



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

RAFAEL GOMES ABREU BACELAR

CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*): ALTERNATIVA DE TECNOLOGIA DISRUPTIVA NA INDÚSTRIA DE PESCADO

Teresina

2021

RAFAEL GOMES ABREU BACELAR

CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*): ALTERNATIVA DE TECNOLOGIA DISRUPTIVA NA INDÚSTRIA DE PESCADO

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - PPGCA da Universidade Federal do Piauí - UFPI, na área de concentração Sanidade e Reprodução Animal, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Maria Christina Sanches Muratori.

Teresina

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal do Piauí

Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

Serviço de Processamento Técnico

B117c Bacelar, Rafael Gomes Abreu

Carne Mecanicamente Separada de Tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*): alternativa de tecnologia disruptiva na
indústria de pescado / Rafael Gomes Abreu Bacelar - 2021.

90 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí,
Teresina, 2021.

“Orientadora: Prof^a.Dra. Maria Christina Sanches Muratori”

1. Peixe – Tilápia. 2. Ciência Animal. 3. Tilápia do Nilo.

I. Título.

CDD 639.34

Bibliotecária: Milane Batista da Silva – CRB-3/1005

RAFAEL GOMES ABREU BACELAR

CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*): ALTERNATIVA DE TECNOLOGIA DISRUPTIVA NA INDÚSTRIA DE PESCADO

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - PPGCA da Universidade Federal do Piauí - UFPI, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de Concentração: Sanidade e Reprodução Animal

Linha de Pesquisa: Qualidade de produtos de origem animal

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Maria Christina Sanches Muratori.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Maria Christina Sanches Muratori (UFPI)

Orientadora

Stella Regina Arcaño Medeiros

Prof.^a Dr.^a. Stella Regina Arcaño Medeiros (UFPI)

Examinadora externa ao programa

Rodrigo Maciel Calvet

Prof. Dr. Rodrigo Maciel Calvet (IFMA)

Examinador externo a instituição

Luciana Muratori Costa

Dr.^a. Luciana Muratori Costa (Fundação Municipal de Saúde- Teresina, PI)

Examinadora externa a instituição

Lilian Viana Teixeira

Prof.^a Dr.^a. Lilian Viana Teixeira (UFMG)

Examinadora externa a instituição

Glenda L. de O.C. Marinho

Prof.^a Dr.^a. Glenda Lídice de Oliveira Cortez Marinho (UFPI)

Examinadora externa ao programa

Dedico

À Deus, que sempre me amparou e me deu sabedoria.

Aos meus pais e as minhas irmãs, que sempre me apoiaram nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido força, determinação e refúgio nessa caminhada, por ter colocado pessoas tão especiais na minha vida.

À minha querida orientadora, Maria Christina Sanches Muratori por ter me guiado, ensinado, acolhido e levantado em todas as etapas da minha formação. Por me inspirar a trabalhar com vontade e paixão. Simplesmente, obrigado!

A todos os meus amigos de pós-graduação, do curso da Veterinária, e do NUEPPA, em especial: Aline Monte, Aline Dourado, Cristiane Evangelista, Maria da Penha, Juliana Abreu, João Farias, Juliana Alexandre, Julliet Teixeira, Aline Martins, Tatiana Alencar, Eldo José, Raizza Eveline, Francisco das Chagas Cardoso, Nayara Kellen, Tatiane Menezes, dentre tantos outros, minha imensa gratidão. Aos meus amigos de laboratório que colaboraram nesse projeto: José Humberto, Marília da Silva, Nathália Oliveira, Karina Rodrigues, Eveny Melo, Artur de Sousa, Juliana Pinho, Larisse Frota, e ao setor de Engenharia de Produção da UFPI.

A todos os funcionários que integram e integraram o NUEPPA, em especial, ao George Emanuel, Maria do Perpétuo Socorro, Sr. Aminthas Floriano Filho, Lusmarina Rodrigues, José Mauro Gomes, Francisco Lourenço, Mariane Próspero, seu Antônio e Edna. Meu imenso agradecimento pela prestatividade, profissionalismo e amizade.

Aos professores do NUEPPA, especialmente, a prof^a. Dr^a. Maria Marluvia Gomes Pereira Nóbrega e o prof. Dr. Manoel Henrique Klein Júnior, pela amizade, ensinamentos e colaboração.

A Universidade Federal do Piauí, por todo suporte e qualidade na estrutura. Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e a todos os funcionários e professores que o integram. Também agradeço a CAPES pela bolsa concedida e ao CNPq por ter financiado esse projeto.

A todos, os meus sinceros agradecimentos!

*“Mais do que máquinas precisamos de
humanidade.*

*Mais do que inteligência precisamos de
afeição e doçura.*

*Sem essas virtudes a vida será de violência
e tudo estará perdido. ”*

(Charles Chaplin)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	13
Referências	15
2 CAPÍTULO I	16
Resumo	16
Abstract	16
Introdução	17
Metodologia	18
Conclusão	24
Referências	25
3 CAPÍTULO II	31
Resumo	31
Introdução	31
Material e métodos	32
Resultados e discussão	36
Conclusão	43
Referências	44
4 CAPÍTULO III	50
Resumo	50
Introdução	50
Material e métodos	51
Resultados e discussão	56
Conclusão	64
Referências	64
5 CAPÍTULO IV	70
Resumo	70

Introdução.....	70
Material e métodos	71
Resultados e discussão	75
Conclusão	81
Referências	82
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
APÊNDICES	88

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição centesimal de Carne Mecanicamente Separada de tilápia de diferentes pesquisas.....	23
Tabela 2. Produtos alimentícios elaborados a partir CMS de Tilápia.....	24

CAPÍTULO II

Tabela 1. Análise de rendimento da CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI	38
Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas da CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI.....	39
Tabela 3. Resultados das análises de composição centesimal da CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI.....	40
Tabela 4. Resultados das análises de reação para gás sulfídrico e amônia, atividade de água e pH da CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI.....	42

CAPÍTULO III

Tabela 1. Ingredientes (%) utilizados para preparação dos nuggets com carne Mecanicamente Separada De Tilápia (MSM) e massa de mandioca.....	52
Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas da CMS produzida resíduos comestíveis de filetagem de tilápia e <i>nuggets</i> preparados com CMS e adição de massa de mandioca.....	57
Tabela 3. Resultados das análises físico-químicas das amostras de <i>nuggets</i>	58
Tabela 4. Resultados da análise sensorial das amostras de <i>nuggets</i>	62

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Formulações dos <i>nuggets</i> de CMS de tilápia com adição de massa de mandioca.....	72
---	----

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas dos <i>nuggets</i> de tilápia elaborados com os resíduos comestíveis descartados após filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, PI, durante a análise de vida de prateleira acondicionados a -18°C.....	76
Tabela 3. Resultados das análises físico-químicas dos <i>nuggets</i> de tilápia elaborado com os resíduos comestíveis descartados após filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, PI.....	78
Tabela 4. Resultados das análises de análise de capacidade de retenção de água e perda de água por cocção dos <i>nuggets</i> tilápia elaborado com os resíduos comestíveis descartados após filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, PI.....	80

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

Figura 1. Organograma da tese: produção de *nugget* de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*) com adição de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)14

CAPÍTULO II

Figura 1. Despoldadora desenvolvida para obtenção de CMS preparada com carcaças de tilápia descartadas após filetagem em um mercado público em Teresina, PI.....34

Figura 2. Fluxograma da produção de CMS elaborada com carcaças de tilápia descartadas após filetagem de tilápia realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI.....35

CAPÍTULO III

Figura 1. Fluxograma demonstrativo da produção dos *nuggets*.....53

Figura 2. Representação gráfica das pontuações médias da escala hedônica do teste de aceitação sensorial.....63

RESUMO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies de peixes mais cultivadas no mundo, o seu processo de filetagem resulta em uma grande geração de resíduos. Dentre as formas de utilização dos resíduos está a carne mecanicamente separada (CMS), que é aplicada na elaboração de alimentos, pois constitui uma alternativa nutritiva, de baixo custo e na redução dos impactos causados pelo descarte dos resíduos no meio ambiente. Com esse trabalho objetivou-se a produção de Carne Mecanicamente Separada de carcaças de tilápia resultantes do processo de filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, Piauí, e sua aplicação no desenvolvimento de *nuggets* com adição de massa de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Inicialmente foi feito um questionário sobre a geração e destinação dos resíduos de pescado. Em seguida foi feita a coletas das amostras de carcaças de tilápia para a produção de CMS, e posteriormente realizada as análises de: rendimento, caracterização microbiológica e físico-química. A partir da CMS de tilápia, foram desenvolvidas cinco formulações de *nugget* com adição de massa de mandioca, com realização das análises: microbiológicas, físico-químicas, sensorial e avaliação da vida de prateleira durante 90 dias. Com os resultados foi possível constatar que há uma grande geração de resíduos de filetagem no mercado e que tilápia é o principal peixe comercializado na região. A CMS de tilápia estava em conformidade para os aspectos microbiológicos e físico-químicos, constituindo-se como matéria-prima para elaboração de coprodutos seguros e nutritivos. Os *nuggets* preparados com CMS apresentaram padrões higiênico-sanitários adequados para consumo, e as análises físico-químicas caracterizaram como um produto rico em nutrientes. Para a análise sensorial, as formulações dos *nuggets* obtiveram boa aceitação dos atributos, com notas médias entre 6,6 e 7,4. Durante a análise de vida de prateleira, os *nuggets* apresentaram padrões higiênico-sanitários adequados e estabilidade físico-química durante o período de armazenamento. Conclui-se que a utilização de CMS de tilápia para elaboração *nugget* é uma boa forma para aproveitamento de carcaças que seriam descartadas, e que a adição de massa de mandioca pode ser acrescentada até 21,5% para obter *nuggets* preparados com CMS sensorialmente aceitos. Apresentou também, estabilidade durante a vida de prateleira, podendo ser estocados a -18 °C por 90 dias, preservando a segurança microbiológica e a qualidade físico-química. A elaboração desse produto é uma maneira de reduzir desperdícios e contaminação do meio ambiente, pelo descarte inadequado de resíduos de peixes.

Palavras-chave: Carne Mecanicamente Separada. Resíduos de peixe. *Manihot esculenta* Crantz. Peixe.

ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the most cultivated fish species in the world, its filleting process results in a large generation of waste. Among the ways to use waste is mechanically separated meat (MSM), which is used in the preparation of food, as it is a nutritious, low-cost alternative that reduces the impacts caused by the disposal of waste in the environment. The objective of this work was the production of Mechanically Separated Meat from tilapia carcasses resulting from the filleting process at the Fish Market in Teresina, Piauí, and its application in the development of nuggets with the addition of cassava mass (*Manihot esculenta* Crantz). Initially, a questionnaire was made about the generation and disposal of fish waste. Afterwards, samples of tilapia carcasses were collected for the production of MSM, and subsequently performed the analysis of: yield, microbiological and physical-chemical characterization. From the tilapia MSM, five nugget formulations were developed with the addition of cassava mass, with the following analyses: microbiological, physicochemical, sensory and evaluation of shelf life for 90 days. With the results it was possible to verify that there is a great generation of filleting residues in the market and that tilapia is the main fish commercialized in the region. The tilapia MSM was in compliance with regard to microbiological and physicochemical aspects, constituting a raw material for the preparation of safe and nutritious co-products. The nuggets prepared with MSM showed adequate hygienic-sanitary standards for consumption, and the physicochemical analyzes characterized them as a nutrient-rich product. For the sensory analysis, the formulations of nuggets had good acceptance of attributes, with average scores between 6.6 and 7.4. During the shelf life analysis, the nuggets showed adequate hygienic-sanitary standards and physicochemical stability during the storage period. It is concluded that the use of tilapia MSM for nugget preparation is a good way to use carcasses that would be discarded, and that the addition of cassava mass can be added up to 21.5% to obtain nuggets prepared with sensory accepted MSM. It also showed stability during shelf life, being able to be stored at -18 °C for 90 days, preserving microbiological safety and physicochemical quality. The preparation of this product is a way to reduce waste and environmental contamination, through the inappropriate disposal of fish waste.

Keywords: Mechanically Separated Meat. Fish waste. *Manihot esculenta* Crantz. Fish.

1 INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies de peixes mais cultivadas no mundo, da qual foram produzidas cerca de 6.4 milhões de toneladas em 2019, e 6.2 milhões de toneladas no ano de 2020. A produção brasileira foi de 400.280 toneladas em 2018, 432.149 toneladas no ano de 2019 e 486.155 toneladas em 2020. No Piauí foram produzidas aproximadamente 7.544 toneladas em 2019 e 7.700 toneladas em 2020 (PEIXE BR, 2019, 2020, 2021).

Embora a produção de tilápia seja um ramo muito produtivo, o processo de filetagem resulta em uma grande geração de resíduos, pois o rendimento do filé de tilápia é aproveitado em cerca de 30%, resultando em subutilização de 70% de resíduos que poderiam ser aproveitados como matéria prima para fabricação de coprodutos (MONTEIRO et al., 2014). A utilização dos resíduos da filetagem é uma alternativa para reduzir os impactos negativos gerados pelo descarte no meio ambiente, pois a aquicultura sustentável é baseada no uso racional dos recursos naturais no processo de produção, aplicando técnicas de gestão e aplicação de novas tecnologias (KIMPARA et al., 2012; PIRES et al., 2014).

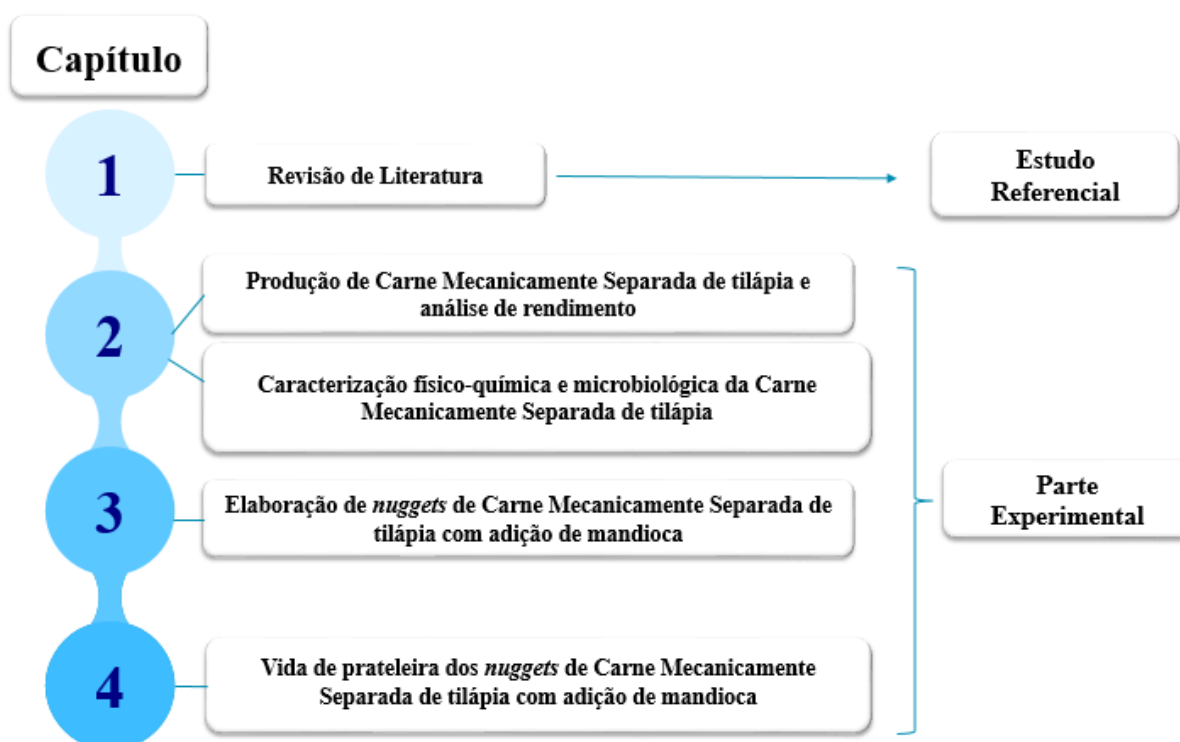
Dentre as formas de utilização dos resíduos de peixe, a carne mecanicamente separada (CMS) de peixe (“*minced fish*”, polpa de pescado, cominutado ou cominuído de pescado e carne de pescado desossado) é uma das opções mais viáveis (TOMAIUOLO et al., 2019). Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), a carne mecanicamente separada de pescado “é o 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, 2017).

A elaboração de alimentos à base de resíduos ou coprodutos de peixe constitui-se como alternativa para aumentar o consumo de pescado. Esse alimento nutritivo e saudável, pode ser oferecido para elaboração de novos produtos, dessa forma contribuirá para a redução de problemas nutricionais devido a carência de proteínas em dietas alimentares humanas e animais (PIRES et al., 2014).

Para tanto, o referencial teórico compreende o primeiro capítulo, onde está apresentado em formato do artigo “Utilização de resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos: uma revisão” de forma a subsidiar a validade científica da tese. O segundo capítulo “Carne mecanicamente separada de tilápia preparada com resíduos comestíveis oriundos da filetagem

em um mercado público” teve por objetivo produzir Carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do Mercado do Peixe de Teresina, Piauí, estimar a produção e destinação de resíduos, avaliar o rendimento, qualidade físico-química e microbiológica aborda as características físico-química e microbiológica da carne mecanicamente separada (CMS). Nuggets elaborados com Carne Mecanicamente Separada (CMS) de carcaças de tilápia e mandioca compõe o terceiro capítulo da tese demonstrando o desenvolvimento de nuggets de Carne Mecanicamente Separada produzida com resíduos de filetagem obtidos no mercado do peixe de Teresina, Piauí, Brasil, com adição de massa de mandioca. O quarto capítulo “Vida de prateleira de nuggets elaborados com CMS de tilápia e mandioca” tratou sobre a avaliação da vida de prateleira de nuggets elaborados com CMS de tilápia e mandioca durante 90 dias, conforme demonstrado na Figura 1 do organograma da tese.

Figura 1. Organograma da tese: produção de *nugget* de carne mecanicamnte separada de tilapia (*Oreochromis niloticus*) com adição de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)



REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução normativa nº6 de 15 de fevereiro de 2001. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Paleta Cozida, Produtos Cárneos Salgados, Empanados, Presunto tipo Serrano e Prato Elaborado Pronto ou Semipronto Contendo Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**. Seção 1. p. 60.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal-RIISPOA. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de março de 2017, nº. 62, Seção 1, p. 3.

KIMPARA, J.M.; ZAJDBAND, A.D.; VALENTI, W.C. Métodos para medir a sustentabilidade da aquicultura. **EMBRAPA Meio Norte**. Teresina. 72p. 2012.

MONTEIRO, M.L.G.; MÁRSICO, E.T.; LÁZARO, C.A.; RIBEIRO R.O.R.; JESUS R.S.; CONTE-JUNIOR, C.A. Farinhas e sopa instantânea de resíduos de tilápia como alternativas saudáveis para a indústria de alimentos. **Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 571 – 581, 2014.

PEIXE BR. Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário PeixeBr de Piscicultura 2019**.138 p. 2019.

PEIXE BR. Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário PeixeBr de Piscicultura 2020**. São Paulo: Peixe BR. 136p. 2020.

PEIXE BR. Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário PeixeBr de Piscicultura 2021**. São Paulo: Peixe BR. 71p. 2021.

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

TOMAIUOLO, M.; CHIARAVALLE, A.E.; MANGIACOTTI, M.; PETRELLA, A.; DI TARANTO, A.; IAMMARINO, M. Innovative techniques for identifying a mechanically separated meat: sample irradiation coupled to electronic spin resonance. **European Food Research and Technology**, v. 245, p. 2331-2341. 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s00217-019-03340-x>

2 CAPÍTULO I (REVISÃO DE LITERATURA)

Elaborado conforme as normas da revista Científica Rural

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FILETAGEM DE TILÁPIA NA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO

Rafael Gomes Abreu Bacelar¹, Maria Christina Sanches Muratori²

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, ²Professora Doutora do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Piauí.

