sartori; Amâncio, 2012).

A CMS promove o aproveitamento de resíduos cárneos em produtos comestíveis, com redução nos custos de formulações e da desossa, recuperando a carne não removida manualmente (Bartolomeu, 2011). Para Altemio (2023), a utilização dessa técnica vem como uma possibilidade para o aproveitamento dos peixes que não atingem o tamanho comercial exigido, diminuindo os resíduos ao meio ambiente e tornando-se uma grande alternativa para a indústria, por ser economicamente viável e possibilitar o aumento dos nichos específicos de mercado.

A utilização da carne mecanicamente separada de tilápia para a elaboração de produtos diferenciados vai ao encontro de uma das demandas externadas pela Peixe BR, que é o desenvolvimento de novas tecnologias para o aproveitamento de resíduos da piscicultura visando a expansão da atividade pesqueira e o aumento do consumo de pescado no Brasil (Peixe BR, 2021).

De acordo com o RIISPOA, a Carne Mecanicamente Separada é a carne retirada a partir dos ossos, carcaças ou partes de carcaças, com exceção dos ossos da cabeça, submetidos a separação mecânica em equipamentos, podendo ser lavado com água ou não, drenado, ajustado a umidade e imediatamente congelada quando não utilizada de imediato (Brasil, 2020). Para obter uma CMS de boa qualidade, deve-se dispor de matéria-prima em ótimas condições de frescor, aplicando, em seguida, um processo que

garanta as normas higiênico-sanitárias do pescado e de seus derivados (Gonçalves et al., 2009).

Ferreira (2013) cita a CMS como uma grande vantagem para a indústria por ser um processo que traz maior rentabilidade, pois além de aumentar o rendimento da carne do peixe, a CMS expande sua utilização para a elaboração de diversos produtos e proporciona maior viabilidade econômica, quando comparado com a filetagem, por apresentar recuperação adicional de carne entre 10 a 20%. Além disso, por ser isenta de ossos e/ou espinhas tem sido recomendada para alimentação de crianças e idosos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Matéria-prima, insumos e local do experimento

A matéria-prima utilizada para obtenção da CMS foram tilápias (*Oreochromis niloticus*), cultivadas em viveiros, por um período de aproximadamente 6 meses e alimentadas com ração comercial. Posteriormente, foram doadas por uma fazenda comercial ("MW pescados"), localizada na cidade de Coremas, Paraíba. A despesca e o abate foram realizados sob responsabilidade do produtor. Os peixes foram transportados até o laboratório de Carnes, Ovos e Pescados do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande em caixas isotérmicas contendo gelo.

3.2. Classificação das Tilápias e obtenção da CMS

Foram utilizados 110 exemplares de peixes os quais foram classificados em quatro classes de peso (Tabela 1). A quantidade de peixes utilizados em cada classe para a obtenção da CMS, foi o equivalente para atingir 3 kg de amostra por batelada.

Tabela 1. Classificação dos peixes em diferentes classes de peso para o processamento.

Classe	Intervalo de peso
--------	-------------------

A	≥50g<80g
B	≥80g<110g
C	≥110g<140g
D	≥140g<170g

Fonte: Da autora.

Para a obtenção da CMS, os peixes foram eviscerados, descamados e descabeçados. Em seguida, as carcaças foram cortadas para retirada das partes não comestíveis, lavadas e imersas em água clorada, por 15 minutos, sendo então retiradas, escurridas e despulpadas em máquina separadora de carnes e espinhas, despulpadora de peixes, (Usitécnica, Várzea Paulista - SP), com acionamento de partida direta, motor elétrico trifásico e potência de 5 CV, com capacidade para 400 Kg/h. O material foi pressionado pela rosca contra o cilindro perfurado, a CMS passou através dos orifícios para fora do cilindro enquanto ossos, pele e escamas foram descartados na extremidade da rosca. Após o processamento, a CMS foi acondicionada em embalagens plásticas (sacos de polietileno) em porções de aproximadamente 300 g cada, etiquetada e congelada a -18 °C até o momento das análises.

3.3. Rendimento da Carcaça e da CMS

Para a análise de rendimento da carcaça, foi feita uma relação entre os pesos dos peixes eviscerados (PE) e o peso dos peixes inteiros (PI), conforme o cálculo abaixo (Macena, 2017):

$$\text{Rendimento(\%)} = \frac{\text{PE}}{\text{PI}} * 100$$

O rendimento da CMS foi calculado pela relação entre o peso do produto final (Pcms) e o peso da matéria-prima (Pmp), considerando a matéria-prima como o peixe já eviscerado (PE) de cada classe, conforme o cálculo abaixo (Macena, 2017):

$$\text{Rendimento(\%)} = \frac{\text{Pcms}}{\text{Pmp}} * 100$$

3.4. Análises físico-químicas da CMS

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata no Laboratório de Carnes, Ovos e Pescados da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal.

A análise de umidade foi realizada pelo método gravimétrico em estufa a 105 °C, as cinzas foram determinadas por incineração da matéria orgânica em forno de mufla a 550 °C e a determinação das proteínas totais foram realizadas segundo o método de Kjeldahl, pela determinação do nitrogênio total, utilizando para o cálculo o fator de conversão 6,25 de acordo com a metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000). A extração de lipídeos foi realizada seguindo a metodologia de Folch, Lees e Stanley (1957), com adaptações.

A determinação de cálcio foi realizada de acordo com Camini e Hoehne (2014), no qual foram pesadas 2 g da amostra em cadinho de porcelana, previamente aquecido por 1 hora na estufa a 105 °C. A amostra foi carbonizada e incinerada em mufla à 550°C. Após a incineração completa, foi acidificada com 1 ml de HCl 1:1 em balões volumétricos de 50 ml, realizando-se posteriormente a leitura em um espectrofotômetro de absorção atômica com chama.

3.5. Estabilidade da CMS de Tilápia

As análises de pH, das bases nitrogenadas voláteis totais (BVT) e da oxidação lipídica pela avaliação do teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram realizadas em triplicata após 90 dias.