RESUMO: Objetivou-se fazer uma revisão de literatura sobre a aplicação dos resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos. A revisão foi realizada por meio de bases de dados eletrônicas: PubMed, Scielo, Periódicos Capes, Lilacs e Google acadêmico. Utilizou-se de palavras-chave para filtrar a pesquisa: resíduos, tilápia, filetagem, peixe, *Oreochromis niloticus*, reaproveitamento. A tilápia do Nilo é uma das espécies de peixe mais cultivada no mundo, seu rendimento de filé pode atingir até 30% do peso do animal. O resíduo de pescado é um termo referente aos subprodutos resultantes do processamento de pescados. Com relação ao peixe, o material residual é constituído por sobras obtidas do processamento de filés ou outros cortes, que inclui a carne aderida aos ossos, cabeça, pele, ossos sem a carne, escamas e vísceras. Com esse estudo, conclui-se que a utilização dos resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos tem como propósito minimizar as perdas econômicas das indústrias, diminuição do impacto ambiental e também a oportunidade de inserir o peixe na culinária através do desenvolvimento de produtos.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, peixe, Carne Mecanicamente Separada, produtos.

USE OF TILAPIA RESIDUE IN FOOD TECHNOLOGY: A REVIEW

ABSTRACT: *The objective was to do a literature review on the application of tilapia filleting residues in food technology. The review was carried out through electronic databases: PubMed, Scielo, Capes Periodicals, Lilacs and Academic Google. Keywords were used to filter the search: residues, tilapia, filleting, fish, Oreochromis niloticus, reuse. The Nile tilapia is one of the most cultivated fish species in the world,*

its fillet yield can reach between 30 and 40% of the animal's weight. Fish waste is a term referring to by-products resulting from fish processing. With regard to fish, the residual material consists of remains obtained from the processing of fillets or other cuts that result in remains of meat, head, skin, bones, scales and viscera. And with this study, it is concluded that the use of tilapia filleting residues in food technology is intended to minimize the economic losses of industries, to reduce the environmental impact and also the opportunity to insert fish in cooking through product development.

Keywords: Oreochromis niloticus, fish, Mechanically Separated Meat, products.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o crescimento da produção aquícola mundial vem gerando uma grande quantidade de resíduos pelas indústrias de pescados, representando um desperdício significativo de recursos, que resulta em altas taxas de contaminação ambiental (SILVA, 2014).

A utilização integral do pescado ainda não é uma prática usual nas indústrias, sendo que, aproximadamente 60% do pescado processado é responsável pela geração de resíduos, enquanto apenas 40% são designados para o consumo (CHALAMAIH et al., 2012; TAHERGOABI et al., 2013).

Resíduo de pescado é um termo referente aos subprodutos e remanescentes de valor comercial relativamente baixo, resultantes do processamento de espécies aquáticas. Em relação ao peixe, o material residual é constituído por sobras obtidas do processamento de filés ou outros cortes que resultam em remanescentes como: carne, cabeça, pele, ossos, escamas e vísceras (OETTERER, 2002).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) é uma das espécies mais cultivadas no mundo, seu rendimento de filé pode atingir entre 30 e 40% do peso do animal. O remanescente é considerado resíduo de baixo valor comercial, que são subutilizados ou descartados pelas indústrias processadoras de filés (BOSCOLO; FEIDEN, 2007).

Essa matéria prima pode ser comercializada ou utilizada para elaboração de produtos secundários de alta qualidade nutricional através de tecnologias adequadas. A partir disso, espera-se que esses produtos sejam uma maneira para a diminuição

de problemas de má nutrição, deficiência de proteínas de elevado valor nutricional na dieta alimentar e na redução dos impactos negativos gerados pelo descarte da atividade industrial no meio ambiente (PIRES et al., 2014). Objetivou-se com essa revisão de literatura, realizar um estudo sobre a aplicação dos resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos.

METODOLOGIA

Para a busca dos artigos foram utilizados os correspondentes em inglês das palavra-chaves, além da combinação dos mesmos nas bases de dados PubMed, Scielo, Periódicos Capes, Lilacs e Google acadêmico. Além disso, os artigos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: publicações em inglês, português e espanhol, com um recorte temporal preferencialmente dos últimos 5 anos, conforme os textos disponíveis na íntegra e que abordassem os temas relacionados resíduos de peixe, tilápia, filetagem, peixe, *Oreochromis niloticus* e reaproveitamento.

DESENVOLVIMENTO

Produção, consumo e características gerais

Segundo a Associação Brasileira de Piscicultura, a produção nacional em 2017 foi de 691.700 toneladas de peixes e no ano de 2018 foram produzidas cerca de 722.560 toneladas, tendo um aumento de 4,5%. O relatório aponta que a tilápia teve produção de 400.280 toneladas em 2018, com crescimento de 11,9% em relação ao ano de 2017, representando (55,4%) de peixes de cultivo. Esses valores colocam o Brasil entre os quatro maiores produtores de tilápia do mundo, atrás de China, Indonésia e Egito, e à frente de Filipinas e Tailândia (PEIXE BR, 2019).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo per capita de 12 Kg de peixe por ano por habitante, sendo que a média global de consumo per capita de 18 Kg/ano (MPA, 2013). O brasileiro consumiu menos de 10 kg de peixes em 2018, estando abaixo do recomendado da FAO de 12 kg/hab/ano, e inferior à média mundial (PEIXE BR, 2019).

O consumo de carne de peixe pelo brasileiro, quando comparado a países da Europa, é classificado como baixo, já que fora do Brasil o consumo per capita chega a ser o dobro. Entretanto, esses dados variam de acordo com a estados brasileiros,

pois em alguns estados do Norte do país, o consumo de peixe chega a representar 70% do total de carnes. Quanto à preferência pela variedade de peixes, normalmente, os consumidores optam pelas espécies mais comuns em suas regiões (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016).

A tilápia do Nilo vem se destacando como uma das espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo nos últimos anos, e essa ascensão forte na aquicultura brasileira se deve às suas características, pois a espécie tem boa adaptabilidade, resistência, facilidade na reprodução, altas taxas de crescimento e sobrevivência (BARROSO et al., 2015). Já a preferência relacionada ao consumidor, está associada à sua carne branca firme, sabor delicado, baixo teor de gordura e calorias e ausência de ossos em forma de “Y” (SILVA et al., 2016).

Alguns estados brasileiros possuem melhores níveis de produção por terem cadeias em estágios mais avançados de estruturação, sendo autossustentáveis nos insumos básicos e no beneficiamento. No entanto, mesmo apresentando condições naturais privilegiadas para o desenvolvimento das mais diversas modalidades aquícolas, outros estados são menos competitivos e necessitam de maiores investimentos e iniciativa de novas políticas para produzir mais eficientemente (BRABO, 2014).

Resíduos de peixe

Os resíduos são as partes não aproveitadas de uma determinada produção ou partes descartadas por limitações tecnológicas ou mercadológicas, se caracterizam por não apresentar valor de mercado e o seu descarte acarretar danos ao meio ambiente quando feito de forma inadequada (REBOUÇAS et al., 2012).

A tilápia geralmente é comercializada na forma de peixe inteiro ou em filés (frescos ou congelados), sendo a filetagem sua principal forma de comercialização, pois esses produtos são os que apresentam importância significativa para mercado interno e exportação. Com isso, as indústrias de processamento, utilizam essa parte cárnea e descartam a espinha dorsal, músculo abdominal ventral, músculo hipaxial profundo e aparas finais de filé (GJERDE et al., 2012; OLIVEIRA FILHO et al., 2012; VIDAL et al., 2011). De acordo com Kubitzka e Campos (2006), para cada 1 kg de tilápia processada, aproximadamente 350g residual com carne aderida na carcaça

são gerados. Com isso, a busca por características desejáveis para a comercialização, somando com o baixo rendimento de filés (30%), tem como consequência, a geração de uma quantidade significativa de resíduo durante o processamento (MONTEIRO et al., 2014).

Os locais que vendem pescados *in natura* são as maiores fontes geradoras de resíduos, geralmente são carentes de tecnologias voltadas ao aproveitamento de resíduo e com grande processamento de subprodutos e quantidade elevada de descarte (GALVÃO; OETTERER, 2014). Apesar de várias atividades de processamento de pescados ocorrerem em maiores quantidades nas indústrias e haver muita dispersão de resíduos em efluentes, vale ressaltar, que, devido ao processo de modernização e a necessidade de mitigar impactos ambientais, houve uma crescente necessidade de desenvolver estratégias de processamento para maximizar o reaproveitamento dos componentes funcionais presentes nos resíduos comestíveis de pescado e os destinar à fabricação de produtos de alto valor nutricional (TAHERGORABI et al., 2013).

Os mercados públicos que comercializam pescado também são grandes geradores de resíduos, isso porque os comerciantes realizam filetagem e outros tipos de cortes, lavagem dos peixes, utensílios e instalações, produzindo uma quantidade considerável de resíduos de pescado (LEITE et al., 2016; GUIMARÃES et al., 2018).

A falta de reconhecimento do potencial de aproveitamento integral dessa matéria prima, ainda é a principal barreira para utilização na elaboração de outros produtos (CASTRO-MUÑOZ et al., 2016). Segundo o estudo de Dallabona (2013), o filé de tilápia do Nilo possui cerca de 78,8% de umidade, 16,3% de proteína, 3,2% de lipídios e 1,0% de cinzas.

Poluição ambiental e aspectos sustentáveis

Durante as etapas da cadeia produtiva de diversos segmentos da indústria alimentícia, é gerada uma quantidade significativa de resíduos, seja, desde a produção inicial até a sua comercialização. Diante desse fato, as indústrias alimentícias tanto de origem animal, quanto vegetal vem tendo uma crescente pressão para se tornarem responsáveis com os resíduos descartados no meio ambiente e os

impactos causados, sendo requeridas a viabilizarem formas diferentes de utilização destes resíduos (AGUIAR; GOULART, 2014).

Quando os resíduos são lançados no meio ambiente sem o tratamento adequado, podem ocasionar sérias alterações nas características da água, ar e do solo, e como consequência podem ser nocivos e altamente prejudiciais para a vida aquática e terrestre onde são descartados (LIMA, 2013). A principal consequência desse descarte é a eutrofização e redução de oxigênio, o que afeta a turbidez da água (LIN e YI, 2003). Pois, os resíduos descartados nos efluentes, causam a acumulação dos sólidos em suspensão, que podem ocasionar a redução da quantidade de luz que entram na água, prejudicando a vida dos organismos aquáticos. Esses materiais poluentes das indústrias pesqueiras são ricos em óleos, que quando lançados em ambiente aquático prejudicam a transferência de oxigênio na água, uma vez que se concentram na superfície da água (CHOWDHURY; VIRARAGHAVAN; SRINIVASAN, 2010).

Ao descartar no solo, terá impactos nocivos sobre a microflora e haverá a produção de materiais putrefativos e odores fétidos que por sua vez atrairão pragas urbanas e vetores que são importantes pelas inúmeras doenças que podem ser transmitidas ao homem e aos animais. Além disso, esse material orgânico em decomposição também é o habitat de microrganismos saprófitos (bactérias, protozoários e fungos) e atrai macrovetores (moscas, baratas e ratos) (KAUR et al., 2010).

A principais pragas urbanas, como ratos, baratas e moscas, e também animais predadores de pescado, como a garça e outras aves, oferecem risco contaminação cruzada entre os produtos expostos e as sobras incorretamente descartadas no ambiente, bem como, nos locais de comercialização, devido ao armazenamento incorreto e ausência de conhecimento de boas práticas manipulação (LEITE; SUCASAS; OETTERER, 2016).

Transformar esses resíduos sólidos descartáveis e poluentes em produtos com valor agregado é importante como base para o desenvolvimento sustentável do mundo moderno, reduzindo o desperdício de matéria-prima e promovendo a reciclagem para ter processos mais econômicos e com menor impacto ambiental (LIMA, 2013). Por se tratar de um resíduo com elevado valor biológico é importante

desenvolver formas viáveis para a fabricação de coprodutos com alto valor agregado, pois ainda tem sido realizado de forma irregular. As tecnologias devem visar o conjunto, promovendo a otimização da utilização dos resíduos, juntamente com uso de tecnologias limpas, buscando contaminação zero no meio ambiente e aproveitamento integral (PIRES et al., 2014).

Utilização na tecnologia de alimentos

Nos últimos tempos a indústria de alimentos vem tendo como principal desafio a produção de alimentos processados com valor nutricional adicional, que tenha propriedades acessíveis e boa característica sensorial (MONTEIRO et al., 2018). A utilização de resíduos de peixes, além de aplicar o conceito de sustentabilidade na produção, é uma opção para reduzir os custos, com elaboração de novos produtos, e consequentemente reduzir os resíduos orgânicos no meio ambiente (MAGALHÃES et al., 2019). O desenvolvimento de coprodutos é uma boa alternativa para atender as expectativas e anseios do consumidor moderno, que se preocupa com o consumo de alimentos diferenciados, como alimentos funcionais e alimentos que apresentam propriedades preventivas de doenças crônico-degenerativas (BARBOSA et al., 2010).

Durante a compra de produtos processados, é notável o interesse do consumidor nas informações presentes no rótulo, fazendo a associação da qualidade do valor nutricional, da marca, origem, presença do selo de inspeção e aspectos de sustentabilidade (MACIEL et al., 2013). Essa busca por informações das características de qualidade tem sido mais frequente pelos consumidores, principalmente por pessoas com maior grau de instrução/escolaridade, o que mostra o aumento da exigência (MANGAS et al., 2016).

A destinação dos resíduos de peixe na tecnologia de alimentos pode ser classificada em dois grupos, o primeiro destinado a produção animal, podendo ser utilizados como ingrediente para a ração animal, em processo artesanal ou industrial. Geralmente o aproveitamento é feito com a produção de óleo, silagem, farinha de peixe, compostagem de peixes e como fertilizantes. As partes aproveitadas nesse processo são: a cabeça, coluna vertebral., parte da carne aderida, pele e as escamas. Os resíduos aproveitados para alimentação humana são caracterizados pela utilização da carcaça com carne aderida e aparas obtidas durante a toailete dos filés, na maioria dos casos é feita pela produção de Carne Mecanicamente Separada

(CMS), e a partir desse processamento são elaborados vários tipos de produtos como: empanados, formatados, embutidos e reestruturados (AYROZA, 2011; NUNES, 2011; PIRES et al., 2014).

Resultados sobre a composição centesimal da CMS de tilápia de diferentes pesquisas estão representadas na tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal de Carne Mecanicamente Separada de tilápia de diferentes pesquisas

Parâmetros (%)				Fonte
Proteína	Lipídios	Cinzas	Umidade	
10,7	12,9	1,0	74,7	Sary et al., (2009)
14,6	4,66	0,8	79,0	Bordignon et al. (2010)
14,0	6,27	1,1	78,3	Kirschnik et al (2013)
21,0	2,3	0,7	76,0	Lustosa-Neto et al (2018)
12,4	10,6	1,7	75,0	Bernadino Filho e Xavier (2019)

As pesquisas mostram que a CMS é uma matéria prima rica em nutrientes, com destaque para os valores de proteína (10,7 a 21%) e lipídios (2,3 a 12,9%). Esses nutrientes possuem alto padrão e quando aproveitadas, oferecem produtos de qualidade. Segundo Stansby (1967), as proteínas presentes na musculatura da tilápia podem variar de 15% a 20%. Já os lipídios presentes na tilápia é composto principalmente por ácidos graxos monoinsaturados, poliinsaturados totais, saturados e ômega-3. A variação referente aos teores de lipídios, tem como causa mais recorrente a forma de limpeza da carcaça antes do processamento, pois a preservação do músculo abdominal aderido as carcaças da tilápia, pode acarretar em uma CMS rica em lipídios, pois esses tecidos são ricos em adiposidade (DALLABONA et al., 2013).

De acordo com os artigos pesquisados, os produtos mais desenvolvidos a partir da CMS, são: *fishburger*, empanados, embutidos, almôndegas, entre outros. A boa aceitação sensorial e alto valor nutricional, são características comuns entre esses produtos, pois são uma fonte rica de nutrientes. Na Tabela 2, seguem diferentes produtos elaborados a partir CMS de tilápia.

Tabela 2. Produtos alimentícios elaborados a partir CMS de Tilápia

Produto	Fonte
<i>Nugget</i>	Kirschnik (2007)
Bolinho e <i>Fishburger</i>	Sary et al., (2009)
Croquete	Bordignon et al., (2010)
Mortadela	Mélo et al. (2011)
Almôndegas	Oliveira, Cruz e Almeida, (2012)
<i>Quenelle</i>	Angelini et al., (2013)
Biscoitos e sopa de farinha de peixe	Barreto, Rocha e Ledo (2015)
Macarrão	Goes et al., (2016)

A aceitação sensorial de um produto é um aspecto importante, pois vai direcionar se o consumidor deverá aprovar a formulação. Em muitos trabalhos com elaboração de produtos utilizando CMS de tilápia, os autores buscam uma alternativa de inserir o pescado na alimentação infantil, atribuindo variações e agregando sabor com outros ingredientes secundários para conquistar esse público. Produtos como: embutido (SILVA et al., 2020), Almôndegas (LUSTOSA-NETO et al., 2018) e mortadela (MÉLO et al., 2011), obtiveram bons índices de aceitabilidade para suas amostras e os autores classificaram a produção de CMS como uma alternativa para agregar valor aos resíduos e uma forma de oferecer a população alimentos para incentivar o consumo de peixe, principalmente nas escolas. O planejamento de cardápios é uma etapa que visa promover a formação da educação nutricional, através da introdução de bons hábitos alimentares, garantindo qualidade na alimentação escolar. É importante nesse processo inserir no planejamento de cardápio, o consumo de alimentos regionais, de acordo com a época de safra. Essas ações visam diminuir a influência de guloseimas e lanches gordurosos, que se tornaram hábito alimentar rotineiro das crianças, e a introdução de alimentos mais saudáveis e nutritivos. (ALVES et al., 2001; MEDEIROS, 1999).

CONCLUSÃO

Conclui-se que a utilização dos resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos pode minimizar as perdas econômicas das indústrias, contribuir para a

mitigação do impacto ambiental e também aumentar a oportunidade de inserir o peixe na culinária por meio do desenvolvimento de produtos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G. P. S.; GOULART, G. A. S. Produção de óleo e farinha a partir de coprodutos de pescado provenientes da bacia Tocantins-Araguaia. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 1, n. 11, p. 67-71, 2014.

ALVES, R. C. C.; GALEZAZZI, M. A. M. **Controle de qualidade e planejamento de cardápios**. Programa Nacional de Alimentação Escolar. Brasília, 2001.

ANGELINI, M. F. C.; GALVÃO, J. A.; VIEIRA, A. M.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; SHIRAHIGUE, L. D.; CABRAL, I. S. R.; MODESTA, R. C. D.; GALLO, C. R.; OETTERER, M. Shelf life and sensory assessment of tilapia quenelle during frozen storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 1080-1087, 2013.

AYROZA, L. M. S. **Manual Técnico Piscicultura**. Campinas: CECOR-CATI-SAA, 2011. 246p.

BARBOSA, L.; MADI, L.; TOLEDO, M. A.; REGO, R. A. As tendências da alimentação. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. **Brasil Food Triends 2020**. São Paulo, 2010, p. 39-47.

BARRETO, N. S. E.; ROCHA, J. B.; LEDO, C. A. S. Elaboração de biscoitos e sopa usando farinha de peixe. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 48, n. 1, p. 57-61, 2015.

BARROSO, R. M.; TENÓRIO, R. A.; PEDROZA FILHO, M. X.; WEBBER, D. C.; BELCHIOR, L. S.; TAHIM, E. F.; CARMO, F. J.; MUEHLMANN, L. D. Gerenciamento genético da tilápia nos cultivos comerciais. **Embrapa Pesca e Aquicultura**. Palmas, TO. Série Documentos, v. 23. 64p. 2015.