O pH foi determinado por potenciometria, utilizando um modelo de bancada com eletrodo de imersão. Foram pesadas 5 g da amostra, diluída com auxílio de 50mL de água destilada. Agitou-se o conteúdo por 3 minutos para que as partículas ficassem uniformemente homogeneizadas. O aparelho foi calibrado com solução tampão pH 4 e pH 7, de acordo com metodologia do IAL (1985).

As análises das bases nitrogenadas voláteis totais (BVT), foram realizadas de acordo com Contreras-Gúzman (1988). Pesou-se 10 g da amostra em um Becker, acrescentou-se 60 ml de ácido tricloroacético (TCA), homogeneizou-se por 5 minutos, deixou decantar por 30 minutos e filtrou-se em funil de vidro com filtro de papel. Em

seguida, foi medido 20 ml do filtrado e transferido para um tubo digestor de proteínas (procedimento feito em duplicata), adicionando 2 gotas de fenolftaleína e 1g de MgO, após, colocou-se o tubo no destilador. Em um Erlenmeyer, adicionou-se 20 ml de ácido bórico a 4% e acoplou-o na saída do condensador. No aparelho micro-kjeldahl, fez-se a destilação até a solução receptora conter aproximadamente 75 mL, na sequência fez-se a titulação com HCL (0,01N) até ocorrer à viragem de cor, anotando o volume de ácido gasto. A equação 6 foi utilizada para o cálculo do conteúdo das bases nitrogenadas voláteis totais.

Equação 6:

$$N-BVT = \frac{\text{ml de HCL} \times N \times 14 \times 134}{Pa \times \text{ml de HCL}}$$

No qual:

Pa = peso da amostra

ml de HCl = volume de ácido gasto.

N = normalidade do HCl.

134 corresponde à fração líquida total que estaria contida em 20 g de peixe extraído com 120 ml de TCA. Considera-se que em média a carne de peixe tenha 70 % de água, logo, 20 g contribuiriam com 14 g de água, que somada a 120 ml resulta em 134 de fração líquida total.

A oxidação lipídica foi determinada com base nas substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), realizadas de acordo com Vyncke (1970). Pesou-se 2,5 g da amostra no tubo de Falcon, adicionou-se 5 ml da solução de TCA a 10% e 2,5 ml de água destilada. Agitou-se por 5 minutos para promover a extração do Malonaldeído, centrifugou-se por 5 minutos a 3500 rpm e filtrou-se em filtro de papel no tubo de ensaio com tampa. Em seguida, adicionou-se 2,5 ml da solução de TBA 0,02 M. Foi preparado um branco com 5 ml de TBA e 5 ml de TCA para calibração. Os tubos foram aquecidos em banho maria a 100°C por 35 minutos e resfriados em água gelada e gelo, e subsequente foi realizada a leitura da absorbância a 532nm em espectrofotômetro. A equação 7 foi utilizada para a realização do cálculo.

Equação 7:

TBA = valor da absorbância x 7,8

3.6. Atividade e capacidade de retenção de água

A determinação da atividade de água foi realizada em triplicata de acordo com a metodologia da *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC, 2000). Utilizou-se o aparelho AQUALAB, no qual colocou-se uma quantidade de amostra suficiente para preencher metade da cápsula e realizou-se a leitura da atividade de água e da temperatura.

A determinação da Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi realizada de acordo com os procedimentos descritos por Herrero et al. (2005), onde 2 g da amostra foram pesadas e embrulhadas em papel filtro, e em seguida centrifugadas por 5 min a 4°C à 1500 rpm em centrífuga. A perda por centrifugação foi medida como a perda de peso durante a centrifugação e expressa como uma porcentagem do valor inicial.

3.7. Perfil de Ácidos Graxos

A extração e quantificação lipídica foram realizadas de acordo com Folch et al. (1957). A derivatização dos ácidos graxos foi realizada segundo o procedimento de Lepage e Roy (1986) e Masood et al. (2005). Após o preparo, 0,015 mg de gordura bruta foi dissolvida em 5 mL de Cloreto de Acetil-Metanol (1:19 v/v) e aquecida por 1 h em banho Maria a 80°C. Posteriormente, foram adicionados a solução, 1mL de água ultrapura e 2 mL de n-heptano. Em seguida a mesma foi homogenizada em vortex por 1 min e centrifugada a 1500 g por cinco minutos, sendo o sobrenadante separado para posterior análise cromatográfica. Foram utilizados um cromatógrafo a gás e um detector por ionização de chamas para analisar o perfil de ácidos graxos.

3.8. Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro classes de pesos e três repetições. Os resultados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade e posteriormente à análise de variância e realizado o teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SisEAPRO®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Rendimento da Carcaça e da CMS

Tabela 2. Rendimento da carcaça e da carne mecanicamente separada de tilápia.

Classes de peso	Rendimento da carcaça (%)	Rendimento da CMS (%)
A ($\geq 50 < 80$ g)	74,58 \pm 0,74a*	56,99 \pm 0,50a
B ($\geq 80 < 110$ g)	75,46 \pm 0,73ab	43,18 \pm 1,49a
C ($\geq 110 < 140$ g)	76,12 \pm 0,61ab	56,06 \pm 5,63a
D ($\geq 140 < 170$ g)	76,81 \pm 0,90b	40,41 \pm 6,07a
CV (%)**	0,99	8,54

*Médias \pm Desvio Padrão. Letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa entre as classes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Coeficiente de variação

Em relação ao rendimento da carcaça (Tabela 2), observou-se diferenças significativas entre as classes de peso A ($\geq 50 < 80$ g) e D ($\geq 140 < 170$ g). Essa variação pode ser atribuída a diferença de tamanho e peso dos peixes em ambas as classes, tendo em vista que estudos (Bozano e Cyrino, 2020) observaram que as diferenças de peso são determinadas pela competitividade dentro do ambiente de produção e essa dispersão de tamanhos no momento do processamento, influencia diretamente o rendimento da carcaça.