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, Nº 2, p. 01-04, 2019.

BORDIGNON, A.C.; SOUZA, B.E.; BOHNENBERGER, C.C.H.; FIEDEN, A.; BOSCOLO, W.R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a

partir de CMS e aparas de corte em 'V' do filé e sua avaliação físicoquímica, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 32(1). 2010.

BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. **Industrialização de Tilápias**. Toledo: GFM Gráfica e Editora, 2007, 272 p.

BRABO, M. F.; DIAS, B. C. B.; SANTOS, L. D.; FERREIRA, L. A., VERAS, G. C.; CHAVES, R. A. Competitividade da cadeia produtiva da piscicultura no Nordeste paraense sob a perspectiva dos extensionistas rurais. **Informações Econômicas**, (44)5:1-13. 2014.

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

CHAMALAI AH, M.; DINESH KUMAR, B.; HEMALATHA, R.; JYOTHIRMAYI, T. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidante activities and applications: A review. **Food Chemistry**, v. 135, p. 3020–3038, 2012.

CHOWDHURY, P.; VIRAGHAVAN, T.; SRINIVASAN, A. Biological treatment processes for fish processing wastewater – A review. **Bioresource Technology**, Vol. 101, Issue 2, January 2010.

DALLABONA, B. R.; KARAM, L. B.; WAGNER, R.; BARTOLOMEU, D. A. F. S.; MIKOS, J. D.; FRANSCISCO, J. G. P.; MACEDO, R. E.; KIRSCHNIK, P. G. Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.42, n.12, 2013.

GALVÃO, J.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 237 p.

GJERDE, B.; MENGISTU, S.B.; ØDEGÅRD, J.; JOHANSEN, H.; ALTAMIRANO, D.S. Quantitative genetics of body weight, fillet weight and fillet yield in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.342-343, p.117-124, 2012.

GOES, E. S. R.; SOUZA, M. L. R.; MICHKA, J. M. G.; KIMURA, K. S.; LARA, J. A. F.; DELBEM, A. C. B.; GASPARINO, E. Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia nutritional and sensory characteristics. **Food Science and Technology**. v. 36, n.1, p.76-82, 2016.

GUIMARÃES, J.T.; SOUZAA, A.L.M.; BRÍGIDA, A.I.S.; FURTADO, A.A.L.; CHICRALA, P.C.M.S.; SANTOS, V.R.V.; ALVES, R.R.; LUIZ, D.B.; MESQUITA, E. F.M. Quantification and characterization of effluents from the seafood processing industry aiming at water reuse: A pilot study. **Journal of Water Process Engineering**, v.26, p.138-145, 2018.

KAUR, A.; VATS, S.; REKHI, S.; et al. Physico-chemical analysis of the industrial effluents and their impact on the soil microflora. **Procedia Environmental Sciences**, Vol. 2, Pages 595-599, 2010.

KIRSCHNIK, P. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

KIRSCHNIK, P.G.; TRINDADE, M.A.; GOMIDE, C.A.; MORO, M.E.G.; VIEGAS, E.M.M. Estabilidade em armazenamento da carne de tilápia-do-nilo mecanicamente separada, lavada, adicionada de conservantes e congelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 48(8): 935-942. 2013.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L. Aquicultura no Brasil. Conquistas e Desafios. **Panorama da Aquicultura**, v.25, n.150, p.11-13, 2015.

LEITE, S. B. P.; SUCASAS, L. F. A.; OETTERER, M. Resíduos da comercialização de pescado marinho – volume de descarte e aspectos microbiológicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.10, n.1, p.2112-2125, 2016.

LIMA, L. K. F. Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do Pescado. Palmas: Embrapa, 2013.

LIN, C.K.; YI, Y. Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud. **Aquaculture** (Amsterdam, Netherlands), 226(1-4): 57-68. 2003.

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

LUSTOSA-NETO, A.D.; NUNES, M.L.; MAIA, L.P.; BARBOSA, J.M.; LIRA, P.P.; FURTADO-NETO, M.A.A. Almôndegas de pirarucu e tilápia nilótica: caracterização e

aplicação na merenda escolar, **Acta of fisheries and aquatic resources**, 6(2): 1-12. 2018.

MACIEL, E. S. et al. Application of exploratory factor analysis to asses' fish consumption in a university community. **Food Science and Tecnology**, v.33, n.1, p.99-106, 2013.

MAGALHÃES, A.O.; MÁRSICO, E.T.; SOARES JÚNIOR, M.S.; MONTEIRO, M.L.G. Evaluation of the technological quality of snacks extruded from broken grains of rice and mechanically separated tilapia meat flour. **Boletim do Instituto de Pesca** ,45(2): e429, 2019.

MANGAS, F. P et al. Caracterização do perfil dos consumidores de peixe no município de Belém, estado do Pará, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 4, p. 839- 857, 2016.

MEDEIROS, D. D. **Manual do conselho de alimentação escolar**. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, 1999.

MÉLO, H. M. G.; MOREIRA, R. T.; DÁLMAS, P. S.; MACIEL, M. I. S.; BARBOSA, J. M.; MENDES, E. S. Viabilidade da utilização da carne mecanicamente separada (CMS) de Tilápia do nilo na elaboração de um produto tipo "mortadela". **ARS Veterinaria**, v. 27, n. 1, p. 22-29, 2011.

MONTEIRO, M.L.G.; MÁRSICO, E.T.; SOARES JUNIOR, M.S.; DELIZA, R.; OLIVEIRA, D.C.R.; CONTE-JUNIOR, C. Tilapia-waste flour as a natural nutritional replacer for bread: a consumer perspective. **PLoS One**, 13(5): 2018.

MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura/Brasil**. 2011. Brasília. v. 3, 101p, 2013.

NUNES, M. L. Farinha de pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011, p. 362-371.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, p. 200, 2002.

OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; VIEGAS, E.M.M.; KAMIMURA, E.S.; TRINDADE, M.A. Evaluation of physicochemical and sensory properties of sausages made with washed

and unwashed mince from Nile tilapia by-products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, 21(3): 222-237. 2012.

OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, G. R. B.; ALMEIDA, N. M. Características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de "almôndegas" à base de polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Ciências biológicas e da saúde**, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2012.

PEIXE BR- Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2019**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2019.138 p.

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

REBOUÇAS, M.C.; RODRIGUES, M.C.P.; CASTRO, R.J.S.; VIEIRA, J.M.M. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 697-704, 2012.

SARY, C., FRANCISCO, J. G. P., DALLABONA, B. R., MACEDO, R. E. F. M., GANECO, L. N., KIRSCHNIK, P. G. Influência da lavagem da carne mecanicamente separada de tilápia sobre a composição e aceitação de seus produtos. **Rev. Acad., Ciênc. Agrar. Ambient.**, 7(4): 423-432. 2009.

SILVA, A.R.; ARCANJO, N.M.O.; JERÔNIMO, H.M.A.; MARTINS, A.C.S.; SILVA; R.S.; VIERA, V.B. Elaboração e índice de aceitabilidade de embutido obtido a partir do resíduo de tilápia (*Oreochromis niloticus* L.). **Rev.Bras.de Gestão Ambiental**. 14(01)64-68. 2020.

SILVA, J. F. X.; RIBEIRO, K.; SILVA, J. F.; CAHÚ, T. B.; BEZERRA, R. S. Utilization of tilapia processing waste for the production of fish protein hydrolysate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 196, p. 96-106, 2014.

SILVA, L.M.; SAVAY-DA-SILVA, L.K.; ABREU, J.G.; FIGUEIREDO, E.E.S. Determinação de índices morfométricos que favorecem o rendimento industrial de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, 42(1): 252-257. 2016.

STANSBY, M.E. **Proximate Composition of fish**. Fish in Nutrition. 1962. 55-61.

TAHERGORABI, R.; BEAMER, S.K.; MATAK, K.E.; JACZYNSKI, J. Chemical properties of x-3 fortified gels made of protein isolate recovered with isoelectric solubilisation/precipitation from whole fish. **Food Chemistry**, n.139, p.777–785, 2013.

VIDAL, J.M.A.; RODRIGUES, M.C.P.; ZAPATA, J.F.F.; VIEIRA, J.M.M. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. **Ciência Agrônômica**, 42(1):7. 2011.

3 CAPÍTULO II

Elaborado conforme as normas da revista Acta Scientiarum. Animal Sciences

Carne mecanicamente separada de tilápia preparada com resíduos comestíveis oriundos da filetagem em um mercado público

Resumo

Este estudo objetivou produzir Carne Mecanicamente Separada (CMS) de carcaças de tilápia do Mercado do Peixe de Teresina, Piauí, bem como, estimar a produção e destinação desses resíduos, avaliar seu rendimento, qualidade físico-química e microbiológica. Inicialmente foi aplicado um questionário para os comerciantes do mercado, e em seguida realizada a coleta de carcaças de tilápia para a produção de CMS, e partir desta, feitas as análises de rendimento, análises microbiológicas (enumeração de *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* spp.), e análises físico-químicas (umidade, cinzas, proteína, lipídios, carboidratos, calorias, atividade de água, pH, reação para gás sulfídrico e amônia). Os resultados do questionário mostraram que a tilápia é um dos peixes mais requeridos no mercado e o seu processamento é um importante gerador de resíduos. A análise de rendimento mostrou que a CMS possui boa taxa de extração da carne residual da carcaça. As análises microbiológicas apresentam conformidade com a legislação vigente no Brasil. Os resultados físico-químicos foram: proteína (14,9 a 16,1%), lipídios (16,6 a 22,1%), cinzas (1,3 a 2,8%), umidade (60,6 a 64,1%), carboidratos (0,6 a 1,5%) e calorias (216,5 a 263,1 kcal/100). Conclui-se que a CMS de tilápia do Mercado do Peixe de Teresina constitui um alimento seguro e nutritivo, sendo uma alternativa viável para a elaboração de coprodutos.

Palavras-chave: CMS, filé, Mercado do peixe, *Oreochromis niloticus*, peixe.

Introdução

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies de peixe mais cultivadas no mundo. No ano de 2020 foram produzidas 6.2 milhões de toneladas, com incremento de 2,0% em relação ao ano anterior. A produção brasileira em 2020 foi de cerca de 486.155 toneladas, com crescimento de 12,5% em relação a 2019 (Peixe BR, 2021).

A tilápia é encontrada para comercialização na sua forma inteira, eviscerada, cortada em postas ou em filé. O principal processamento é a filetagem, realizada pela remoção da porção óssea, fornecendo ao consumidor apenas a porção muscular. Os resíduos da filetagem

podem representar 60% do peso dos peixes pelo descarte das vísceras, da cabeça, da pele e da carcaça (Chalamaiah et al., 2012). A carcaça é formada por resíduos comestíveis da musculatura aderida à coluna vertebral (músculo abdominal ventral e músculo hipoaxial profundo) e pelas aparas da toailete (Gjerde et al., 2012; Oliveira Filho et al., 2012).

O aproveitamento de resíduos comestíveis da filetagem evita desperdícios, reduz custos de produção e diminui poluição ambiental. O desenvolvimento de alternativas tecnológicas para esses resíduos permite que alimentos sejam oferecidos em formas diferenciadas, além de favorecer a geração de empregos e o desenvolvimento sustentável (Bernadino Filho & Xavier, 2019). Além disso, a carcaça de tilápia possui alto valor nutritivo, com teor significativo de proteínas e lipídeos (Bucker et al., 2020).

A produção de Carne Mecanicamente Separada (CMS) é uma alternativa para minimizar os desperdícios e aproveitar a matéria-prima residual, pois a CMS de peixe é obtida da carcaça remanescente do processo de filetagem, separando a musculatura aderida aos ossos da carcaça dos peixes através de um processo mecânico, e utilizada como base para elaboração de produtos alimentícios (Vidal et al., 2011).

Os mercados públicos que comercializam pescado *in natura* são considerados importantes geradores de resíduos, produzidos principalmente pela filetagem dos peixes. Esse processamento está ligado à exigência do cliente no momento da compra de não levar esses resíduos para casa; conseqüentemente, há o acúmulo de uma grande quantidade de resíduos descartados nos mercados, conforme a rotina de trabalho (Costa & Souza, 2012; Souza et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se preparar CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, Piauí, e também avaliar o rendimento, realizar análises físico-químicas, microbiológicas, e estimar a produção e a destinação de resíduos do mercado do peixe por meio de aplicação de questionário.

Material e Métodos

Inicialmente foi realizada uma visita ao Mercado do Peixe de Teresina, Piauí, Brasil (05°05'21"S; 42°48'05"W), que funciona como entreposto que comercializa e distribui diversas espécies de pescado.

A coleta de dados foi realizada pela técnica qualitativa, em contato direto com os comerciantes do mercado, por meio de um questionário previamente elaborado (Apêndice A), e por fontes primárias, visando à identificação das principais espécies de peixes comercializadas no local, a forma de processamento dos peixes e os resíduos gerados pela filetagem realizada pelos comerciantes (armazenamento, comercialização, possíveis perdas e destinação final). O questionário consistiu em sete perguntas abertas a serem respondidas pelo entrevistado, as quais foram elaboradas e testadas antes de serem efetivamente aplicadas.

Após aplicação do questionário para os responsáveis dos 14 boxes de venda do mercado, foi escolhido o box de maior expressão de venda diária para realizar a coleta do experimento. Foram adquiridas dez carcaças de tilápia do Nilo por coleta, resultantes da filetagem manual realizada pelos feirantes do box. As carcaças possuíam a musculatura aderida à parte óssea (coluna vertebral, costelas e ossos de sustentação das nadadeiras) e estavam sem cabeça e pele. As amostragens ocorreram quinzenalmente em sete sábados, que era o dia da semana de maior venda, totalizando setenta carcaças ao final do experimento. As carcaças foram armazenadas em caixa isotérmica com gelo reciclável para transporte até o Setor de Tecnologia de Pescado pertencente ao Núcleo de Estudos e Pesquisas e Processamento em Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Produção de CMS

Para a produção de CMS, foi desenvolvida pela equipe do NUEPPA e da Engenharia de Produção da UFPI uma despoldadora de peixe compacta (modelo SPx100), para obtenção da carne mecanicamente separada, com sua fabricação realizada por uma siderúrgica local (Figura 1). Essa máquina de pequeno porte foi elaborada especialmente para o desenvolvimento deste projeto, para ser utilizada para preparo de CMS por comerciantes de mercados e pequenas empresas de filetagem que geram produção média de resíduos comestíveis de peixes (processo de patente em andamento).



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 1. Despoldadora desenvolvida para obtenção de CMS preparada com carcaças de tilápia descartadas após filetagem em um mercado público em Teresina, PI

Análise de Rendimento

Após cada coleta, foram retirados os restos de vísceras remanescentes nas carcaças de tilápia. Em seguida, foram lavadas em água corrente e imersas em água hiperclorada com 5,0 ppm de cloro residual livre por dez minutos. Na sequência, as carcaças foram pesadas, e depois processadas na despoldadora de peixe para obtenção da CMS, que foi pesada para o cálculo de rendimento, conforme a fórmula:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Peso da CMS}}{\text{Peso da carcaça}} \times 100$$

De cada processamento de CMS foram retiradas assepticamente cinco porções de 200 g para análise microbiológica e mais cinco porções de 200 g para as análises físico-químicas. O fluxograma de produção da CMS está demonstrado na figura 2.

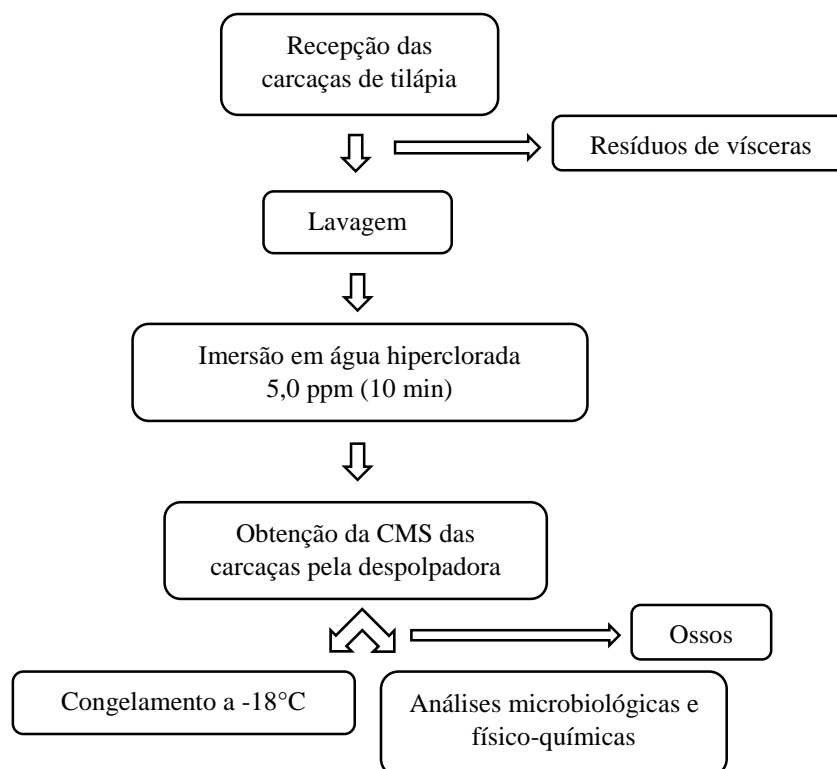


Figura 2. Fluxograma da produção de CMS elaborada com carcaças de tilápia descartadas após filetagem de tilápia realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas conforme a metodologia proposta pela APHA (2015). Foram realizadas as análises para os seguintes microrganismos: contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, detecção de *Salmonella* spp. e enumeração de *Escherichia coli*, propostas pela RDC nº 60 (Brasil, 2019).

Análises físico-químicas

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata. Para determinação do teor de proteína foi utilizado o método de micro-Kjeldahl, com fator 6,25 de nitrogênio para proteína (MAPA, 2014a).

A análise do teor de lipídios foi feita com a utilização do extrator Soxhlet, utilizando éter de petróleo (MAPA, 2014b). O teor de umidade foi realizado por dessecação em estufa até obtenção de peso constante e o teor de cinzas foi determinado pela incineração em forno mufla a 550° C, durante quatro horas (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O teor de carboidratos foi determinado calculando o somatório dos resultados de umidade, proteínas, lipídios e cinzas e subtraindo os valores por 100.

A determinação de calorias foi realizada aplicando fatores de conversão: 4 kcal/g de proteínas, 4 kcal/g de carboidratos e 9 kcal/g de lipídios (Brasil, 2003).

A análise de atividade de água foi realizada utilizando um aparelho portátil (Decagon Pawkit digital). Para isso, transferiram-se 5,0 g da amostra para o recipiente do próprio aparelho e depois da estabilização procedeu-se a leitura.

Para a análise de pH foram transferidas 10 g da amostra para um frasco Becker e foram adicionados 100 mL de água destilada. Depois foi utilizado o pHmetro (Hanna, modelo 21pH/mv meter), introduzindo o eletrodo do aparelho na amostra para realização da leitura.

A determinação da amônia foi realizada pela observação pela presença de vapor branco no tubo de ensaio formado pela reação com o cloreto de amônio (Instituto Adolfo Lutz, 2008). A prova de Éber para gás sulfídrico (H_2S) foi realizada pela comparação da mancha da amostra com a do padrão de sulfeto de sódio mono-hidratado ($Na_2S \cdot 9H_2O$) (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana (CEP) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 89732318.3.0000.5214, para realização do questionário aos comerciantes do Mercado do Peixe de Teresina, Piauí, Brasil.

Análise estatística

Para avaliação dos resultados, foi realizada verificação da normalidade, seguida da análise de variância (ANOVA), com a utilização do teste Holm-Sidak para confrontar a existência de diferenças significativas entre as médias das variáveis, adotando-se o nível de significância de 5,0%. Para as análises microbiológicas, os dados foram normalizados transformando-os em $\log^{10(x+1)}$. A análise estatística foi realizada utilizando o software Sigmastat 4.0.

Resultados e discussão

Questionário

Os comerciantes do mercado que foram entrevistados informaram que os peixes mais vendidos no local são: 31% tilápia (*Oreochromis* sp.), 28% pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), 15% piratinga (*Brachyplatystoma filamentosum*), 11% tambaqui (*Colossoma macropomum*), 11% branquinho (*Curimatidae*), 2% salmão (*Salmo salar* L.) e 2% surubim (*Pseudoplatystoma* sp.).

Foi observado que os processamentos mais requeridos pelos consumidores são: descamação (42,1%), filetagem (31,6%) e evisceração (26,3%), todos geradores de resíduos. O mercado possui uma área destinada ao armazenamento dos descartes dos resíduos orgânicos, visando a reduzir a presença de urubus, gatos, cães, ratos, insetos, entre outros animais em torno do mercado.

Os comerciantes informaram ainda que os resíduos comestíveis de peixes gerados pela filetagem em seus boxes têm destinação variável: doação para populares (41,4%), vendas (34,5%), consumo próprio (13,8%), entrega para os clientes (6,9%) e destinação ao descarte (3,4%). Souza et al. (2019) pesquisaram em um mercado que comercializava pescado em Belém, PA, e constataram que a filetagem era o processamento mais solicitado pelos consumidores locais e as carcaças remanescentes eram doadas para populares ou descartadas em aterro sanitário, assim como no presente estudo.

Outro parâmetro pesquisado durante a entrevista com os comerciantes foi a forma de armazenamento dos resíduos comestíveis de peixe antes da destinação final. Grande parte dos comerciantes informou que os mantém congelados (-18°C) em freezers domésticos dos seus boxes (64,3%). Outros acondicionavam em caixa isotérmica com gelo (28,6%) ou expostos à temperatura ambiente em recipientes (7,1%).

Quanto à destinação dos resíduos não comestíveis de peixes (vísceras, ossos, escamas e pele), os comerciantes entrevistados disseram que armazenam em recipiente de lixo próprio até levar para área de descarte externa ao mercado. Segundo eles, a destinação final ao aterro sanitário é realizada pela prefeitura municipal de Teresina através do sistema de coleta pública. Os resíduos não comestíveis também são matéria-prima que poderia ser utilizada para elaboração de coprodutos como compostagem, silagem e farinha, o que reduziria problemas ambientais e a demanda de abertura de novas áreas de aterro. Também reduziria os custos de transporte desses resíduos.

Análise de rendimento

Os resultados referentes à análise de rendimento da CMS elaborada com carcaças de tilápia descartadas após filetagem de tilápia realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, Piauí, estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de rendimento da CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI

Coletas (datas em 2019)	Carcaça (g)	CV	CMS (g)	CV	Rendimento (%)
1 (16/03)	229,6 ^a ±35,2	15,3	125,4 ^a ±27,0	21,5	54,4 ^a ±7,4
2 (30/03)	167,5 ^b ±20,2	12,1	78,2 ^b ±20,0	25,6	46,2 ^a ±8,1
3 (13/04)	192,8 ^{ab} ±28,4	14,7	95,1 ^b ±19,9	20,9	46,2 ^a ±8,6
4 (27/04)	211,9 ^a ±30,5	14,4	95,7 ^b ±14,8	15,5	45,5 ^a ±6,7
5 (11/05)	203,5 ^{ab} ±18,8	9,2	99,7 ^b ±11,5	11,5	49,1 ^a ±5,0
6 (25/05)	196,1 ^{ab} ±20,9	10,7	93,0 ^b ±13,1	14,1	47,3 ^a ±4,0
7 (08/06)	196,1 ^{ab} ±33,5	17,1	87,0 ^b ±18,5	21,3	47,3 ^a ±5,0
Total	14,3 kg		6,8 kg		

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Holm-Sidak ($p < 0.05$). Dados expressos em média \pm desvio-padrão. CV = coeficiente de variação.

Pode-se observar que houve diferença significativa entre as coletas ($p < 0,05$). Essa variação pode ser atribuída às datas de coletas realizadas em dias diferentes, aos fornecedores e à variação individual dos peixes conforme o período de despesca, pois é possível encontrar animais com peso variável durante a comercialização. Segundo Kirschnik e Macedo-Viegas (2009), a produção de CMS também representa uma forma viável para aproveitar ao máximo o potencial de produção de peixes que não atingiram o peso médio ideal para comercialização.

O aproveitamento das carcaças de peixes varia conforme espécie, formato, tamanho e forma de processamento (Rossato et al., 2018). Pode-se observar que o rendimento de CMS das carcaças de tilápia não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), embora não tenham sido coletadas no mesmo dia. Em média, os rendimentos oscilaram entre 46,2% e 54,4% (Tabela 1). Esses valores são próximos aos rendimentos de CMS de carcaça de tilápia obtidos por Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) e Gryscek et al. (2003), que foram 46,9 % e 51,7%, respectivamente.

A quantidade de carne extraída e a qualidade da CMS dependem da toailete das carcaças, do tipo de despoldadora 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 entre 1,0 e 2,0 mm; o tamanho reduzido das partículas musculares favorece que haja maior desintegração do músculo, interferindo na cor e na textura da CMS (Tenuta-Filho & Jesus, 2003). O cilindro da despoldadora utilizada para

produção de CMS possuía orifícios com 1,19 mm. Esse fator garantiu que a massa obtida tivesse consistência e cor uniformes, sem presença de ossos e tecido conjuntivo.

Em sete coletas, durante um período de quase três meses de pesquisa no mercado, foram coletados 14,3 kg de carcaças (setenta unidades) que possibilitaram a produção total de 6,8 kg de CMS (Tabela 1). Essa coleta fazia parte dos 34,5% de resíduos comestíveis diários destinados para venda direta para seus clientes do box selecionado para a amostragem. Pelo declarado na entrevista, os comerciantes descartavam 3,4% de resíduos diariamente, que poderiam significar uma renda extra caso fossem aproveitados para produzir e comercializar CMS.

Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas das amostras de CMS de tilápia não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para as análises de enumeração de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* spp. (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas da CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI

Coletas (data em 2019)	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/ g ⁻¹)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> spp. (em 25 g)
1 (16/03)	<1,0	<0,3	Ausência
2 (30/03)	<1,0	<0,3	Ausência
3 (13/04)	0,6±1,5	<0,3	Ausência
4 (27/04)	1,4±1,9	<0,3	Ausência
5 (11/05)	1,3±1,8	<0,3	Ausência
Legislação (Brasil, 2019)	3,0	2,7	Ausência

UFC/g⁻¹ = Unidades formadoras de colônias por grama em números logarítmicos. Probabilidade ($p < 0,05$).
NMP/g⁻¹: Número mais provável por grama em números logarítmicos.

Os resultados estão em conformidade com o estabelecido pela instrução normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2019), estando, portanto, próprio para consumo humano. Resultados microbiológicos satisfatórios de CMS de tilápia também foram observados por Lustosa-Neto et al. (2018) e Fogaça et. al. (2015). Apesar das carcaças terem sido obtidas em um mercado público, foi possível produzir CMS com qualidade microbiológica adequada (Tabela 2), provavelmente pela observação das boas práticas de fabricação em todas as etapas do fluxograma adotado (Figura 2), e da provável redução da

microbiota pré-existente com a imersão em água hiperclorada, pois as condições microbiológicas da CMS estão relacionadas a diversos fatores, dentre eles a qualidade da matéria-prima e as boas práticas de fabricação durante o processamento.

Análises físico-químicas

Os resultados referentes à composição centesimal das amostras de CMS de tilápia estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados das análises de composição centesimal da CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI

Coleta (data em 2019)	Parâmetros (%)					
	Proteína	Lipídios	Carboidratos	Umidade	Cinzas	Calorias*
1 (16/03)	16,1 ^a ±0,2	16,6 ^c ±1,1	0,8 ^a ±0,8	64,1 ^a ±0,8	2,8 ^a ±0,04	216,5 ^c ±5,8
2 (30/03)	15,5 ^a ±0,5	19,7 ^b ±0,6	0,6 ^a ±0,5	61,4 ^b ±1,0	2,7 ^a ±0,09	242,3 ^b ±6,7
3 (13/04)	15,4 ^a ±2,4	19,9 ^b ±0,6	1,2 ^a ±1,9	61,4 ^b ±0,4	2,3 ^b ±0,02	246,3 ^b ±4,0
4 (27/04)	14,9 ^a ±1,3	19,3 ^b ±0,1	1,5 ^a ±1,9	63,4 ^{ab} ±2,0	1,6 ^b ±0,21	238,9 ^b ±8,5
5 (11/05)	15,1 ^a ±1,04	22,1 ^a ±0,1	0,9 ^a ±1,0	60,6 ^b ±0,7	1,3 ^c ±0,07	263,1 ^a ±6,0

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Holm-Sidak ($p < 0.05$). Dados expressos em média \pm desvio-padrão. *: valores expressos em quilocalorias (kcal) em 100 g de amostra.

A CMS preparada apresentou percentual proteico semelhante ($p < 0,05$) (Tabela 3), com valores dentro do esperado para a musculatura da tilápia, que pode variar de 10,75% a 17,74% (Bernadino Filho & Xavier, 2019). A CMS de tilápia é uma fonte proteica de origem miofibrilar, sarcoplasmática e estromática que pode servir como base para preparo de produtos alimentícios tais como: concentrado proteico, surimi, kamaboko, embutidos ou emulsionados, empanados, dentre outros (Kirschnik et al., 2009; Gonçalves, 2011; Rebouças et al., 2012).

Os teores de lipídios na CMS variaram entre 16,6% e 22,1% (Tabela 3). De um modo geral, a musculatura da tilápia pode conter de 2,17% a 15,37% de lipídios (Bernadino Filho & Xavier, 2019). Aspectos fisiológicos, tipo de alimentação e estação do ano são fatores determinantes para os teores de lipídios nos peixes (Bordignon et al., 2010; Vidotti & Martins, 2010). Porém, o processo de filetagem pode manter tecido adiposo aderido na carcaça, e

consequentemente aumentar esses percentuais (Dallabona et al., 2013), podendo caracterizar um acréscimo de 6,13 a 7,02% no teor de lipídios (Coradini et al., 2019). Com isso, os valores obtidos no presente estudo podem ser explicados pela preservação dos tecidos adiposos na musculatura abdominal das carcaças utilizadas no preparo da CMS.

A musculatura do peixe é caracterizada por conter baixos teores de carboidrato, geralmente entre 0,3 e 1,0%. Estes são observados principalmente na forma de glicogênio e mucopolissacarídeos (Ogawa & Maia, 1999; Minozzo, 2011). Os valores obtidos para os carboidratos foram de 0,6 a 1,5% (Tabela 3). Esse fato pode ter ocorrido provavelmente pela permanência residual do glicogênio na musculatura dos peixes recém-abatidos procedentes de piscicultores locais e pela manutenção da cadeia de frio. O esmagamento das fibras musculares durante o processamento para extração da CMS também pode ter favorecido a permanência dos carboidratos na musculatura.

Houve diferença significativa entre as coletas ($p < 0,05$) para o teor de umidade da CMS, que variou entre 60,6 e 64,1% (Tabela 3). Autores obtiveram valores de umidade em CMS de tilápia do Nilo que oscilaram entre 59,36% (Macedo et al., 2020) e 76,9% (Scudeler et al., 2020). A umidade é um parâmetro que influencia na vida de prateleira, qualidade higiênico-sanitária e organoléptica, sendo necessário empregar técnicas de conservação que garantam a estabilidade da matéria-prima (Oliveira et al., 2013).

O teor de cinzas em peixes pode variar conforme espécie, idade, sexo, aspecto nutricional e tipo de criação (Bery et al., 2012), podendo ter valores entre 0,1% e 3,3% (Contreras Guzmán, 2002). Porém, a concentração de cinzas na CMS de tilápia também é influenciada pelo processo de despulpagem, podendo aumentar devido ao percentual de ossos moídos durante a elaboração dessa matéria-prima (Daga et al., 2020).

Em geral, a musculatura da tilápia fornece 117 kcal/100 g (Ferreira, Militani, & Duarte, 2012), e o músculo abdominal ventral 112,5 a 132,9 kcal/100 g (Coradini et al., 2019). Os resultados referentes a calorias da CMS de tilápia apresentaram valores com diferença significativa ($p < 0,05$), que variaram de 216,5 a 263,1 kcal/100 g. Ao analisar a Tabela 3, pode-se verificar que esses percentuais foram decorrentes principalmente dos altos teores de lipídios, provavelmente causados pela utilização da musculatura abdominal ventral aderida à carcaça utilizada para produção da CMS.

Como observado nos resultados, a composição centesimal da carcaça possui variação que pode ser influenciada por diversos fatores além da sua própria constituição, incluindo: qualidade da carcaça e permanência de: tecido gorduroso da parede abdominal, ossos

fragmentados e resíduos das nadadeiras. Outros fatores que podem interferir são relacionados ao processamento: forma de filetagem, tipo de maquinário utilizado para produção da CMS, abertura dos orifícios para passagem da carne e capacidade para separação dos ossos da carcaça.

Os resultados dos parâmetros pH, atividade de água e reação para gás sulfídrico e amônia estão representados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados das análises de reação para gás sulfídrico e amônia, atividade de água e pH da CMS de carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI

Coletas	Ph	Atividade de água	Reação p/ gás sulfídrico	Reação p/ amônia
1 (16/03)	6,1 ^a ±0,06	0,81 ^a ±0,02	Negativo	Negativo
2 (30/03)	6,0 ^a ±0,07	0,82 ^a ±0,01	Negativo	Negativo
3 (13/04)	6,1 ^a ±0,06	0,82 ^a ±0,01	Negativo	Negativo
4 (27/04)	6,1 ^a ±0,05	0,83 ^a ±0,02	Negativo	Negativo
5 (11/05)	6,1 ^a ±0,05	0,83 ^a ±0,01	Negativo	Negativo
Legislação*	<7,0	-	-	-

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Holm-Sidak ($p < 0.05$). Dados expressos em média \pm desvio-padrão. (*) Legislação: Brasil (2017).

Os valores de pH encontrados para as amostras de CMS variaram de 6,0 a 6,2 (Tabela 4), não apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dias de coleta. Esses valores estão em conformidade com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, que recomenda valores inferiores a 7,0 para carne de peixes frescos (Brasil, 2017). Os valores de pH interferem na capacidade de multiplicação de microrganismos nos alimentos, sendo os de baixa acidez ($pH > 4,5$) os que mais favorecem o desenvolvimento de espécies patogênicas e deteriorantes (Fiorda & Siqueira 2009). Fatores como espécie do pescado, decomposição proteica, carga microbiana, condições de captura, manipulação e armazenamento podem influenciar na variação do pH no pescado em geral (Muratori et al., 2004). Apesar de a CMS produzida ser considerada de baixa acidez, os resultados de pH obtidos indicam que as carcaças provenientes do Mercado do Peixe preservaram suas condições de frescor químico e microbiológico após a filetagem.

A análise de atividade de água (Aw) nas amostras de CMS (Tabela 4) não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as coletas. Valores elevados de atividade de água nos

alimentos favorecem aceleração das reações químicas e bioquímicas (Melo Filho & Vasconcelos, 2011) e a multiplicação microbiana. Os valores mínimos de A_w para desenvolvimento dos microrganismos são: 0,91 para bactérias em geral; 0,88 para leveduras; e 0,80 para fungos filamentosos (Maia et al., 2020). Os valores entre 0,81 e 0,83 observados na CMS caracterizam essa matéria-prima como susceptível à multiplicação de fungos, sendo necessária conservação em condições controladas para manutenção das suas características intrínsecas.

Todas as amostras apresentaram resultado negativo para a análise de reação para gás sulfídrico e de amônia, qualificando o consumo da CMS de carcaça de tilápia. O resultado positivo para reação a gás sulfídrico indicaria estágio avançado de deterioração, refletida pela degradação de aminoácidos sulfurados no pescado inerentes ao desenvolvimento microbiano e método de conservação inadequado (Rodrigues et al., 2012). A prova de Éber para amônia também é indicada para avaliar o estado de conservação de pescado, onde a liberação de amônia é indicativa do início da degradação das proteínas, pela desaminação nos aminoácidos e degradação de nucleotídeos (Zenebon et al., 2008; Monteiro et al., 2012).

Com base nos indicadores microbiológicos e de frescor adotados, o estudo evidenciou que a CMS de carcaça de tilápia elaborada estava em conformidade para alimentação humana, provavelmente porque produtores da região abastecem diariamente essa espécie para o mercado. Observou-se também que a tilápia é comercializada rapidamente devido à aceitação local. Essa rotatividade favorece que a matéria-prima tenha boa qualidade para garantir os resultados observados. Acrescenta-se ainda que os feirantes mantêm os peixes em temperaturas próximas à fusão do gelo durante a comercialização e procuram atender a normas de boas práticas de manipulação durante a filetagem de tilápia.

Conclusão

A CMS de tilápia elaborada com carcaças de tilápia descartadas após filetagem realizada pelos trabalhadores do Mercado do Peixe de Teresina, PI, está em conformidade em relação aos aspectos microbiológicos e físico-químicos, constituindo um alimento seguro e nutritivo.

A produção de CMS preparada constitui uma alternativa viável para aproveitamento da carne residual da carcaça e como matéria-prima para elaboração de coprodutos. Essa ação

contribui para redução dos desperdícios de alimentos e de contaminação dos resíduos no meio ambiente.

Referências

American Public Health Association [APHA]. (2015). *Compendium of Methods for the Microbiological examination of food*. 5ed. Washington: American Public Health Association.

Bery, C.C.S., Nunes, M.L., Silva, G.F., Santos, J.A.B., & Bery, C.S. (2012). Estudo da viabilidade do óleo de vísceras de peixes marinhos (*Seriola Dumerlii* (arabaiana), *Thunnus ssp* (atum), *Scomberomorus cavala* (cavala) e *Carcharrhinus ssp* (cação) comercializados em Aracaju-SE para a produção de biodiesel. *Revista Geintec*, 2(3), 297-306. doi: <https://doi.org/10.7198/S2237-0722201200030009>

Bernadino Filho, R. & Xavier, L.C.A. (2019). Obtaining, income and characterization of CMS produced from Nile Tilapia filetage waste. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 9(2), 01-04. doi: <https://doi.org/10.18378/rebagro.v9i2.7534>

Bordignon, A.C., Souza, B.E., Bohnenberger, L., Hilbig, C.C., Feiden, A., & Boscolo, W.R. (2010). Preparation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) croquettes from MSM and 'V' cut fillet trim, and their physical, chemical, microbiological and sensory evaluation. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 32(1), 109-116. doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i1.6909>

Brasil. (2003). Agência Nacional de Vigilância Sanitária [ANVISA]. Resolução. RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. ANVISA. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 dezembro de 2003, nº. 251, Seção 1, p. 28.

Brasil. (2017). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. 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-RIISPOA. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 de março de 2017, nº. 62, Seção 1, p. 3.

Brasil. (2019). Agência Nacional de Vigilância Sanitária [ANVISA]. Lista de Padrões Microbiológicos para Alimentos Prontos para Oferta ao Consumidor. *Diário Oficial da União*,

Brasília, 26 de dezembro de 2019, nº. 249, Seção 1, p. 133.