Observa-se que a classe de peso D ($\geq 140 < 170$ g) apresentou um rendimento maior que o A ($\geq 50 < 80$ g), o que comprova que quanto maior o peso do peixe, maior será o seu rendimento. Santos et al. (2022) ao analisarem o rendimento da carcaça de tilápia, observaram que quanto maior o comprimento e o peso médio do peixe, maior o seu rendimento. De acordo com Contreras-Gúzman (1994), o peixe inteiro eviscerado pode render, em média, 62,6% do peso total em peixes marinhos e de água doce. Os resultados observados no presente trabalho são todos superiores.

O rendimento da CMS das carcaças de tilápias não apresentou diferença significativa, embora sejam de classes de pesos diferentes (Tabela 2). Em média, os rendimentos oscilaram entre 40,41% e 56,99%. Valores próximos foram encontrados por Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) que obtiveram um rendimento de extração da CMS de

tilápia de 46,90% em relação ao peixe inteiro. Gryscek, Oetterer e Gallo (2003), observaram rendimento de 51,73% em relação ao peixe eviscerado e descabeçado para tilápias do Nilo. Boscolo et al. (2009) afirma que conforme a espécie e o tamanho da espécie de pescado utilizado, o rendimento da CMS pode variar de 40 a 60% do peso total do pescado. Diante dos resultados obtidos, observa-se um bom rendimento da CMS em todos os tratamentos.

A quantidade de carne extraída e a qualidade da CMS dependem da retirada de todas as estruturas indesejáveis da carcaça, do tipo de despoldadeira utilizada e da dimensão dos orifícios do cilindro da máquina. Bons rendimentos da CMS e redução da presença de tecidos conectivos, peles, ossos e escamas são obtidos com cilindros que tenham orifícios menores, entre 1,0 e 2,0 mm (Bernadino Filho; Xavier, 2019).

O conhecimento da proporção de matéria-prima que será transformada em produto final para a comercialização é de suma importância, pois permite o planejamento logístico da produção e os cálculos para a avaliação produtiva da indústria e para determinação do preço do produto final (Gonçalves; Cezarini, 2009; Souza; Inhamuns, 2011).

4.2. Análises físico-químicas da CMS

Tabela 3. Composição físico-química da carne mecanicamente separada de tilápia.

Classes de peso	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Cálcio (%)
A (≥ 50<80g)	16,35±0,32a*	4,08±0,59ab	78,74±0,40b	1,58±0,02c	1,22±0,09b
B (≥80<110g)	16,70±0,49a	4,65±0,22a	77,77±0,98ab	1,33±0,03b	0,71±0,08a
C (≥110<140g)	16,05±0,29a	5,93±0,26bc	77,14±0,61ab	1,28±0,03ab	0,71±0,05a
D (≥140<170g)	16,98±0,15a	6,61±0,09c	76,36±0,47a	1,24±0,01a	0,65±0,04a
CV (%)**	1,86	7,84	0,87	1,65	8,10

*Médias ± Desvio Padrão. Letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa entre as classes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Coeficiente de variação

Não houve diferenças significativas para os teores de proteínas nas diferentes classes de peso da CMS (Tabela 3). Segundo Ryu et al. (2021), as proteínas presentes na musculatura dos peixes podem variar de 15% a 25%. Valores próximos ao deste

estudo foram encontrados por Fogaça et al. (2015), que obteve 15,87% de proteína na CMS de tilápia. Ghassem et al. (2009) e Ayanda et al. (2019) ao analisarem a composição aproximada de espécies de peixes de água doce da Malásia e do rio Ogun obtiveram valores semelhantes de 17,60% de proteína na tilápia do Nilo.

Os resultados encontrados neste estudo, apresentam um teor de proteína superior a 15% em todas as classes de peso. Isso indica que todas as classes estudadas apresentam uma rica fonte de proteína, que poderá a partir da CMS, gerar vários outros produtos de qualidade para suprir a demanda por alimentos de origem animal.

Embora não haja legislação para CMS de pescado, o teor de proteína encontrado neste estudo está de acordo com as normas para CMS de aves, bovinos e suínos (Brasil, 2000), que especificam um teor mínimo de proteína de 12%.

Para o teor de lipídios, observou-se diferenças significativas entre as diferentes classes de peso (Tabela 3). A classe "D", 140 a 170 g, apresentou o maior teor de lipídios (6,61%) e de acordo com Contreras-Guzmán (1994), isto se deve à capacidade diferencial da acumulação de massa muscular em determinados pontos do corpo do animal durante seu crescimento, o que caracteriza o formato e influencia na composição centesimal.

O alto teor de lipídeos observado deve-se a presença das partes ventrais musculares na carcaça, que normalmente é a área com maior teor de gordura na tilápia, e durante a obtenção da CMS parte desta gordura é extraída junto com a mesma. Em uma mesma espécie, os teores lipídicos variam de acordo com a musculatura em questão (Verdinasse, 2022). Segundo Lustosa Neto (2016), a gordura presente na cavidade abdominal e ventral do peixe é composta por ácidos graxos monoinsaturados, poli-insaturados totais, saturados e ômega-3, o que traz benefícios nutricionais ao produto.

Valores próximos ao deste estudo foi observado por Bordignon et al. (2010) que obteve 4,66% de lipídeos ao analisar carne mecanicamente separada de tilápia para produção de croquetes. Comparando-se os valores lipídicos da CMS de tilápia com a legislação para CMS de aves, bovinos e suínos (Brasil, 2000), a CMS está de acordo com a mesma, visto que a legislação estabelece gordura máxima de 30%.

Em relação a umidade, houve diferenças significativas entre as classes A e D (Tabela 3). Observou-se que o teor de umidade da CMS de tilápia apresentou uma correlação inversa ao conteúdo de lipídeos. Enquanto que o maior teor de lipídios foi determinado na classe D, na umidade essa classe se encontra inferior as demais, que

possuem classificação de peso menor. Isso se explica pelo fato dos peixes menores apresentarem carne com mais água e menos gorduras por estarem em fase de crescimento, que induz a redução de gorduras de reserva disponível.