Bucker, F., Marder, M., Peiter, M.R., Lehn, D.N., Esquerdo, V.M., Pinto, L.A.A., & Konrad, O. (2020). Fish waste: an efficient alternative to biogas and methane production in an anaerobic mono-digestion system. *Renew Energy*, 147(1), 798-805. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.140>

Chamalaiah, M., Dinesh Kumar, B., Hemalatha, R., & Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidante activities and applications: A review. *Food Chemistry*, 135(4), 3020–3038. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.100>

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

Coradini, M.F., Oliveira, G.G. Altimari, F.C., Raniero, L.S.R.O., Mikcha, J.M.G., & Souza, M. L.R. (2019). Rendimento e caracterização química de carcaça sem cabeça, filé e subprodutos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: XI EPCC, 2019, Mringá. Anais do XI Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar.

Costa, S.R. & Souza, P.A.R. (2012). O impacto dos resíduos de pescado: O caso da “Feira do Bagaço” no município de Parintins no Amazonas. *Revista DELOS*, 5(14), 1-11.

Daga, J.A., Anschau, S.P., Rodrigues, M.L., Oliveira, S.R., Bittencourt, F., & Feiden, A. (2020). Yield of mechanically separated meat in natura and post-smoking of *Clarias gariepinus* at different weight categories. *Boletim do Instituto de Pesca*, 46(1), 1-8. doi: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2020.46.1.527>

Dallabona, B.R., Karam, L.B., Wagner, R., Bartolomeu, D.A.F.S.; Mikos, J.D., Franscisco, J. G.P., Macedo, R.E., & Kirschnik, P.G. (2013). Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 42(12). 835-843. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013001200001>

Ferreira, E.B., Militani, M.V.B., & Duarte, V.P. (2012). Estimação do tamanho de população em um cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*) via captura-marcação-recaptura. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 10(1), 246-254. doi: <https://doi.org/10.5892/ruvrv.2012.101.246254>

Fiorda, F.A., & Siqueira, M.I.D. (2009). Avaliação do pH e atividade de água em produtos cárneos, *Estudos*, 36 (5/6), 817-826.

Fogaça, F.H.S, Otani, F.S., Portella, C.G., Santos-Filho, L.G.A., & Sant'ana, L.S. (2015). Characterization of surimi from mechanically deboned tilapia meat and fishburger preparation. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(2), 765-776. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p765>

Gjerde, B., Mengistu, S.B., Ødegård, J., Johansen, H., & Altamirano, D.S. (2012). Quantitative genetics of body weight, fillet weight and fillet yield in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 42(343), 117-124. doi: <http://10.1016/j.aquaculture.2012.02.015>

Gryschek, S.F.B., Oetterer, M., & Gallo, C.R. (2003). Characterization and frozen storage stability of minced Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). *Journal os Aquatic Food Product Technology*, 12(3), 57-69.

Gonçalves, A.A. (2011). *Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação*. São Paulo: Editora Atheneu. 608 p.

Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1020p.

Kirschnik, P.G. & Macedo-Viegas, E.M. (2009). Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a estocagem a -18°C . *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(1), 200-206.

Lustosa-Neto, A.D., Nunes, M.L., Maia, L.P., Barbosa, J.M., Lira, P.P., & Furtado-Neto, M.A.A. (2018). Almôndegas de pirarucu e tilápia nilótica: caracterização e aplicação na merenda escolar, *Acta of fisheries and aquatic resources*, 6(2), 1-12. doi: <https://doi.org/10.2312/Actafish.2018.6.2.1-12>

Macedo, A.B.N., Silva, E.L., & Apolinário, M.O. (2020). Elaboração e determinação física, química e microbiológica da farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida a diferentes fontes de calor. *Educação Ciência E Saúde*, 7(1), 21-37, doi: <https://doi.org/10.20438/ecs.v7i1.283>

Maia, G.P.A.G., Belisário, C.M., Carvalho, V.D.F., & Cavalcante, M.D. (2020). Chemical

physical characterization of rapadura added with clay almond marketed in the region of Rio Verde, Goiás State, Brazil. *Research, Society and Development*, 9(9), 1-12. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6464>

Melo Filho, A.B. & Vasconcelos, M.A.S. (2011). *Química dos Alimentos*. Recife, UFRPE, 80 p.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. (2014a). *Determinação de proteína bruta em produtos de origem animal por acidimetria*. MET POA/SLAV/39/02/01. Recuperado de <https://docplayer.com.br/22798948-Determinacao-de-proteina-bruta-em-produtos-de-origem-animal-por-acidimetria.html>

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. (2014b). *Determinação gravimétrica da gordura total de carnes, pescados e produtos derivados*. MET POA/SLAV/50/02/01. Recuperado de <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/legislacao-metodos-credenciados/arquivos-metodos-da-area-poa-iaq/met-poa-slav-50-02-determinacao-da-gordura-total-em-carnes-e-pescados.pdf/@@download/file/met-poa-slav-50-02-determinacao-da-gordura-total.pdf>

Minozzo, M.G. (2011). *Processamento e Conservação do Pescado*. IFPR, e-Tec Brasil, Curitiba/PR.

Monteiro, M.L.G., Mársico, E.T., Teixeira, C.E., Mano, S.B., Júnior, C.A.C., & Vital, H.C. (2012). Validade comercial de filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) resfriados embalados em atmosfera modificada e irradiados. *Ciência Rural*, 42(4), 737-743.

Muratori, S.C.M., Viana, M.C., Rodrigues, C.P., & Júnior, P.D.L. (2004). Qualidade Sanitária do Pescado “*In Natura*”. *Revista Higiene Alimentar*. 18(16/117), 50-54.

Ogawa, M., & Maia, E.L. (1999). *Manual de pesca: Ciência e Tecnologia de Pescado*. São Paulo, Varela, 1, 430p.

Oliveira, D.J., Silva, D.S.M., Souza, A.V., Junior, C.A. L., Sodré, G.S., & Carvalho, C.A.L. (2013). Avaliação de métodos de conservação do mel de *Melipona quadrifasciata* com base no perfil sensorial e aceitabilidade. *Revista Magistra*, 25(1), 1-6.

Oliveira Filho, P.R.C., Viegas, E.M.M., Kamimura, E.S., & Trindade, M.A. (2012). Evaluation of physicochemical and sensory properties of sausages made with washed and unwashed mince from Nile tilapia by-products. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21(3), 222-237. doi: <https://doi.org/10.1080/10498850.2011.590270>

Peixe BR. (2021). *Associação Brasileira de Piscicultura. Anuário PeixeBr de Piscicultura 2021*. São Paulo, Peixe BR. 71p.

Rebouças, M.C., Rodrigues, M.C.P., Castro, R.J.S., & Vieira, J.M.M. (2012). Characterization of fish protein concentrate obtained from Nile tilapia filleting residues. *Semina: Ciências Agrárias* 33(2), 697-704. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p697>

Rodrigues, B.L., Santos, L.R., Mársico, E.T., Camarinha, C.C., Mano, S.B., & Junior, C.A.C. (2012). Qualidade físico-química do pescado utilizado na elaboração de sushis e sashimis de atum e salmão comercializados no município do Rio de Janeiro, Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(5), 1847-1854. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1847>

Rossato, S., Maschio, D., Martinelli, S.G., Nunes, L.M.C., Radünz Neto, N., & Lazzari, R. (2018). Fish meal obtained from the processing of *Rhamdia quelen*: an alternative protein source. *Boletim do Instituto de Pesca*. 44(4), 1-9. doi: <http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305.2018.44.4.350>

Scudeler, C.G.S., Costa, T.L., Cortez-Veja, W.R., Prentice, C., & Fonseca, G.G. (2020). Development and characterization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein isolate-based biopolymer films incorporated with essential oils and nanoclay. *Food Packaging and Shelf Life*. 25(1), 1-16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100542>

Souza, E.R.O., Silva, B.P., Canto, O., & Pontes, A.N. (2019). Resíduos de peixe do Mercado de Ferro, Complexo do Ver-o-Peso, Belém, Pará. *Revista Verde*, 14(4), 562-570. doi: <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i4.6687>

Tenuta-Filho, A., & Jesus, R.S. (2003). Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 37(2), 59-64.

Vidal, J.M.A., Rodrigues, M.C.P.R., Zapata, J.F.F., & Vieras, J.M.M. (2011). Concentrado proteico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização

físico-química e aceitação sensorial. *Revista Ciência Agronômica*, 42(1), 92-99. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000100012>

Vidotti, R.M., & Martins, M.I.E. (2010). Aproveitamento da carne de tilápia mecanicamente separada (CMS). *Feed & Food*, 39(4), 50-51.

Zenebon, O, Pascuet, N.S., & Tiglea, P. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4.ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1020p.

4 CAPÍTULO III

Elaborado conforme as normas da revista Boletim do Instituto de Pesca

***Nuggets* elaborados com Carne Mecanicamente Separada (CMS) de carcaças de tilápia e mandioca**

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi desenvolver *nuggets* de Carne Mecanicamente Separada produzida com resíduos de filetagem obtidos no Mercado do peixe de Teresina, Piauí, Brasil, com adição de massa de mandioca. Para isso, foram desenvolvidas cinco formulações, e realizadas análises microbiológicas de: enumeração de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* spp. Foram realizadas análises físico-químicas: teor de umidade, cinzas, proteína, lipídios, carboidratos, calorias, atividade de água e pH. A análise sensorial foi feita com a participação de provadores não treinados, avaliando os atributos de: cor, aroma, sabor, textura, aceitação global e intenção de compra. Os resultados das análises microbiológicas apontaram que tanto a CMS, quanto os *Nuggets* apresentaram padrões higiênico-sanitários adequados para consumo. As análises físico-químicas caracterizaram um produto rico em nutrientes. Para a análise sensorial, os *nuggets* apresentaram uma boa aceitação dos atributos, concluindo-se que a utilização de CMS de tilápia para elaboração de *nuggets* é uma boa forma de aproveitar carcaças que seriam descartadas e que a massa de mandioca pode ser adicionada até 21,5% para obter *nuggets* preparados com CMS.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, *Manihot esculenta* Crantz, resíduo, peixe.

INTRODUÇÃO

O beneficiamento do pescado nas indústrias é uma das principais atividades econômicas de diversos países, o desenvolvimento desse setor vem aumentando a demanda por produtos pesqueiros para consumo humano, especialmente filé de peixes pela praticidade e ausência de ossos. O processo de filetagem gera grande quantidade de resíduos comestíveis (carne aderida aos ossos e aparas) e não comestíveis (ossos, escamas, vísceras e cabeça), representando um desperdício significativo de recursos e contaminação ambiental (Tahergoabi et al., 2013; Silva et al., 2014).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) é uma das espécies mais cultivadas no mundo (FAO, 2020), apresenta rendimentos de filé que variam de 32% a 35%, gerando grandes

quantidades de resíduos nas indústrias de produção (Barroso; Pincinato e Munoz, 2017). O desempenho da filetagem pode variar de acordo com o tipo de peixe e método de processamento (Feltus et al., 2010), enquanto o restante é considerado resíduo de baixo valor comercial, seja subutilizado ou descartado pelas indústrias de processamento de filé (Signor et al., 2020).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de origem Sul Americana amplamente cultivada no passado pelos indígenas. Atualmente é uma fonte de subsistência importante para população de baixa renda, pela agricultura familiar (Cagnato; Ponce, 2017). A mandioca é consumida na forma assada, frita, na composição de pratos e no desenvolvimento de novos produtos (Vega et al., 2017).

As cultivares de mandioca podem ser classificadas de acordo com a concentração de ácido cianídrico (HCN) em: mandiocas mansas (aipim, macaxeira ou mandioca de mesa), possuindo baixa concentração de HCN, em raiz fresca sem casca (abaixo de 50mg HCN kg⁻¹) e também classificadas como mandiocas bravas (amarga), com concentração de HCN acima de 100 mg HCN kg⁻¹ (Oliveira et al., 2020).

A elaboração de produtos reestruturados com utilização de novos ingredientes vem sendo utilizado para oferecer nova opção, além dos produtos comumente usados, para desenvolver alimentos que sejam saudáveis e que agregam qualidade nutricional e valor comercial aos resíduos gerados pela indústria (Ferreira et al., 2020). A tecnologia de empanamento é uma forma de agregar valor para esses produtos, melhorando a aparência, dando diversificação de sabor, rendimento e o aumentando o *shelf life* dos produtos, pelo retardamento de oxidação, conferindo a carne proteção contra a desidratação e queima pelo frio durante o congelamento (Dill; Silva; Luvielmo, 2009).

As práticas sustentáveis para o gerenciamento dos resíduos de pescado e a aplicação de tecnologias viáveis podem contribuir para a diversificação de produtos derivados de pescado no mercado, incremento na geração de emprego e renda e para a sustentabilidade da cadeia produtiva (GONÇALVES, 2011). Objetivou-se com esse trabalho desenvolver *nuggets* com Carne Mecanicamente Separada produzida com carcaças de tilápia e adição de massa de mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

No Mercado de peixe de Teresina, Piauí, Brasil, foram coletadas 10 carcaças de tilápia

(eviscerada, sem cabeça, filé e pele) derivadas do processo de filetagem por cinco semanas consecutivas, resultando em 50 carcaças no total. Após a coleta, elas foram imediatamente armazenadas em caixa isotérmica com gelo reciclável para transporte até o Setor de Pescado pertencente ao Núcleo de Estudos e Pesquisas e Processamento em Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

No Setor de Pescado procedeu-se a preparação da matéria-prima, realizando a retirada de restos de vísceras das carcaças de tilápia e lavagem em água corrente e depois imersas em água hipoclorada com 5,0 ppm de cloro residual livre por 10 min. Na sequência, as carcaças foram pesadas, e depois submetidas a despulpadora de peixe (Modelo SPx100) para obtenção de Carne Mecanicamente Separada (CMS).

Em cada coleta para processamento de CMS, foram retiradas assepticamente cinco porções de 200 g da CMS para análise microbiológicas, o restante foi congelado e armazenado em *freezer* doméstico (- 18°C) até liberação dos resultados.

A partir da CMS de tilápia produzida, foram desenvolvidas cinco formulações de *nugget* com adição de massa de mandioca cozida (tabela 1). Com variações desses dois ingredientes nos tratamentos.

Tabela 1. Ingredientes (%) utilizados para preparação dos *nuggets* com Carne Mecanicamente Separada de tilápia (CMS) e massa de mandioca.

Ingredientes	Formulações (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
CMS de tilápia	86,0	64,5	43,0	21,5	0,0
Mandioca	0,0	21,5	43,0	64,5	86,0
Sal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Cebola	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Alho	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Farinha de mandioca	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ovo	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Farinha de rosca	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Após a obtenção da CMS de tilápia, os ingredientes foram adicionados (tabela 1) e

homogeneizados. Em seguida, moldados manualmente na forma circular/achatada e depois realizado o processo de empanamento.

O empanamento dos *nuggets* compreendeu três etapas: a) *predust*: camada de farinha de mandioca em volta dos *nuggets*; b) *batter*: aplicação sobre os *nuggets* de uma camada superficial do líquido de empanamento preparado com ovo cru batido e c) *breeding*: enfarinhamento, com aplicação de farinha de rosca sobre os *nuggets*.

Por seguinte, os *nuggets* foram assados em forno industrial (PROGÁS 4000E) a 100°C por 45 minutos. Terminado todo o processo, os *nuggets* foram acondicionados em embalagens de poliestireno expandido e cobertos com filme plástico e conservados em *freezer* doméstico a -18°C. O processo de obtenção dos *nuggets* está descrito no fluxograma operacional (figura 1).

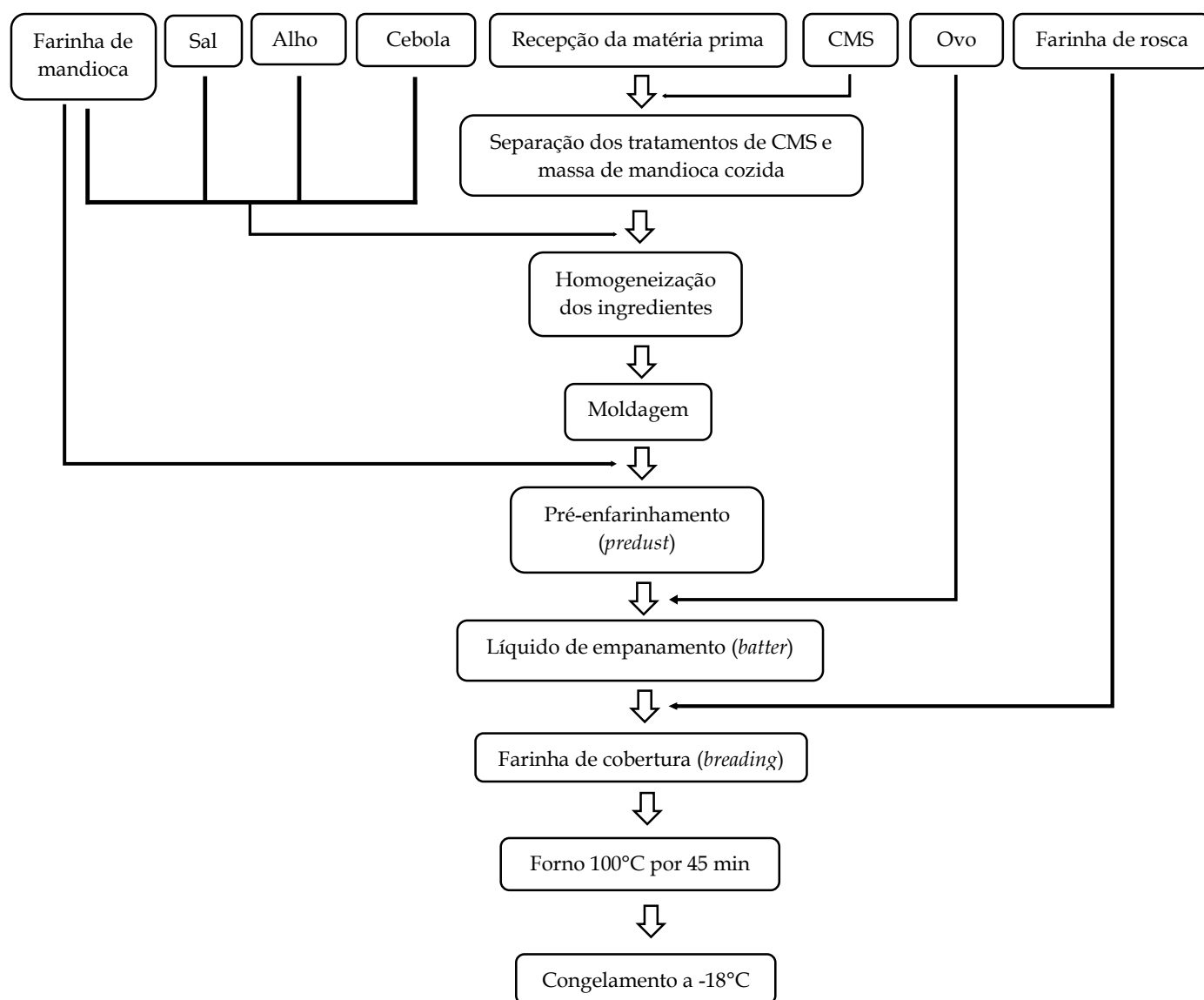


Figura 1. Fluxograma demonstrativo da produção dos *nuggets*

Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas de enumeração de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* spp. nas amostras de CMS de tilápia e nos *nuggets*. Para o preparo das amostras, foi transferido assepticamente 25g para um frasco com 225 mL de água peptonada a 0,1%, formando diluição inicial 10^{-1} , até a diluição 10^{-3} .

A análise de enumeração de *Escherichia coli* foi realizada utilizando a técnica do Número Mais Provável (NMP), transferindo 1,0 mL das diluições para tubos contendo caldo lauril triptose e incubando em estufa a 37°C por 48 horas. Para os tubos com crescimento e produção de gás, foram transferidas alíquotas com alça de platina para tubos com caldo EC, com incubação em banho-maria a 45,5°C por 24 horas. As amostras positivas foram semeadas em agar EMB. As colônias típicas foram testadas pela prova do Indol, vermelho de metila, Voges-Proskauer e citrato (IMVIC). O teste controle foi realizado com cepas de *Enterobacter*, e consideradas positivas para *E. coli*, os resultados no teste do IMVIC +++ e -+- (APHA, 2015).