Aberoumad (2014) afirma que o teor de umidade serve como um excelente indicador do teor lipídico, apresentando uma relação inversa, isso significa que quanto menor o percentual de umidade, maior a quantidade de lipídios presentes nos peixes. Essa afirmação condiz com os resultados encontrados no presente estudo, visto que, quando constatada uma elevada porcentagem de gordura, observou-se um baixo teor de umidade.

Valores próximos ao encontrado neste estudo foram obtidos por Lustosa Neto (2016) ao caracterizar CMS de tilápia e Pirarucu para a elaboração de almôndegas, obtendo respectivamente, 76% e 76,80% de umidade. Ayanda et al. (2019), ao realizar um levantamento detalhado da composição centesimal de algumas espécies de peixes do rio Ogun, registrou um teor de umidade de 76,40% na tilápia do Nilo. Geremew, Abdisa e Goshu (2020) encontrou 79% de umidade na tilápia ao analisar a composição aproximada de espécies de peixes no sul do Golfo do Lago Tana.

Na determinação das cinzas (Tabela 3), observou-se diferenças significativas entre as classes A (1,58%) e D (1,24%). Observa-se que quanto menor a classe de peso, maior o teor de cinzas encontrado. Essa diferença pode estar relacionada à ocorrência de maior quantidade de esqueleto nos peixes menores, o que pode incrementar a passagem de pequenas partículas de ossos a carne durante a elaboração dessa matéria-prima (Daga et al., 2020).

De acordo com Corrêa et al. (2016) a composição do pescado varia em minerais totais de 1 a 2%. Os valores encontrados neste estudo estão de acordo, visto que, se encontram entre 1% e 2%.

Em relação aos resultados encontrados para cálcio (Tabela 3), observou-se que a classe A ($\geq 50 < 80$ g) obteve a maior concentração deste mineral (1,22%), e diferiu significativamente das demais.

Em relação aos minerais, a carne de peixe é considerada uma fonte particularmente valiosa de cálcio, no entanto a maior quantidade concentra-se na parte óssea dos peixes. Os resultados das substâncias minerais encontradas na CMS, reafirmam que o peixe de menor peso é composto em sua maioria pela parte esquelética

e que a presença desse conteúdo mineral pode ser influenciada pelo processo de despulpagem, podendo aumentar devido ao percentual de ossos moídos durante a elaboração dessa matéria-prima (Daga et al., 2020).

Embora não haja legislação para CMS de pescado, os valores de cálcio encontrado neste estudo estão de acordo com as normas para CMS de aves, bovinos e suínos (Brasil, 2000), que especificam um valor máximo para cálcio de 1,5% em base seca.

4.3. Atividade e capacidade de retenção de água

Os resultados da atividade de água, da capacidade de retenção de água e da determinação de cálcio estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4. Atividade de água, capacidade de retenção de água e cálcio da Carne Mecanicamente Separada (CMS).

Classe de peso	Aw	CRA (%)
A ($\geq 50 < 80$ g)	0,99 \pm 0,005a*	41,07 \pm 1,16bc
B ($\geq 80 < 110$ g)	0,99 \pm 0,002a	45,24 \pm 2,54c
C ($\geq 110 < 140$ g)	0,99 \pm 0,001a	30,77 \pm 1,89a
D ($\geq 140 < 170$ g)	0,99 \pm 0,001a	35,32 \pm 0,26ab
CV (%)**	0,27	4,86

*Médias \pm Desvio Padrão. Letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Coeficiente de variação

Os valores da atividade de água da CMS de tilápia não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes classes de pesos (Tabela 4). A CMS de tilápia se classifica como um alimento de alta atividade de água, por apresentar valores acima de 0,90 (Franco; Landgraf, 2008). Valores próximos ao encontrado neste estudo foram obtidos por Lustosa Neto (2016) ao caracterizar CMS de tilápia para a elaboração de almôndegas, obtendo respectivamente, 0,98.

A CRA é uma propriedade funcional importante para a carne, porque refere-se a sua capacidade em reter sua própria água de constituição, bem como a ligação da proteína com a água adicionada em uma formulação quando esta é submetida a forças externas. Uma maior capacidade de retenção de água resulta em uma carne com maior

maciez (Sebraneck, 2011; Lu *et al.*, 2017; Shi *et al.*, 2021). De acordo com os resultados encontrados para a análise de capacidade de retenção de água (Tabela 4), os tratamentos apresentaram alta retenção com diferença significativa entre as diferentes classes de peso, no qual pode-se perceber que o tratamento B (45,2%) obteve a maior CRA, enquanto o tratamento C (30,8%) apresentou o menor resultado. Um produto com maior retenção de água possui melhor qualidade pela manutenção do sabor, textura e suculência (Sebranek, 2011).

4.4. Estabilidade da CMS de Tilápia

7.4.1 Bases nitrogenadas voláteis totais, oxidação lipídica e pH da CMS

Tabela 5. Valores de TBARS, BVT e pH da Carne Mecanicamente Separada (CMS).

Classes de peso	TBARS (mg MDA/kg)	BVT (mg N/100g)	pH
A ($\geq 50 < 80$)	2,67 \pm 0,12a*	7,88 \pm 0,19a	6,10 \pm 0,09a
B ($\geq 80 < 110$)	2,97 \pm 0,37a	7,62 \pm 0,22a	6,28 \pm 0,08b
C ($\geq 110 < 140$)	2,47 \pm 0,21a	8,11 \pm 0,46a	6,19 \pm 0,02ab
D ($\geq 140 < 170$)	2,70 \pm 0,09a	7,81 \pm 0,28a	6,36 \pm 0,06b
CV (%)**	9,26	3,55	1,06

*Médias \pm Desvio Padrão. Letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença entre as classes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Coeficiente de variação

Os valores de TBARS da CMS não apresentaram diferença entre as classes de peso (Tabela 5). Segundo Bernadino Filho *et al.* (2020), o índice de TBARS é utilizado como um indicador do grau de oxidação lipídica, sendo esta responsável por uma redução na qualidade nutricional, bem como alterações no sabor, que podem comprometer a aceitação do produto final. A legislação brasileira não especifica um valor máximo permitido de TBARS para produtos de pescado. No entanto, em produtos muito oxidados, com valores altos de TBARS, pode haver a formação de compostos tóxicos e cancerígenos (Summo; Caponio; Pasqualone, 2006). Os valores encontrados nesta pesquisa estão de acordo com o valor recomendado para o bom estado de conservação do pescado, com relação às alterações oxidativas, que é de menos de 3 mg/kg (Al-kahtani *et al.*, 1996).

A produção de BVT durante a estocagem do pescado é resultante da ação de enzimas dos tecidos e da atividade microbiológica, sendo composta principalmente por amônia, trimetilamina, dimetilamina e, provavelmente por traços de monometilamina e propilamina, que se formariam em etapas mais avançadas de decomposição (Contreras-Guzmán, 2002). Os resultados das bases nitrogenadas voláteis totais demonstram que não houve diferença entre as classes de peso, os quais apresentaram uma variação média de 7,62 a 8,11 mg de N/100 g (Tabela 5).

Segundo Ogawa e Maia (1999), quando o valor de BVT atinge de 5 a 10 mg N/100 g de músculo, caracteriza-se o produto como de excelente qualidade em termos de estado de frescor. A legislação brasileira estabelece o valor de 30 mg N/100 g de músculo como limite máximo de BVT para pescado fresco (Brasil, 2017), portanto, os valores de BVT encontrados na CMS da tilápia, estocadas por noventa dias estão adequadas ao consumo.

Em relação ao pH, observou-se diferenças entre as diferentes classes de peso (Tabela 5). Bernadino Filho (2019) e Kirschnik et al. (2013) avaliando a qualidade físico-química da CMS de tilápia obtida de resíduos da filetagem, obteve pH de 6,54 e 6,60, valores próximos ao encontrado nesta pesquisa.

Comparando os resultados com a legislação, o valor de pH encontrado nas quatro classes de pesos estão dentro dos padrões de qualidades exigidos pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (Brasil, 2017), que estipula um limite igual ou inferior de pH 7 em carne de peixe.

4.5. Perfil de Ácidos Graxos

Os ácidos graxos majoritários encontrados na CMS de Tilápia em ordem decrescente foram ácido palmítico (C16:0) (31,63 a 37,29%), ácido oléico (C18:1n-9) (25,33 a 30,14%), ácido esteárico (C18:0) (7,10 a 10,31%), ácido linoléico (C18:2n-6) (8,19 a 14,46%), ácido palmitoléico (C16:1) (31,63 a 37,29%) e o ácido margárico (C17:0) (1,14 a 2,27%).

Para os ácidos graxos saturados (AGS), houve predominância do palmítico (16:0) em todas as classes de peso (Tabela 6). Este elemento também foi encontrado em maior

quantidade em alevinos de tilápia do Nilo por Higuchi et al. (2013), por Santos et al. (2011) em filés de tilápia do Nilo e por Luzia et al. (2003) na tilápia (*Oreochromis spp.*)

Com relação aos ácidos graxos monoinsaturados, não houve diferença entre as classes de peso, havendo predominância do ácido oléico e do palmitoléico em todas as classes.

No somatório dos ácidos graxos poliinsaturados, houve diferença entre as diferentes classes de peso (Tabela 6). A classe D apresentou o maior valor (18,80%) e o menor resultado foi observado no tratamento A (8,55%). Valores próximos foram encontrados por Ribeiro (2003), ao analisar perfil de ácidos graxos poliinsaturados em filés de tilápias do nilo, obtendo valores de 7,76% a 15,86% e por Maia (1992), que avaliou a composição de ácidos graxos da tilápia mantida sob sistemas de criação semelhantes, obtendo valores de 13,4% desse ácido graxo.

Para a razão n-6 e n-9 não houve diferenças entre as classes de peso (Tabela 6). Segundo Furuya et al. (2013), a composição de ácidos graxos dos peixes de água doce é caracterizada por altas proporções de n-6 PUFA, principalmente ácido linoléico. De forma geral, os peixes cultivados de água doce contêm menor quantidade de ácidos graxos da série n-3 e maior quantidade de n-6. Certamente, o perfil de ácidos graxos dos peixes pode ter sido influenciado por sua dieta, visto que, se alimentam de ração comercial e de fitoplâncton de água doce, larvas de insetos, entre outros, que são ricos em LA n-6, ALN n-3 e EPA n-3.

Tabela 6. Composição de ácidos graxos da carne mecanicamente separada (CMS) de Tilápia nas diferentes classes de peso.

Ácido Graxo	Composição de ácidos graxos (% área relativa)			
	Classe de peso			
	A ($\geq 50 < 80$)	B ($\geq 80 < 110$)	C ($\geq 110 < 140$)	D ($\geq 140 < 170$)
C14:0	1,84 \pm 0	NI**	1,90 \pm 0,19	1,51 \pm 0,48
C15:0	1,20 \pm 0,41	NI	0,96 \pm 0,03	0,60 \pm 0,14
C16:0	36,64 \pm 2,25 ^{a*}	37,29 \pm 1,68 ^a	36,15 \pm 4,05 ^a	31,63 \pm 1,79 ^a
C16:1	5,68 \pm 1,22 ^a	5,64 \pm 0,15 ^a	6,36 \pm 0,29 ^a	5,0 \pm 0,28 ^a
C17:0	2,27 \pm 0,28 ^{cd}	2,04 \pm 0,25 ^{bd}	1,67 \pm 0,19 ^{abc}	1,14 \pm 0,19 ^a
C18:0	10,31 \pm 1,39 ^a	10,14 \pm 1,63 ^a	8,87 \pm 1,0 ^a	7,10 \pm 0,91 ^a
C18:1n-9	30,14 \pm 7,48 ^a	26,66 \pm 1,26 ^a	25,33 \pm 3,63 ^a	28,46 \pm 2,73 ^a