Para análise de contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva foram semeadas 0,1 mL das diluições preparadas na superfície de placas de Petri com ágar Baird Parker (BP) e incubadas em estufa a 35°C por 24 a 48 horas. Os resultados foram expressos em unidade formadora de colônia por grama (UFC g⁻¹) (APHA, 2015).

Para análise de detecção de *Salmonella* spp. foram utilizados os frascos contendo a diluição 10^{-1} com água peptonada a 0,1%, incubados a 37°C por 24 horas. Transferiu-se 0,1 mL para o caldo Rappaport-Vassiliadis e 1,0 mL para o caldo selenito-cistina, incubando a 37°C por 24 horas. Depois foram semeadas placas de Petri com ágar *Salmonella-Shigella* e ágar Hektoen, incubadas por 24 horas a 37°C. Depois realizada a triagem bioquímica e teste do citrato. Para confirmação sorológica, foram utilizados os antissoros polivalentes "O" e "H" (APHA, 2015).

Análises Físico-químicas

A proteína bruta foi determinada através do método de micro Kjeldahl, pela obtenção do nitrogênio total, com o fator 6,25 de nitrogênio para proteína (MAPA, 2014a). A determinação dos lipídios foi realizada utilizando o aparelho extrator Soxhlet, com éter de petróleo (MAPA, 2014b). O teor de umidade foi determinado por dessecação em estufa, pela

perda de água até obtenção de peso constante. O teor de cinzas foi obtido por incineração em forno mufla a 550°C, durante quatro horas (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O teor de carboidratos foi determinado calculando-se o total de umidade, proteínas, lipídios e cinzas e subtraindo os valores totais por 100. Os valores de calorias foram feitos pelo cálculo, utilizando-se os seguintes fatores de conversão: 4,0 kcal/g de proteínas, 4,0 kcal/g de carboidratos e 9,0 kcal/g de lipídios (Brasil, 2003).

A análise de atividade de água (A_w) foi realizada pelo aparelho de Atividade de água portátil (Decagon Pawkit digital), transferido 5,0g da amostra para o recipiente do aparelho e depois realizada a leitura.

Para análise do potencial hidrogeniônico (pH), foram realizadas sob temperatura ambiente utilizando potenciômetro, de acordo com a metodologia do IAL (2008). Todas as análises físico-químicas dos *nuggets* foram realizadas em triplicata.

Análise sensorial

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana (CEP) da UFPI, com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº: 89732318.3.0000.5214 para realização da análise sensorial.

A análise foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) com a participação de 120 provadores não treinados, para selecioná-los procederam-se entrevistas para identificar candidatos que possuíam alergia ou intolerância alimentar aos ingredientes presentes nas formulações como fator de exclusão.

Para realização da análise sensorial, a equipe escolheu as três formulações dos *nuggets* elaborados com CMS de tilápia (F1, F2 e F3), pois essas estavam mais próximas ao recomendado pela legislação de identidade de empanados (Brasil, 2001) e possuíam melhor aspecto, consistência e apresentação e resultados expressivos para análises físico-químicas. Depois foram realizadas análises microbiológicas (contagem de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* spp.) para garantir que as formulações escolhidas estariam de acordo com os padrões exigidos pela legislação (Brasil, 2019).

No momento do teste, os provadores receberam as fichas (Apêndice B) com os parâmetros sensoriais de: teste de aceitação por escala hedônica, intenção de compra e teste de

ordem de preferência e água em temperatura ambiente para o teste em branco entre as amostras. Foram avaliados os atributos: cor, aroma, sabor, textura e aceitação global das formulações por meio de escala estruturada de 9 pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). Avaliando-se também a intenção de compra, com escala entre 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria). O teste de ordem de preferência foi realizado por meio do teste de Friedman, utilizando a tabela de Newell e MacFarlane com nível de significância de 5,0 % (Newell e Macfarlane, 1987).

Análise estatística

A avaliação dos resultados foi realizada com a análise de variância (ANOVA). Os parâmetros microbiológicos foram normalizados transformando-os em $\log_{10}^{(x+1)}$. Para a análise sensorial, os dados foram organizados em planilhas do programa Microsoft Office Excel 2019. A comparação de médias foi realizada pelo teste de *Tukey*, adotando-se o nível de significância de 5%. A análise estatística foi feita com software Sigmastat 4.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas de enumeração de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* spp. das amostras de CMS de tilápia e *nuggets* não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas da CMS produzida resíduo comestível de filetagem de tilápia e *nuggets* preparados com CMS e adição de massa de mandioca.

Amostra		<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo (UFC/g ⁻¹)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> spp.
CMS	Coleta 1	<1,0	< 0,3	Ausência
	Coleta 2	<1,0	< 0,3	Ausência
	Coleta 3	0,6 ± 1,5	< 0,3	Ausência
	Coleta 4	1,4 ± 1,9	< 0,3	Ausência
	Coleta 5	1,3 ± 1,8	< 0,3	Ausência
Legislação	(Brasil, 2019)	3,0 UFC/g ⁻¹	2,7 NMP/g ⁻¹	Ausência /25g
Nugget	F1	<1,0	< 0,3	Ausência
	F2	<1,0	< 0,3	Ausência
	F3	<1,0	< 0,3	Ausência
	F4	<1,0	< 0,3	Ausência
	F5	<1,0	< 0,3	Ausência
Legislação	(Brasil, 2019)	4,0 UFC/g ⁻¹	2,7 NMP/g ⁻¹	Ausência /25g

CMS= Carne Mecanicamente Separada; UFC/ g⁻¹ = Unidades Formadoras de Colônias por grama em números logarítmicos. Probabilidade (p<0,05). NMP/ g⁻¹: Número Mais Provável por grama em números logarítmicos. CMS: Mandioca (%) nas formulações de *nugget*: F1 (86.0:0.0), F2 (64.5:21.5), F3 (43.0:43.0), F4 (21.5:64.5) and F5 (0.0:86.0).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, através da RDC nº 60, de dezembro de 2019, determina um limite máximo de 2,7 NMP / g⁻¹ para enumeração de *Escherichia coli*, os tratamentos apresentaram valores <0,3 NMP / g⁻¹ (Brasil, 2019). Para a análise de contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, os dois tratamentos iniciais apresentaram resultados <1,0 UFC/g⁻¹, e os demais apresentaram valores médios entre 0,6 e 1,4 UFC/g⁻¹. Todos abaixo do exigido pela legislação, que estabelece valores de até 3,0 UFC/g⁻¹ (Brasil, 2019). A análise de detecção de *Salmonella* spp. teve resultados de ausência em todas as amostras analisadas, estando em conformidade com a legislação que determina ausência em 25 g de amostra (Brasil, 2019). Com base nesses resultados das análises microbiológicas, a CMS de tilápia apresentou padrões higiênico-sanitários adequados para ser utilizada como matéria-prima na elaboração dos *nuggets*.

Para as análises microbiológicas dos *nuggets*, os resultados referentes a enumeração de *Escherichia coli*, em todas as amostras tiveram valores $< 0,3$ NMP/ g^{-1} , valores dentro do exigido pela RDC nº 60, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que determina 2,7 NMP/ g^{-1} para *nuggets* de pescado. Os resultados das análises de contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva tiveram valores $< 1,0$ UFC/ g^{-1} , que estão baixo do estabelecido por legislação (4,0 UFC/ g^{-1}) e a análise de detecção de *Salmonella* spp. mostrou ausência desta bactéria em todas as amostras analisadas, estando dentro do padrão exigido (Brasil, 2019). Dessa forma, os resultados das análises microbiológicas dos *nuggets* tiveram padrões higiênico-sanitários adequados para consumo.

Análises físico-químicas

A tabela 3 apresenta os resultados das análises físico-químicas das amostras de *nuggets* preparados com CMS de tilápia e adição de massa de mandioca.

Tabela 3. Resultados das análises físico-químicas das amostras de *nuggets*

Parâmetros	Formulações dos <i>nuggets</i>				
	F1	F2	F3	F4	F5
Proteína (%)	19,1 ^a ±2,0	14,8 ^b ±1,1	9,8 ^c ±0,9	6,1 ^d ±1,1	2,6 ^e ±0,5
Lipídios (%)	11,6 ^a ±1,4	6,3 ^{bc} ±2,6	7,2 ^b ±1,3	4,8 ^{bc} ±1,9	3,6 ^c ±0,5
Umidade (%)	43,4 ^b ±1,4	48,1 ^{ab} ±1,1	47,6 ^{ab} ±1,5	47,4 ^{ab} ±3,1	52,9 ^a ±1,9
Cinza (%)	2,6 ^a ±0,17	2,6 ^a ±0,10	2,3 ^b ±0,12	1,6 ^c ±0,03	1,3 ^d ±0,04
Carboidratos (%)	23,1 ^d ±1,8	28,0 ^c ±2,7	32,8 ^b ±1,5	39,9 ^a ±4,6	39,5 ^a ±2,6
Calorias (Kcal/100g)	273,8 ^a ±11,0	228,3 ^{ab} ±16,6	236,4 ^{ab} ±10,8	228,0 ^{ab} ±7,0	201,1 ^b ±7,7
Atividade de Água	0,80 ±0,04	0,82 ±0,01	0,83 ±0,01	0,85 ±0,03	0,84 ±0,02
pH	6,47 ±0,17	6,40 ±0,21	6,38 ±0,10	6,41 ±0,08	6,46 ±0,14

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Dados expressos em média ± desvio padrão. CMS: Mandioca (%) nas formulações de *nugget*: F1 (86.0:0.0), F2 (64.5:21.5), F3 (43.0:43.0), F4 (21.5:64.5) and F5 (0.0:86.0).

A musculatura da tilápia possui em média 15 a 20% de proteínas de elevado padrão nutricional (Stansby 1962; Sales; Maia 2012; Rebouças et al., 2012), a CMS de tilápia 15,9%

(FOGAÇA et al, 2015) e a raiz de mandioca até 3,0% (Ceballos et al., 2006), porém estando descascada e cozida 0,6% (TACO, 2011). A Instrução Normativa N°6, de 15 de fevereiro de 2001 estabelece 10% como o teor mínimo de proteínas para empanados em sua constituição. Os *nuggets* experimentais apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) para esse parâmetro conforme o aumento do percentual de CMS e redução de mandioca utilizadas na formulação. Por esse motivo, os *nuggets* preparados com formulações que tenham percentuais de mandioca superiores a 43% não estavam em conformidade com estabelecido pela IN n° 06 (Brasil, 2001). Portanto, para o preparo de *nuggets* com mandioca, 64,5% de CMS fornece preparo com níveis adequados de proteína. Para esse parâmetro, estavam em conformidade com o estabelecido apenas as formulações 1 e 2.

Os peixes podem ser classificados conforme seu teor em lipídios na musculatura como: magros (inferior a 2,0%), moderados (2,0 a 5,0%) e gordos (superior a 5,0%) (Cortez Netto et al., 2010). A musculatura da tilápia possui média de 1,99% de lipídios (Biscalchin-Gryschek et al., 2003). Porém, a CMS obtida das aparas de filetagem possuem em média 7,62 % (FOGAÇA et al, 2015), esse aumento ocorre pelo desprendimento da musculatura (inclusive parte da abdominal ventral) e das demais estruturas aderidas (ossos e tecido conjuntivo) durante o esmagamento das carcaças utilizadas para seu preparo. Bordignon et al., (2010) obtiveram 11,6% de lipídios em croquetes empanados preparados com CMS de tilápia do Nilo, valores semelhantes aos obtidos com a formulação 1 que utilizou 86% de CMS (Tabela 3). Embora tenham sido empregados outros ingredientes para as formulações (tabela 1), os teores de lipídios aumentaram significativamente ($p < 0,05$) quando foram utilizados maiores percentuais de CMS, sendo, portanto, o componente que mais influenciou para elevação desse parâmetro nas formulações.

A musculatura de tilápia possui em média 78% de umidade (OLIVEIRA et al., 2008), a CMS em torno de 73,9% (Fogaça et al., 2015) e mandioca cozida 68,7% (TACO, 2011). O teor de umidade em empanados de peixe interfere diretamente por melhorar a textura e favorecer o aumento da crocância (Dill; Silva; Luvielmo, 2009). O teor de umidade pode variar conforme os ingredientes utilizados para o preparo das formulações dos produtos de pescado, por exemplo: empanados de 62,3% a 65,1% (Veit et al., 2012) e *nuggets* de 58,2% a 59,4% (Silva; Bonnas; Silva, 2015). Entre as formulações testadas, os teores de umidade foram diferentes ($p < 0,05$) conforme as quantidades de CMS e de mandioca utilizados (tabela 3), sendo maiores nas formulações com níveis mais elevados de mandioca.

Os resultados das análises de determinação do teor de cinzas dos *nuggets* apresentaram valores com diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), os quais foram crescentes conforme o aumento dos teores de peixe na formulação e redução dos níveis de mandioca (tabela 3). Dependendo do habitat, alimentação e das características individuais, concentração de cinza em peixes de água doce pode variar até 3,3% (Borgstrom, 1962; Contreras-Guzmán, 2002) e a mandioca cozida 0,4% (TACO, 2011). A concentração em cinza varia conforme o produto desenvolvido à base de CMS de tilápia conforme aos ingredientes utilizados na formulação, por exemplo: 1,1% em *fishburger*, 1,1% em bolinho de peixe (SARY et al. 2009) e 2,5% a 2,8% em *nuggets* (Kirschnik; Viegas, 2007).

A Instrução Normativa N°6, de 15 de fevereiro de 2001 estabelece que produtos empanados devem ter no máximo 30% de carboidratos totais (BRASIL, 2001). Apenas as formulações 1 e 2 estavam em conformidade (tabela 3), apresentando 23,1% e 28,0% de carboidrato, respectivamente. Os teores variaram significativamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos experimentais dos *nuggets* (tabela 3), observando-se que os níveis aumentaram conforme concentração de mandioca. Veit et al. (2012) elaboraram empanados de tilápia com teores de carboidratos entre 18,8% a 21,1%, enquanto Souza et al., (2010) formularam *nuggets* a partir de concentrado proteico de tilápia obtiveram 7,0%. A grande desproporção entre os percentuais encontrados por esses autores e com a pesquisa realizada, pode ser atribuída à particularidade de composição das formulações de cada pesquisa.

A concentração de carboidratos presente na mandioca pode mudar dependendo da variedade e do tratamento tecnológico usado, ou seja, a mandioca possui 36,2%, após cocção 30,1% (TACO, 2011). Peixe vivos também podem conter entre 0,3 a 1,0% de carboidratos principalmente na forma de glicogênio e mucopolissacarídeos (Ogawa; Maia, 1999), porém, no filé essa quantidade pode ser reduzida a traços (TACO, 2011), pelo consumo do glicogênio após a morte do animal. Dessa forma, a principal fonte de carboidrato foi a mandioca cozida e a farinha de mandioca, utilizadas também como agentes ligantes na preparação da massa do *nugget*, e a farinha de rosca, que também pode ter contribuído para os níveis de carboidratos.

Os resultados da análise de calorías dos *nuggets* apresentaram valores com diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$) aumentando os teores à medida que a concentração de peixe ficava maior nas formulações analisadas. Em média, a carne de peixe contém 93,7 calorías em 100 gramas (Pigott; Tucker, 1990; Taco, 2011) fornecidas pelos teores de proteína e de lipídios. A massa de mandioca cozida possui 126 kcal por 100 g (TACO, 2011) referentes

especialmente aos carboidratos. Desse modo, o valor calórico observado nas amostras da F1, com maiores concentrações de CMS, deve ser decorrente aos lipídios presente da carcaça e, na F5 (que não tem CMS) aos níveis de carboidrato presentes na mandioca.

Os valores de atividade de água das formulações de *nuggets* não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) (tabela 3). São considerados como suscetíveis à deterioração alimentos que apresentem valores de A_w entre 0,80 a 0,99 por favorecer a atividade metabólica da maioria dos micro-organismos (Marengoni et al, 2009). Dessa forma, embora os teores de umidade dos *nuggets* fossem relativamente baixos, os valores de água de atividade são suficientes para multiplicação de micro-organismos como o *S. aureus*, fungos filamentosos e leveduriformes (Jay, 2005), por esse motivo, é necessário conservá-los a temperaturas inferiores a $-18,0^\circ\text{C}$ para inibir a multiplicação microbiana.

Para formulação dos *nuggets*, foram utilizadas carcaças de tilápia que eram resíduos da filetagem manual realizada em um mercado público. Embora o processamento do filé tenha sido realizado em ambiente que estava em desconformidade com as boas práticas de fabricação, as carcaças apresentavam condições sensoriais adequadas e pH entre 6,13 a 6,25, valores inferiores a 7,00 conforme recomendado pela legislação para carne de peixes frescos (Brasil, 2017). Os comerciantes filetavam tilápias recém abatidas fornecidas por piscicultores locais, desse modo, apesar das condições de conservação não fossem adequadas, os valores de pH ainda estavam dentro do esperado. Os valores de pH obtidos nos *nuggets* oscilou entre 6,38 e 6,47 conforme os tratamentos (tabela 3). Embora tenham sido utilizados outros ingredientes para o preparo, que possam ter interferido nesse resultado, a CMS pode ter sido o fator predominante para esse resultado, caracterizando que a qualidade do pH da matéria-prima, deve ser observada para obtenção de produtos com qualidade.

Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial das três formulações de *nuggets* de CMS de tilápia com adição de mandioca estão descritos na tabela 4.

Tabela 4. Resultados da análise sensorial das amostras de *nuggets*

Parâmetros	Formulações dos <i>nuggets</i>		
	F1	F2	F3
Cor	7,5 ^a ±1,3	6,8 ^b ±1,7	6,7 ^b ±1,6
Sabor	7,5 ^a ±1,5	7,0 ^b ±1,6	6,5 ^b ±1,8
Textura	7,2 ^a ±1,6	6,9 ^b ±1,7	6,5 ^b ±1,8
Aroma	7,4 ^a ±1,3	6,9 ^{ab} ±1,6	6,5 ^b ±1,7
Aceitação global	7,4 ^a ±1,4	7,0 ^{ab} ±1,6	6,6 ^b ±1,6
Intenção de compra	4,1 ^a ±0,9	3,7 ^b ±1,1	3,4 ^b ±1,4
Média geral	7,4	6,9	6,6
Ordem de preferência*	174 ^b	202 ^{ab}	224 ^a

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Dados expressos em média±desvio padrão. CMS: Mandioca (%) nas formulações de *nuggets*: F1 (86.0:0.0), F2 (64.5:21.5), F3 (43.0:43.0). * Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$), de acordo com a tabela de Newell e MacFarlane (1987).

Em todos os parâmetros testados (cor, sabor, textura, aroma aceitação global e intenção de compra) a formulação 1 (86% de CMS de tilápia e sem massa de mandioca) recebeu as melhores notas de aceitação que as demais formulações ($p < 0,05$), com todos os valores superiores a 7 (“gostei moderadamente”) com média 7,4 (tabela 4).

As demais formulações F2 (64,5% de CMS de tilápia e 21,5% de massa de mandioca) e F3 (43,0% de CMS de tilápia e 43,0% de massa de mandioca), tiveram média geral 6,9 e 6,6 caracterizando como “gostei ligeiramente”. Os resultados demonstram que os *nuggets* preparados com CMS de tilápia e massa de mandioca apresentaram boa aceitação por parte dos provadores não treinados, sendo que a utilização de massa de mandioca reduziu um pouco a aceitação, porém com bons escores (tabela 4).

De acordo com a Figura 2, os resultados mantiveram um padrão de valores homogêneos dentro de cada formulação. No entanto, alguns desses atributos apresentaram

ligeira queda, F1 no parâmetro textura e F2 no parâmetro cor, enquanto F3 apresentou melhor desempenho de cor e aceitação global e valores iguais de cor, sabor e textura.