C18:2n-6	8,19±0,06 ^a	14,44±0,20 ^{bd}	12,37±1,70 ^{abc}	14,46±2,25 ^{cd}
C18:3n3	0,72±0	2,21±0,08	2,18±0,31	2,19±0,32
C18:3n6	NI	NI	1,00±0	1,03±0,11
C20:2	NI	NI	NI	0,43±0
C20:3n6	NI	NI	0,73±0	0,69±0,03
C22:1n9	NI	NI	1,15±0	1,0±0
C22:6n3	NI	NI	2,48±1,27	1,30±0,02
C24:1n9	NI	NI	NI	0,45±0
Saturado	49,88±5,50 ^a	49,48±3,55 ^a	48,04±3,38 ^a	40,90±0,96 ^a
Monoinsat.	33,93±4,09 ^a	32,30±1,12 ^a	32,08±3,75 ^a	34,43±1,66 ^a
Poliinsat.	8,55±0,44 ^a	16,64±0,12 ^{bd}	16,05±1,62 ^{bc}	18,80±1,08 ^{cd}
Sat./Insat.	1,25±0,11 ^a	1,18±0,35 ^a	1,0±0,01 ^a	0,77±0,05 ^a
n-3	0,72±0	2,21±0,08	4,66±0,96	3,05±0,82
n-6	8,19±0,06 ^a	14,43±0,20 ^a	12,94±1,70 ^a	15,61±1,43 ^a
n-3/n-6	0,09±0	0,15±0,01	0,39±0,13	0,20±0,06
n-9	30,14±7,48 ^a	26,66±1,26 ^a	25,72±3,46 ^a	29,43±1,93 ^a

*Média ± Desvio Padrão. Letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença entre as classes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Não identificado presença de ácido graxo.

5. CONCLUSÕES

A CMS de Tilápia é um alimento de excelente valor nutricional e uma alternativa viável para o aproveitamento de peixes abaixo do peso comercial. Pode-se concluir que a CMS de tilápia com baixo peso comercial, apresentou rendimento satisfatório em todas as classes de peso e qualidade físico-química com conformidade para os padrões permitidos, após os 90 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

ABEROUMAND, Ali. Preliminary studies on nutritive and organoleptic properties in processed fish fillets obtained from Iran. **Food Science and Technology**, v. 34, p. 287-291, 2014.

AL-KAHTANI, Hassan A. et al. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of food science**, v. 61, n. 4, p. 729-733, 1996.

ALEXANDRE, Ana Cláudia Silveira et al. Effect of natural and synthetic antioxidants on oxidation and storage stability of mechanically separated tilapia meat. **LWT**, v. 154, p. 112679, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro Peixe BR da Piscicultura 2018**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2018, 71 p. Disponível em: [file:///C:/Users/jorda/Downloads/AnuarioPeixeBR2018%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/jorda/Downloads/AnuarioPeixeBR2018%20(2).pdf). Acesso em: 05 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro Peixe BR da Piscicultura 2021**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2021, 71 p. Disponível em: [file:///C:/Users/jorda/Downloads/AnuarioPeixeBR2021%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/jorda/Downloads/AnuarioPeixeBR2021%20(2).pdf). Acesso em: 04 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro Peixe BR da Piscicultura 2023**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2023, 65 p. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-03/anuariopeixebr2023.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg, 2000. 937 p.

AYANDA, Isaac O.; EKHATOR, Ukinebo I.; BELLO, Oluwakemi A. Determination of selected heavy metal and analysis of proximate composition in some fish species from Ogun River, Southwestern Nigeria. **Heliyon**, v. 5, n. 10, 2019.

ALTEMIO, Angela Dulce Cavenaghi et al. Reaproveitamento de matérias-primas oriundas da filetagem para produção de carne mecanicamente separada de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização física e química. **Peer Review**, v. 5, n. 19, p. 202-218, 2023.

BARTOLOMEU, Dayse Aline Ferreira Silva. Desenvolvimento e Avaliação da Aceitação de Embutido Defumado “tipo mortadela” elaborado com CMS de tilápia do Nilo (*oreochromis niloticus*) e fibra de trigo. 2011. 114 f. Dissertação – Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BERNADINO FILHO, R.; 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, Raimundo et al. Composição química e avaliações físicas de mortadela de tilápia do Nilo com sabor de camarão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 3, p. 250-255, 2020.

BORDIGNON, Adriana Cristina et al. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

BOSCOLO, Wilson R. et al. **Peixe na Merenda Escolar: educar e formar novos consumidores**. Toledo: GFM Gráfica e Editora, 2009.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 9.013, de 29 de Março de 2017 – atualizado pelo decreto 10.468 de 18 de**

Agosto de 2020. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Brasília, DF, 2020.

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: 12 de out. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Pescados e Derivados, C.7, seção 1. **Diário Oficial da União**. Brasília (DF), 29 de Mar. 2017. Disponível em: . Acesso em: 17 de dez. 2022.

BOZANO, Gustavo Luiz Naslausky; CYRINO, José Eurico Possebon. Peso ótimo de abate de peixes em função do mercado, custos, rendimentos de produção e do processamento—o caso da tilápia. **Revista Estratégias e Soluções**, v. 2, p. e20210006, 2020.

CAMINI, Aline; HOEHNE, Lucélia. Avaliação da decomposição por micro-ondas e posterior determinação de cálcio por icp oes ef aas em amostras de mortadela e carne mecanicamente separada. **Revista da UNIFEBE**, v. 1, n. 14, 2014.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. Métodos químicos para análise do pescado. In: KAI, M.; RUIVO, U. E. **Controle de qualidade do pescado**. Santos: Leopoldianum, 1988. p. 196-209.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 409 p. 1994.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e invertebrados**. Santiago: Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos - Universidade de Santiago de Chile. p. 309, 2002.

CORRÊA, F. C. et al. Avaliação físico-química e composição centesimal de filés de peixe comercializados em Belém do Pará, Brasil. **Scientia Plena**, v. 12, n. 12, 2016.

DAGA, Joaquim Antônio et al. Yield of mechanically separated meat in natura and post-smoking of *Clarias gariepinus* at different weight categories. **Boletim do Instituto de Pesca**, p. e527-e527, 2020.

DIAS, Marcos Tavares. **A introdução da tilápia em ambientes diversos de sua origem e as consequências negativas**. Macapá: Embrapa, 2019. 4 p.

DUARTE, Francine Oliveira Souza et al. Caracterização da carne de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida à dietas suplementadas com óleo de peixe. 2017.

DURIGON, Emerson Giuliani et al. Biofloc technology (BFT): Adjusting the levels of digestible protein and digestible energy in diets of Nile tilapia juveniles raised in brackish water. **Aquaculture and Fisheries**, v. 5, n. 1, p. 42-51, 2020.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Exportações da piscicultura brasileira batem recorde**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/79759668/exportacoes-da-piscicultura-brasileira-batem-recorde> Acesso em: 19 de maio de 2023.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Rome, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en/>. Acesso em: 23 out. 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Towards blue transformation. Rome, 2022. 266p. Disponível em <<https://www.fao.org/3/cc0461en/online/cc0461en.html>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

FAO. (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). **Uma produção pesqueira e aquícola sem precedentes contribui decisivamente para a segurança alimentar global**. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detailevents/es/c/1585153/>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

FERREIRA, Tânia Sofia Antunes. **Desenvolvimento de um novo produto alimentar: Fisham-fiambre de pescada e salmão enriquecido com óleo de peixe**. 2013. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Leiria (Portugal).

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.

FOGACA, F. H. S. et al. 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.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF. M. F. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, SP: Editora Atheneu, 2008, 182p.

FREITAS, Daniela De Grandi Castro et al. The sensory acceptability of a tilapia (*Oreochromis niloticus*) mechanically separated meat-based spread. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 166-173, 2012.

FURUYA, Valéria Rossetto Barriviera et al. Composição proximal e perfil de ácidos graxos do lambari-do-rabo-vermelho (*Astyanax fasciatus*) de diferentes classes de peso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, p. 820-830, 2013.

GEREMEW, Hirut; ABDISA, Melesse; GOSHU, Goraw. Proximate composition of commercially important fish species in southern Gulf of Lake Tana, Ethiopia. **Ethiopian Journal of Science and Technology**, v. 13, n. 1, 2020.

GHASSEM, M. et al. Proximate composition, fatty acid and amino acid profiles of selected Malaysian freshwater fish. **Malaysian Fisheries Journal**, v. 8, n. 1, p. 7-16, 2009.

GONÇALVES, Renata Moreira et al. Avaliação físico-química e conteúdo de metais pesados em carne mecanicamente separada (CMS) de frango e de bovino produzidas no estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science**, v. 10, n. 2, p. 553-559, 2009.

GONÇALVES, A. A; CEZARINI, R. Agregando valor ao pescado de água doce: defumação de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, p. 63-79, 2009.

GRYSCHEK, S. F. B.; OETTERER, Marília; GALLO, Cláudio Rosa. Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 12, n. 3, p. 57-69, 2003.

HERRERO, Ana M. et al. Ultrastructural changes and structure and mobility of myowater in frozen-stored hake (*Merluccius merluccius* L.) muscle: Relationship with functionality and texture. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, n. 7, p. 2558-2566, 2005.

HIGUCHI, Leticia Hayashi et al. Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 1913-1924, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas; métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. 533 p.

KHANJANI, Mohammad Hossein; SHARIFINIA, Moslem. Production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* reared in a limited water exchange system: The effect of different light levels. **Aquaculture**, v. 542, p. 736912, 2021.

KIRSCHNIK, Peter Gaberz et al. Estabilidade em armazenamento da carne Mecanicamente Separada de Tilápia do Nilo, lavada, adicionada de conservantes e congelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.48, n.8, p.935-942, 2013.

KIRSCHNIK, Peter Gaberz; MACEDO-VIEGAS, Elisabete Maria. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a-18 °C. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 200-206, 2009.

KUBITZA, Fernando. Nutrição e alimentação de tilápias – Parte I. **Panorama da aquicultura**, v. 9, n. 52, p. 42-50, 1999.

LEANDRO, V. S.; MOREIRA, P. S. A.; OTANI, F. S. Perfil de consumo e do consumidor de peixe do município de Sinop, Mato Grosso. **Revista Agroecossistemas**, Pará, v. 10, n. 1, p. 73-98, 2018.

LEPAGE, Guy; ROY, Claude C. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. **Journal of lipid research**, v. 27, n. 1, p. 114-120, 1986.

LIMA, Adriana Ferreira; BERGAMIN, Giovani Taffarel; MORO, Giovanni Vitti. Engorda de peixes. In: RODRIGUES, Paula Oede et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Brasília, DF: **Embrapa**, 2013.

LOPES, I.G.; OLIVEIRA, R.G.; RAMOS, F.M. Perfil do consume de peixes pela população brasileira. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 2, p 62-65, 2016.

LU, Han. et al. Comparison of gel properties and biochemical characteristics of myofibrillar protein from bighead carp (*Aristichthys nobilis*) affected by frozen storage and a hydroxyl radical-generation oxidizing system. **Food Chemistry**, v. 223, p. 96- 103, 2017.

LUSTOSA NETO, A. D. **Elaboração e caracterização de almôndegas de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivados: aplicação na merenda escolar**. 2016, 98 f, Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

LUZIA, L.A. et al. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, p.1-5, Jan, 2003.