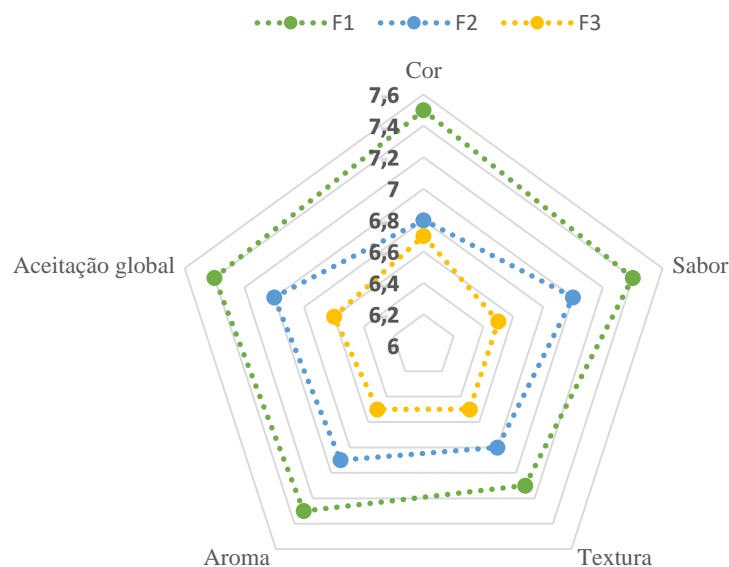


Figura 2. Representação gráfica das pontuações médias da escala hedônica do teste de aceitação sensorial.

Quanto a intenção de compra, os resultados variaram entre 3,4 (Tenho dúvidas se compraria) a 4,1 (Provavelmente compraria), com melhores valores para as formulações com os maiores teores de peixe (F1 e F2). Segundo Dill, Silva e Luvielmo (2009), a aceitação de produtos empanados está sendo crescente pelos consumidores, por apresentarem boa aparência, odor e sabor.

Os resultados referentes ao teste de ordem preferência apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). A Formulação 1 obteve a melhor avaliação, seguida pela Formulação 2 e Formulação 3, respectivamente. Esses valores reafirmam os resultados obtidos pelas análises de aceitação e intenção de compra, destacando que a ordem das formulações mais aceitas tem o maior percentual de peixe em sua composição.

Segundo Dasso (1999), diversos fatores podem influenciar no consumo dos alimentos, dentre eles, hábitos, padrões culturais, idade, preferência de marcas. O teste sensorial foi realizado com provadores que em sua maioria eram estudantes do ensino médio, com idade de 18-24 anos (75%), 25-35 anos (21%), 36-50 anos (2%) e maiores que 50 anos (2%). De um

modo geral, os jovens são um público que consomem alimentos empanados em redes de lanchonetes e *fastfoods*.

Após todos os testes realizados, as formulações 1 e 2 mostraram mais viáveis para produção, pois atendem as recomendações da legislação para empanados (BRASIL, 2001) e pela melhor aceitação na avaliação sensorial. Dessa forma, a inclusão de massa de mandioca em *nuggets* elaborados com CMS de carcaça de tilápia pode ser uma opção nutricionalmente interessante e economicamente viável, para aproveitar os resíduos filetagem de mercados públicos e indústrias, que seriam descartados pelo sistema de coleta de lixo do município.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a utilização de CMS de resíduos comestíveis da filetagem de tilápia com adição de massa de mandioca para elaboração *nuggets* é uma boa forma de aproveitar as carcaças que seriam descartadas. Isso minimiza o impacto ambiental e aumenta a disponibilização de proteína de origem animal à população.

Os *Nuggets* preparados com CMS de resíduos comestíveis de filetagem de tilápia e adição de massa de mandioca são nutritivos e possuem padrões higiênico-sanitários adequados para consumo.

A massa de mandioca pode ser acrescentada até 21,5% para obter *nuggets* preparados com CMS de resíduos comestíveis de filetagem de tilápia adequados aos padrões com boa aceitação sensorial.

REFERÊNCIAS

APHA, 2015. Compendium of Methods for the Microbiological examination of food. 5ª ed. Washington: American Public Health Association. 995 p.

Barroso, R.M; Pincinato R.B.M; Munoz, A.E.P. 2017. Informativo de Mercado da Tilápia: O mercado da tilápia – 2º trimestre de 2017. Embrapa Pesca Aquicultura. Palmas, TO. 1p.

Bernadino Filho, R.; Xavier, L.C.A. 2019. Obtaining, income and characterization of CMS produced from Nile Tilapia filetage waste. Revista Brasileira de Agrotecnologia 9(2): 01-04. <https://doi.org/10.18378/rebagro.v9i2.7534>.

Bordignon, A.C.; Souza, B.E.; Bohnenberger, L.; Hilbig, C.C.; Feiden, A.; Boscolo, W.R. 2010. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do

corde em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 32(1): 109-116.

<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i1.6909>.

Borgstrom, G. 1962. *Fish as food*. New York, Academic Press .534 p.

Brasil, 2001. Instrução Normativa nº 6, de 15 de fevereiro de 2001. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Paleta Cozida, Produtos Cárneos Salgados, Empanados, Presunto tipo Serrano e Prato Elaborado Pronto ou Semipronto Contendo Produtos de Origem Animal, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Empanados. *Diário Oficial da União, Brasília, 19 de fevereiro de 2001, Seção 1. p. 60.*

Brasil, 2003. Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. *Diário Oficial da União, Brasília, 23 dezembro de 2003, nº. 251, Seção 1, p. 28.*

Brasil, 2017. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. 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-RIISPOA. *Diário Oficial da União. Brasília, 30 de março de 2017, nº. 62, Seção 1, p. 3.*

Brasil, 2019. Instrução Normativa Nº. 60, de 26 de dezembro de 2019. Lista de Padrões Microbiológicos para Alimentos Prontos para Oferta ao Consumidor. *Diário Oficial da União. Brasília, 26 de dezembro de 2019, nº. 249, Seção 1, p. 133.*

Cagnato, C.; Ponce, J.M. 2017. Ancient Maya manioc (*Manihot esculenta* Crantz) consumption: Starch grain evidence from late to terminal classic (8th-9th century CE) occupation at La Corona, northwestern Petén, Guatemala. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 16: 276-286. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.09.035>.

Coelho, A.C.S.; Faria Junior, C.H.; Sousa, K.N.S. 2017. Fatores que Influenciam a Compra de Peixes por Classe Social no Município de Santarém-PA. *Revista Agroecossistemas*, 9(1): 62-83. <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v9i1.4773>.

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

Cortez Netto, J.P.; Boscolo, W.R.; Feiden, A.; Maluf, M.L.F.; Freitas, J.M.A.; Simões, M. R. 2010. Formulation, microbiological analyses, centesimal composition, and acceptability of breaded catfish (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). Revista do Instituto Adolfo Lutz, 69(2): 181-187.

Daga, J.A.; Anschau, S.P.; Rodrigues, M.L.; Oliveira, S.R.; Bittencourt, F.; Feiden, A. 2020. Yield of mechanically separated meat in natura and post-smoking of *Clarias gariepinus* at different weight categories. Boletim do Instituto de Pesca, 46(1): e527. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2020.46.1.527>.

Dallabona, B.R.; Karam, L.B.; Wagner, R.; Bartolomeu, D.A.F.S.; Mikos, J.D.; Francisco, J.G.P.; Macedo, R.E.; Kirschnik, P.G. 2013. Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. Revista Brasileira de Zootecnia, 42(12): 835-843. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013001200001>.

Dill, D.D.; Silva, A.P.; Luvielmo, M.M. 2009. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. Estudos Tecnológicos, 5 (1) 33-49.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture. Sustainability in Action. Rome, Italy. 244p. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.

Feltes, M.M.C.; Correia, J.F.G.; Beirão, L.H.; Block, J.M.; Ninow, J.L.; Spiller, V.R. 2010. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14(6): 669-677. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000600014>

Ferreira, H.K.A.; Signor, F.R.P.; Figueiredo, E.S.; Signor, A.; Reidel, A.; Signor, A.A. 2020. Hidrolisados proteicos de resíduos da indústria de processamento de tilápia: caracterização centesimal, microbiológica e aminoácidos. Brazilian Journal of Development. 6(8): 59516-59527. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-226>.

Fogaça, F.H.S; Otani, F.S.; Portella, C.G.; Santos-Filho, L.G.A.; Sant'ana, L.S. 2015. Caracterização de surimi obtido a partir da carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo e elaboração de fishburger. Semina: Ciências Agrárias, 36(2): 765-776. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p765>.

Franck, H.; Christian, M.; Noël, A.; Brigitte, P.; Joseph, H.D., Cornet, D.; Mathurin, N.D. 2011. Effects of cultivar and harvesting conditions on the texture and taste of boiled cassava roots. *Food Chemistry*, 126(1): 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.088>.

Gonçalves, A.A. 2011. *Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação*. São Paulo: Editora Atheneu. 608p.

Instituto Adolfo Lutz, 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1020p.

Magalhães, A.O.; Mársico, E.T., Soares Júnior MS, Monteiro MLG. 2019. Evaluation of the technological quality of snacks extruded from broken grains of rice and mechanically separated tilapia meat flour. *Boletim do Instituto de Pesca*, 45(2): e-429. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2019.45.2.429>.

Maia, G.P.A.G.; Belisário, C.M.; Carvalho, V.D.F.; Cavalcante, M.D. 2020. Chemical physical characterization of rapadura added with clay almond marketed in the region of Rio Verde, Goiás State, Brazil. *Research, Society and Development*, 9(9): e18996464. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6464>.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2014a. *Determinação de proteína bruta em produtos de origem animal por acidimetria*. MET POA/SLAV/39/02/01. [online] URL: <https://docplayer.com.br/22798948-Determinacao-de-proteina-bruta-em-produtos-de-origem-animal-por-acidimetria.html> Accessed: Dec. 04, 2019.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2014b. *Determinação gravimétrica da gordura total de carnes, pescados e produtos derivados*. MET POA/SLAV/50/02/01. [online] URL: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/legislacao-metodos-credenciados/arquivos-metodos-da-area-poa-iaq/met-poa-slav-50-02-determinacao-da-gordura-total-em-carnes-e-pescados.pdf/@@download/file/met-poa-slav-50-02-determinacao-da-gordura-total.pdf> Accessed: Dec. 06, 2019.

Neves, E.C.A; Nascimento, G.C.; Ferreira, A.R.; Neves, D.A.; Fukushima, A.R., Leoni, L.A.B.; Clerici, M.T.P.S. 2020. Classificações e características nutricionais e tecnológicas de farinhas de mandioca comercializadas em Belém, Pará, Brasil. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23(1): 1-11. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.14319>.

Newell, G.J.; Macfarlane, J.D. 1987. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. *Journal of Food Science*, Chicago, 52(6): 1721-1725. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb05913.x>.

Ogawa, M.; Maia, E.L. 1999. Manual de pesca: Ciência e Tecnologia de Pescado. São Paulo: Varela, v. 1., 430p.

Oliveira, I.R.; Carvalho, H.W.L.; Carvalho, L.M.; Pimentel, M.A.G. 2020. Boas práticas de cultivo para a elevação da produtividade da mandioca BRS Kiriris. Sete Lagoas. Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica 261. 2ª ed. 16p.

Picanço, Y.S.; Oliveira, S.S.; Almeida, M.; Otani, F.S.; Pereira, E.J.; Santos, G.C. 2018. Análise de atividade de água e umidade na qualidade do mel produzido em comunidades da reserva extrativista Tapajós - Arapiuns, Santarém, Pará, *Revista Agroecossistemas*, 10(2): 1-10. <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5146>.

Pigott, G.M.; Tucker, B.W. 1990. *Seafood: effects of technology on nutrition*. New York: Marcel Dekker. 362p.

Poiani, M.R.; Montanuci, F. D. 2019. Caracterizações físicas e tecnológicas e perfil de textura de cookies de farinha de uva e linhaça. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 22(1): 1-14. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07418>.

Rebouças, M.C.; Rodrigues, M.C.P.; Castro, R.J.S.; Vieira, J.M.M. 2012. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo Semina: *Ciências Agrárias*, 33(2): 697-704. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p697>.

Sales, R.O.; Maia, E.L. 2012. Chemical composition and lipids classes of the freshwater fish tilapia do Nilo, *Oreochomis niloticus*. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 6(2): 17-30. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20120004>.

Signor, F.R.P.; Signor, A.A.; Coldebella, P.F.; Simões, G.S.; Boscolo, W.R. 2020. Increase in the nutritional quality of tilapia mechanically separated meat and application in fish patties. *Brazilian Journal of Development*, 6(7): 47047-47061. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-369>.

Silva, J.F.X.; Ribeiro, K.; Silva, J.F.; Cahú, T.B.; Bezerra, R.S. 2014. Utilization of tilapia processing waste for the production of fish protein hydrolysate. *Animal Feed Science and Technology*, 196(1): 96-106. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.06.010>.

Silva, R.A.; Bonnas, D.S.; Silva, P.F. 2015. Aproveitamento dos resíduos gerados no processamento de postas de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) para elaboração de nuggets. Contextos da Alimentação - Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade. 3(2): 38-48.

Souza, J.F.; Bitencourt, N.N.; Gomes, C.S.; Oliveira, J.K.; Santos, R.M.; Reis, I.A.O.; Nunes, M.L.; Narain, N. 2010. Desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial de nuggets formulados com concentrado protéico de pescado -marine beef. Scientia Plena, 6(3): 1-4.

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 2011. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (Nepa), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp ed.), Campinas, 4^a ed., 161p. Available at: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf. Accessed: July. 02, 2021.

Tahergorabi, R.; Beamer, S.K.; Matak, K.E.; Jaczynski, J. 2013. Chemical properties of *w*-3 fortified gels made of protein isolate recovered with isoelectric solubilisation/precipitation from whole fish. Food Chemistry, 139(1): 777-785. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.077>.

Tamsen, M.; Shekarchizadeh, H.; Soltanizadeh, N. 2018. Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nuggets properties. LWT - Food Science and Technology, 91(2): 580-587. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.001>.

Vega, O.; Carvajal, L.M.; Rodríguez, F.; Marín, M.C.; Ramírez, C.; Simpson, R.; Valdenegro, M. 2017. Effect of thermal pretreatments and cooking characteristics on physicochemical, rheological, and sensorial properties of food products based on cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Journal of Food Process Engineering, 41(1): 1-9. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12612>.

Veit, J.C.; Maluf, M.L.F.; Simões, M.R.; Feiden, A.; Boscolo, W. R. 2012. Inclusão de hidrolisados proteicos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) em empanados de peixe. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, 16(2): 85-92.

5 CAPÍTULO IV

Elaborado conforme as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Vida de prateleira de *nuggets* elaborados com CMS de tilápia e mandioca

Resumo - O objetivo desse trabalho foi avaliar a vida de prateleira de *nuggets* elaborados com CMS de tilápia e mandioca durante 90 dias. Foram coletadas 20 carcaças de tilápia no Mercado do peixe em Teresina, Piauí, para a produção de carne mecanicamente separada (CMS), em seguida foram preparadas três formulações de *nugget* com adição de massa de mandioca. Para realização da análise de vida de prateleira, os tratamentos foram separados e realizada as análises imicrobiológicas e físico-químicas das amostras no dia zero, e nos dias 15, 30, 45, 60, 75 e 90 após armazenamento em freezer doméstico (-18° C). Também foram realizadas análises de capacidade de retenção de água, perda de água por cocção nas formulações de *nuggets*. Os resultados das análises microbiológicas mostraram que os *nuggets* apresentaram padrões higiênico-sanitários adequados para consumo durante todo o período de armazenamento. As análises físico-químicas apresentaram estabilidade durante o período de avaliação, a utilização de temperatura controlada no congelamento, associada a boas práticas de fabricação favoreceram o controle. Conclui-se que os *nuggets* elaborados com CMS de tilápia e adição de massa de mandioca durante a vida de prateleira podem ser estocados a -18 °C por 90 dias, preservando a segurança microbiológica e a qualidade físico-química, com conformidade para os padrões durante o tempo de estocagem, estando aptos para consumo. A utilização de mandioca nas formulações favoreceu a capacidade de retenção de água.

Termos para indexação: armazenamento, *Manihot esculenta* Crantz, *Oreochromis niloticus*, resíduos comestíveis.

Introdução

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie de peixe amplamente produzida mundialmente (FAO, 2020), devido a sua rusticidade, crescimento rápido, aceitação pelos consumidores, sabor, odor e ausência de espinhos intramusculares em forma de Y (Podduturi et al., 2017).

Seu processo de filetagem gera resíduos que incluem: carcaça, cabeça, vísceras, pele e nadadeiras, que aumentam significativamente ao longo dos anos (Kubitza et al., 2012). Estima-se que o rendimento do filé de tilápia seja em torno de 32% a 35%, grande parte dos resíduos gerados não são aproveitados como matéria-prima para elaboração de coprodutos e esse

desperdício pode reduzir a margem de lucro total da indústria (Barroso; Pincinato; Munoz, 2017), além dos impactos causados ao meio ambiente pelo descarte de forma inadequada (Honma et al., 2020).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura vegetal de amplo uso, que vai desde a alimentação humana e animal até a utilização industrial, é cultivada em todo o território brasileiro, sendo bastante explorada pela agricultura familiar, presente na culinária típica de várias regiões do país (Fiorda et al., 2013; Xavier; Lima; Andrade, 2020).

A fabricação de produtos com poucos aditivos químicos, atrativos sensorialmente e que não causem impactos negativos ao meio ambiente vem aumentando em grande demanda, caracterizados principalmente por serem semiprontos ou prontos para consumo imediato, com alto valor nutritivo, custo acessível, boa apresentação e embalagem de qualidade (Gerhardt; Magalhães, 2012). Essa é uma alternativa para fazer uso dessas matérias-primas pouco exploradas (Honma et al., 2020), e a sua aplicação deve envolver aspectos de percepção da necessidade do mercado, até o ciclo de vida de prateleira do produto (Lago et al., 2016), uma vez que é importante realizar uma análise meticulosa durante o seu armazenamento, pois os produtos à base de cárneos são mais perecíveis e propensos ao desenvolvimento de patógenos durante o processo de produção, que envolve desde o abate até o seu armazenamento final (Sohaib et al., 2016). Nesse contexto, objetivou-se avaliar a vida de prateleira de *nuggets* elaborados com CMS de tilápia e mandioca durante 90 dias de armazenamento.

Material e Métodos

Coletas das amostras

Para o experimento foram coletadas 20 carcaças de tilápia resultantes da filetagem realizada pelos locatários do Mercado do Peixe em Teresina, Piauí, Brasil. Após coleta, foram imediatamente armazenadas em caixa isotérmica com gelo reciclável para transporte até o Setor de Tecnologia de pescado pertencente ao Núcleo de Estudos e Pesquisas e Processamento em Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

No Setor de Tecnologia de pescado foi feita a lavagem das carcaças de tilápias em água corrente e imersas em água hiperclorada com 5,0 ppm de cloro residual livre por 10 minutos e depois realizada a produção de carne mecanicamente separada (CMS) com a utilização da máquina despulpadora de peixe (Modelo SPx100) projetada para esse experimento. Após

preparo, foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: enumeração de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva e detecção de *Salmonella* spp.

A partir da CMS de tilápia produzida, foram preparadas três formulações de *nugget* com adição de massa de mandioca cozida (tabela 1).

Tabela 1. Formulações dos *nuggets* de CMS de tilápia com adição de massa de mandioca

Ingredientes	Formulações (%)		
	F1	F2	F3
CMS de tilápia	86,0	64,5	43,0
Mandioca	0,0	21,5	43,0
Sal	1,0	1,0	1,0
Cebola	3,0	3,0	3,0
Alho	1,0	1,0	1,0
Farinha de mandioca	4,0	4,0	4,0
Ovo	2,0	2,0	2,0
Farinha de rosca	3,0	3,0	3,0

Em seguida, foram moldados manualmente, depois realizado o processo de empanamento, e assados em forno industrial (PROGÁS 4000E) a 100°C por 45 minutos.