MACENA, Ocilene Maria Correia Ferreira. Carne mecanicamente separada do híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) para produção de hambúrguer. 2017.

MAIA, E.L. **Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de peixes de água doce**. 1992. 242p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Universidade de Campinas, Campinas.

MASOOD, Athar; STARK, Ken D.; SALEM, Norman. A simplified and efficient method for the analysis of fatty acid methyl esters suitable for large clinical studies. **Journal of lipid research**, v. 46, n. 10, p. 2299-2305, 2005.

MENAGA, M. et al (2019). Effect of in-situ and ex-situ biofloc on immune response of Genetically Improved Farmed Tilapia. **Fish & Shellfish Immunology**, 92, 698-705.

MILANEZ, A. Y. et al. Potencial e barreiras para a exportação de carne de tilápias pelo Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 155-213, 2019.

MINOZZO, M. G. **Patê de pescado: alternativa para incremento da produção nas indústrias pesqueiras**. 2010. 206p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MORAIS, C.; MARTINS, J. F. P. Considerações sobre o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim ITAL**, v. 8, n. 3, p. 253-281, 1981.

MORAES, Paola Silveira et al. Nile tilapia industrialization waste: Evaluation of the yield, quality and cost of the biodiesel production process. **Journal of Cleaner Production**, v. 287, p. 125041, 2021.

NEIVA, C. R. P. 2003. **Obtenção e caracterização de minced fish de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem sob congelamento**. (Dissertação de Mestrado em Alimentos e Nutrição – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo) 78p.

NEIVA, C. R. P. et al. Aceitação de preparações à base de carne mecanicamente separada (CMS) de pescado na alimentação escolar. **Proceedings do VII SIMCOPE. Instituto de Pesca**, p. 62-71, 2017.

NONTHAWONG, Kanokwan et al. Comparative proteomics and in silico allergenicity of fresh and powdered skipjack tuna and Nile tilapia. **Food Control**, p. 109345, 2022.

OGAWA, M; MAIA, E.L. **Manual de Pesca**. São Paulo: Varela. v.1, 430p, 1999.

PEDROZA FILHO, Manoel Xavier et al. O mercado de peixes da piscicultura no Brasil: estudo do segmento de supermercados. Palmas, TO: **Embrapa Pesca e Aquicultura**, 2020.

REIS NETO, Rafael Vilhena et al. Genetic parameters and trends of morphometric traits of GIFT tilapia under selection for weight gain. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 4, p. 259- 265, 2014.

RIBEIRO, Paula Adriane Perez. **Perfil de ácidos graxos poliinsaturados em filés de tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus) mantidas em diferentes condições de cultivo**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras.

RYU, Bomi; SHIN, Kyung-Hoon; KIM, Se-Kwon. Muscle protein hydrolysates and amino acid composition in fish. **Marine Drugs**, v. 19, n. 7, p. 377, 2021.

SARTORI, A. G. O.; AMÂNCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 19 (2), 83-93. 2012.

SANTOS, Vagner Geronimo N. et al. "Rendimento de carcaça, composição química e resistência de couro da tilápia cultivada em viveiros escavados e tanques-rede," **Research, Society and Development**, vol. 11, no. 7, p. e17711729778, 2022.

SANTOS, Elaine A. et al. Sodium reduction in " spam-like" product elaborated with mechanically separated tilapia meat. **LWT**, p. 111676, 2021.

SANTOS, L. D. et al. Dietary conjugated linoleic acid (CLA) for finishing Nile tilapia. **Aquaculture Nutrition**, v. 17, n. 2, p. e70-e81, 2011.

SEBRANEK, J. Midiendo la capacidad de retención de agua de los productos cárnicos. 2011.

SETYAWAN, Priadi et al. Current status, trends, and future prospects for combining salinity tolerant tilapia and shrimp farming in Indonesia. **Aquaculture**, v. 561, p. 738658, 2022.

SOUSA, Alison A. et al. Vegetable choline in feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) raised in a biofloc technology system (BFT): Biofloc composition, chemical composition, and fatty acid profiles in meat. **Aquaculture**, v. 545, p. 737174, 2021.

SOUZA, A. F. L.; INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializados no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 41, p. 289-296, 2011.

SOUZA, Maria Luiza Rodrigues et al. Mortadela de carne mecanicamente separada de aparas da filetagem de tilápia do Nilo Mortadella of mechanically separated meat from filleting Nile tilapia trimmings. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 3, p. 15925-15945, 2022.

SUMMO, C.; CAPONIO, F.; PASQUALONE, A. Effect of vacuum-packaging storage on the quality level of ripened sausages. **Meat Science**, v.74, p.249-254, 2006.

SCHULTER, Eduardo Pickler; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Texto para Discussão, 2017.

SHI, Haibo et al. Effects of the structure and gel properties of myofibrillar protein on chicken breast quality treated with ultrasound-assisted potassium alginate. **Food Chemistry**, v. 358, p. 129873, 2021.

STIZ, Edilaine Patrícia de Oliveira et al. Vantagens da produção de peixes em tanques-rede. In: **IV Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar**. 20 e 21 de maio de 2021. UNIFIMES.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R. S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria prima industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 59-159, 2003.

VERDINASSE, Daniela Genaro Pulzatto. Quibe elaborado com carne mecanicamente separada de tilápia e enriquecido com psyllium para introdução em alimentação escolar. 2022.

VIANA, Luiz de Souza. **Produção de tilápias em tanques-rede de pequeno volume na região metropolitana de Curitiba: estudo de casos.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, 2003.

VYNCKE, W. Direct Determination of the Thiobarbituric Acid Value in Trichloroacetic Acid Extracts of Fish as a Measure of Oxidative Rancidity. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

WAGNER, Ykaru Gomes; COELHO, Alexandre Bragança; TRAVASSOS, Guilherme Fonseca. Análise do consumo domiciliar de pescados no Brasil utilizando dados da POF 2017-2018. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, 2022.