Análise de Vida de prateleira

Após a produção dos *nuggets*, os tratamentos foram separados e realizada a análise imediata das amostras controle (microbiológicas e físico-químicas) e as demais amostras foram colocadas em embalagens hermeticamente fechadas e armazenadas em *freezer* doméstico (-18°C) para análise de vida de prateleira após 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias.

Análises microbiológicas

Para analisar os parâmetros microbiológicos durante o tempo de estocagem dos *nuggets*, as amostras correspondentes ao seu dia de análise foram encaminhadas ao Laboratório de Controle Microbiológico de Alimentos do NUEPPA. Inicialmente, foi realizado o preparo das amostras, transferido assepticamente 25g das amostras de *nugget* para um frasco com 225 mL de água peptonada a 0,1%, formando diluição inicial 10^{-1} , até a diluição 10^{-3} . Foram realizadas as análises de: contagem de *Staphylococcus coagulase* positivo, detecção de *Salmonella* spp.,

enumeração de *Escherichia coli*, contagem de bactérias heterotróficas mesófilas (CBH) e psicrotróficas (BHP) e contagem de fungos filamentosos e leveduriformes.

A análise de contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo foi realizada semeando alíquotas de 0,1 mL na superfície de placas de Petri com agar Baird Parker (BP) e incubadas em estufa a 35°C por 24 a 48 horas. Para a confirmação das colônias típicas *Staphylococcus aureus* foram realizadas os seguintes testes: coloração de Gram, catalase, coagulase, desoxirribonuclease e endonuclease termoestável (APHA, 2015).

Para a análise de detecção de *Salmonella* spp. foram utilizados os frascos contendo água peptonada a 0,1% correspondente a diluição 10^{-1} e incubados a 37°C por 24 horas. Depois transferidas para os caldos de enriquecimento seletivo: Rappaport-Vassiliadis e selenito-cictina, para serem incubados a 37°C por 24 horas. Em seguida, semeadas placas de Petri com agar *Salmonella-Shigella* e agar Hektoen que foram incubadas por 24 horas a 37°C. A partir das colônias características foi realizada a triagem bioquímica nos meios: agar TSI e agar LIA incubados a 37°C por 24 horas. Os resultados suspeitos foram submetidos aos testes: citrato, fenilalanina, uréia, VM-VP, indol e SIM, incubados a 37°C por 24 horas. Para confirmação sorológica, foram utilizados os anti-soros polivalentes “O” e “H”. Os resultados foram encaminhados para confirmação e identificação do sorotipo (APHA, 2015).

Para a análise de enumeração de *Escherichia coli*, foi utilizado o método dos tubos múltiplos (NMP). Transferido-se alíquotas de 1,0 mL das diluições previamente preparadas para tubos contendo caldo lauril triptose e incubados em estufa a 37°C por 48 horas. Dos tubos positivos foram repicados para tubos com caldo EC e incubados em banho-maria a 45,5°C por 24 horas. Em seguida, foi realizado o plaqueamento para ágar eosina azul de metileno incubado a 37°C por 24 horas. As colônias características foram testadas bioquimicamente pelo teste do IMVIC (Indol, Vermelho de Metila, Voges Proskauer e Citrato) e incubadas a 37°C por 24 horas. Foram consideradas como *E. coli* as colônias que apresentarem os resultados ++ -- ou - + -- no teste do IMVIC (APHA, 2015).

Para a contagem de bactérias heterotróficas mesófilas e psicrotróficas (APHA, 2015), foi retirada uma alíquota de 1,0 mL cada diluição e inoculada em placas de Petri, em duplicata, na qual foram colocados 15 mL de Ágar Padrão para Contagem (PCA). As placas para contagem das bactérias mesófilas foram incubadas a 37°C por 48 horas e as psicrotróficas foram incubadas à temperatura de incubação a 4,0°C por dez dias. Ao final, as colônias nas placas

foram contadas e os resultados expressos em unidades formadoras de colônias por grama em números logaritmos (UFC/g em log 10).

A contagem de fungos filamentosos e de leveduras foi realizada segundo metodologia de diluição decimal seriada em placas (Dalcero et al., 1997; Dalcero et al., 1998). A inoculação de cada uma das diluições foi efetuada em duplicata com alíquotas de 0,1 mL por placa de Petri, na superfície do meio de cultivo Agar Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC) (Pitt; Hocking, 2009), e incubadas a 25 °C durante sete dias em estufa, foi selecionada para contagem aquelas que conter de 10 a 100 UFC.g⁻¹. Ao final, as colônias nas placas foram contadas e os resultados expressos em unidades formadoras de colônias por grama em números logaritmos (UFC/g em log 10).

Análises físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos analisados durante os 90 dias de estocagem dos *nuggets* foram: umidade, acidez, pH e atividade de água. Todas essas análises foram realizadas no Laboratório de controle físico-químico do NUEPPA, e feitas em triplicata. Foram realizadas também as análises de capacidade de retenção água (CRA) e perda de água por cocção (PPC), essas análises não fazem parte da avaliação da vida de prateleira.

A umidade foi determinada por gravimetria por secagem em estufa a 105°C até peso constante (Instituto Adolfo Lutz, 2008). A acidez total titulável foi determinada pesando 3,0 g da amostra em frasco tipo Erlenmeyer e adicionando 50 mL de água destilada, e duas gotas de solução de fenolftaleína a 1,0%. Depois, foi realizada a titulação com hidróxido de sódio, até atingir coloração rosa, os resultados foram expressos em porcentagem de ácido láctico (AOAC, 2010). A análise de atividade de água foi realizada com a utilização de um aparelho portátil (Decagon Pawkit digital), pesando 5,0 g da amostra para o recipiente do aparelho e feita a leitura. Para a análise de pH foi pesado 10 g da amostra para um frasco tipo Becker e adicionado 100 mL de água destilada. Depois foi introduzido o eletrodo do phmetro (Hanna, modelo 21pH/mv meter) na amostra e feita a leitura diretamente.

Para determinação da capacidade de retenção de água foi utilizada a metodologia descrita por Troy, Desmond e Buckley (1999), realizada em quintuplicada, inicialmente foi pesado 2,0 g da amostra, envoltas em papel filtro comum, colocando-os em tubos e centrifugando a 3087 RCF/Força G por 10 minutos. O valor da capacidade de retenção de água foi calculado de acordo com a equação a seguir:

$$\text{CRA (\%)} = 1 - \frac{A - D}{U} \times 100$$

A = peso da amostra (g) antes da centrifugação;

D = peso da amostra (g) após a centrifugação;

U = umidade inicial da amostra.

A análise de perda de água por cocção foi realizada segundo a metodologia proposta por LIU et al (2004). As amostras foram cortadas em segmentos retangulares e introduzidas em sacos plásticos etiquetados sendo em seguida, levadas para cocção em banho maria a 85°C por 25 minutos. Após o cozimento, as amostras foram retiradas das embalagens, resfriadas em água corrente e a superfície seca delicadamente com papel toalha. A perda de peso por cocção foi realizada em quintuplicada.

$$\text{PPC (\%)} = \frac{(\text{Peso}_{\text{antes da cocção}} - \text{Peso}_{\text{após a cocção}})}{\text{Peso}_{\text{antes da cocção}}} \times 100$$

Análise estatística

A avaliação dos resultados foi realizada com a análise variância (ANOVA), foi utilizado o teste Holm-Sidak para confrontar a existência de diferenças significativas entre as médias, com nível de significância de 5,0%. As análises microbiológicas os dados foram normalizados transformando-os em $\log_{10}^{(x+1)}$. A análise estatística foi realizada utilizando o software Sigmastat 4.0.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises microbiológicas da vida de prateleira dos *nuggets* de tilápia elaborados com resíduos comestíveis de filetagem estão representados na tabela 2. Pode-se observar que *nuggets* de todas as formulações mantiveram conformidade para enumeração de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* spp. durante todo o período de 90 dias de armazenamento a -18°C. Esse resultado deve-se porque foram elaboradas utilizando CMS sem contaminação por essas bactérias e com produção rigorosa das boas práticas de fabricação.

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas dos *nuggets* de tilápia elaborados com os resíduos comestíveis descartados após filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, PI, durante a análise de vida de prateleira acondicionados a -18°C

Formulação	Microrganismo	Tempo (em dias)							
		CMS de tilápia	0	15	30	45	60	75	90
F 1	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g ⁻¹)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g ⁻¹)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
	<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
	Bactérias mesófilas (UFC/ g ⁻¹)	-	3,15	3,98	4,14	4,01	4,36	4,79	5,08
	Bactérias psicrótróficas (UFC/ g ⁻¹)	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fungos e Leveduras (UFC/ g ⁻¹)	-	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F 2	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g ⁻¹)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g ⁻¹)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
	<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
	Bactérias mesófilas (UFC/ g ⁻¹)	-	1,46	2,51	3,97	3,90	4,07	4,91	5,07
	Bactérias psicrótróficas (UFC/ g ⁻¹)	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fungos e Leveduras (UFC/ g ⁻¹)	-	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F3	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g ⁻¹)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g ⁻¹)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
	<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
	Bactérias mesófilas (UFC/ g ⁻¹)	-	3,78	4,17	4,57	4,95	4,94	4,06	5,08
	Bactérias psicrótróficas (UFC/ g ⁻¹)	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fungos e Leveduras (UFC/ g ⁻¹)	-	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

UFC/ g⁻¹= Unidades Formadoras de Colônias por grama em números logarítmicos. NMP/ g⁻¹: Número Mais Provável por grama em números logarítmicos.

A Instrução Normativa nº. 60, de 26 de dezembro de 2019 não estabelece limites para contagem de bactérias heterotróficas mesófilas (CBH) em pescado e seus derivados (Brasil, 2019), porém a *International Commission on Microbiological Specifications Foods* estabelece que 7,0 UFC/ g⁻¹ é o máximo aceitável para amostras de peixes (ICMSF, 2002). Pode-se verificar que os resultados de CBH obtidos nos *nuggets* aumentaram proporcionalmente durante os 90 dias de armazenamento, porém permaneceram inferiores a 6,0 UFC/ g⁻¹. O resfriamento rápido dos peixes durante o preparo minimiza as contagens de mesófilos que se multiplicam rapidamente em temperatura ambiente médias superiores a 25°C. Isso explica os motivos das contagens de mesófilos estarem dentro do recomendado pelo ICMSF durante todo período de estocagem em refrigeração (tabela 2). Outros fatores também favoreceram as baixas contagens: os resíduos comestíveis foram rapidamente acondicionados em refrigeração para transporte, a CMS foi processada imediatamente e os *nuggets* preparados obedecendo as recomendações das boas práticas de fabricação.

Mesmo em baixas temperaturas de estocagem, é importante quantificar bactérias heterotróficas psicotróficas (BHP) para prevenir alteração do frescor, a deterioração e a consequente redução da vida de prateleira do pescado (Lazarin et al., 2011). Pode-se observar que não houve multiplicação de (BHP) em todas as amostras de *nuggets* durante o período de armazenamento a -18,0 °C, provavelmente pela contaminação por essas bactérias na matéria-prima ter sido insipiente ou, caso tenha ocorrido, por ter sido eliminada durante o tratamento dos resíduos com cloro.

Durante o período de armazenamento, pode-se observar baixas contagens de fungos filamentosos e leveduriformes nas amostras das três formulações no grupo controle que foi analisado no mesmo dia da produção (tabela 2). Nos demais períodos de armazenamento não houve quantificação desses micro-organismos. A multiplicação de fungos e leveduras em alimentos pode ser reduzido pelo controle da umidade e da temperatura de armazenamento (Telles; Aquino, 2018). Os *nuggets* foram armazenados em embalagens herméticas que não favoreceriam a entrada de umidade e oxigênio, esse controle é importante para redução da multiplicação desses micro-organismos, que também podem ter sido inativados pela utilização de tempero a base de alho e cebola que têm naturalmente substâncias antifúngicas.

Os resultados das análises físico-químicas dos *nuggets* de tilápia elaborado com os resíduos comestíveis descartados após filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, PI, durante a análise de vida de prateleira estão representados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados das análises físico-químicas dos *nuggets* de tilápia elaborado com os resíduos comestíveis descartados após filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, PI

Formulação	Parâmetro	Tempo (em dias)						
		0	15	30	45	60	75	90
F1	Aw	0,91 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,00	0,91 ^{aA} ±0,01	0,91 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,00
	pH	6,07 ^{bC} ±0,00	6,09 ^{aC} ±0,00	6,44 ^{aB} ±0,07	6,49 ^{aAB} ±0,05	6,60 ^{aAB} ±0,16	6,59 ^{aAB} ±0,31	6,74 ^{aA} ±0,07
	Acidez	0,16 ^{aA} ±0,00	0,17 ^{aA} ±0,00	0,15 ^{aA} ±0,00	0,16 ^{aA} ±0,01	0,15 ^{aA} ±0,00	0,15 ^{aA} ±0,00	0,15 ^{aA} ±0,00
	Umidade	40,97 ^{aA} ±0,03	43,55 ^{aA} ±0,05	46,54 ^{aA} ±0,02	47,45 ^{aA} ±0,03	46,25 ^{aA} ±0,01	45,13 ^{aA} ±0,03	44,17 ^{aA} ±0,00
F2	Aw	0,92 ^{aA} ±0,00	0,93 ^{aA} ±0,01	0,92 ^{aA} ±0,00	0,93 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,00
	pH	6,01 ^{bD} ±0,01	6,08 ^{aC} ±0,02	6,15 ^{bC} ±0,04	6,21 ^{bBC} ±0,02	6,26 ^{aBC} ±0,12	6,52 ^{aB} ±0,05	6,79 ^{aA} ±0,15
	Acidez	0,15 ^{aA} ±0,00	0,15 ^{aA} ±0,00	0,15 ^{aA} ±0,00	0,15 ^{aA} ±0,00	0,14 ^{aA} ±0,00	0,13 ^{aA} ±0,01	0,13 ^{aA} ±0,01
	Umidade	46,88 ^{aA} ±0,03	54,27 ^{aA} ±0,05	48,41 ^{aA} ±0,02	48,84 ^{aA} ±0,01	48,25 ^{aA} ±0,02	47,21 ^{aA} ±0,02	45,98 ^{aA} ±0,05
F3	Aw	0,92 ^{aA} ±0,02	0,93 ^{aA} ±0,01	0,91 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{bA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,01	0,92 ^{aA} ±0,00	0,92 ^{aA} ±0,00
	pH	6,10 ^{bD} ±0,02	6,09 ^{aC} ±0,04	6,16 ^{bC} ±0,01	6,31 ^{bB} ±0,49	6,32 ^{bB} ±0,01	6,61 ^{aAB} ±0,46	6,94 ^{aA} ±0,02
	Acidez	0,15 ^{aA} ±0,00	0,14 ^{aA} ±0,00	0,14 ^{aA} ±0,00	0,13 ^{aA} ±0,01	0,14 ^{aA} ±0,00	0,14 ^{aA} ±0,01	0,14 ^{aA} ±0,00
	Umidade	41,64 ^{aA} ±0,01	49,92 ^{abA} ±0,03	51,23 ^{aA} ±0,01	50,70 ^{aA} ±0,03	53,48 ^{aA} ±0,07	53,78 ^{aB} ±0,01	52,75 ^{aA} ±0,03

^{a,b e A, B} = Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Holm-Sidak ($p < 0.05$). Dados expressos em média ± desvio padrão. Aw: atividade de água. pH: potencial hidrogeniônico.

As formulações de *nuggets* tiveram valores atividade de água semelhantes em todas as formulações e tempo de prateleira (tabela 3). Esse parâmetro determina a estabilidade de prateleira de um alimento e os potenciais deteriorantes em diferentes faixas de temperatura, pois, de um modo geral, muitas bactérias multiplicam-se em valores de A_w a partir de 0,91 e fungos 0,70 (Sandulachi, 2012). Alimentos que estão dentro desses valores necessitam ser armazenados sob refrigeração para inibir a multiplicação microbiana (Bernadino Filho et al., 2020).

Verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$) quanto aos resultados obtidos na análise de pH (Tabela 3) entre as formulações e o tempo de armazenamento, com aumento dos valores de acordo com a progressão do tempo de estocagem. Todas as amostras apresentaram valores de pH inferiores a 7,00 conforme o estabelecido para carne de peixe (Brasil, 2017). Concentrações superiores a 7,00 ocorrem devido a produção de compostos nitrogenados decorrentes da multiplicação microbiana (Soto-Valdez et al., 2015). Pode-se observar que ocorreu aumento do pH durante a estocagem provavelmente pela desnaturação das proteínas dos *nuggets*, esse fato coincidiu proporcionalmente com a oscilação da quantidade de bactérias heterotróficas mesófilas.

Os resultados para a análise de acidez não apresentaram diferença significativa entre as formulações e período de armazenamento ($p < 0,05$) (Tabela 3). A baixa acidez das amostras ao longo da análise de vida de prateleira indica a manutenção da qualidade das formulações dos *nuggets* elaborados, pois valores elevados indicam processos de decomposição dos carboidratos presentes, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, alterando a concentração dos íons de hidrogênio (Lima et al., 2021). O glicogênio é o carboidrato predominante da musculatura dos vertebrados vivos, nas operações de despesca e abate os peixes consomem a maior parte dessas reservas para tentar sobreviver. O processo de *rigor mortis* consome o glicogênio residual da musculatura com produção de ácido lático. As tilápias filetadas já haviam passado pelo processo de *rigor mortis*, conseqüentemente, as carcaças utilizadas para produção de CMS já tinha o ácido lático residual, não aumentando com a estocagem em todos os tratamentos.

Os resultados referentes a análise de umidade (tabela 3) mantiveram valores semelhantes entre as formulações e tempo de estocagem, porém apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), com um leve aumento na formulação 3 durante a análise do 75º dia de armazenamento. Durante o tempo de armazenamento sob congelamento podem ocorrer

alterações superficiais no alimento pela troca de vapor d'água entre o alimento e o meio externo, ocorrendo alterações no produto, uma dessas alterações é denominada de queima pelo frio, muito comum em produtos cárneos, pela troca de umidade com as serpentinas de refrigeração e o produto, ocorrendo trocas do alimento com a atmosfera de estocagem (Brito; Azeredo, 2012).

Os resultados referentes as análises de capacidade de retenção de água e perda de água por cocção dos *nuggets* de tilápia elaborado com os resíduos comestíveis descartados após filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, PI, estão representados na tabela 4.

Tabela 4. Resultados das análises de análise de capacidade de retenção de água e perda de água por cocção dos *nuggets* tilápia elaborado com os resíduos comestíveis descartados após filetagem do Mercado do Peixe de Teresina, PI

Formulações	Capacidade de retenção de água (%)	Perda de água por cocção (%)
F1	10,3 ^b ± 1,4	0,5 ^a ± 0,1
F2	13,0 ^a ± 1,1	0,6 ^a ± 0,2
F3	12,9 ^a ± 1,8	0,6 ^a ± 0,1

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Holm-Sidak ($p < 0.05$). Dados expressos em média ± desvio padrão.

De acordo com os resultados encontrados para análise de capacidade de retenção de água, as formulações apresentaram baixa retenção e com diferença significativa entre as formulações ($p < 0,05$) (tabela 4). Um produto cárneo com baixa CRA possui uma diminuição na qualidade, pois, juntamente com a água, perdem-se proteínas solúveis sarcoplasmáticas, que são necessárias para a formação da estrutura. Esse parâmetro pode ser alterado por influência na maneira como a carne processada, tipo de corte, tamanho da carne resultante, orientação dos cortes sobre as células musculares, temperatura durante armazenagem e estado metabólico do animal antes do abate (Huff-Lonergan, 2010). Um produto com maior retenção de água possui melhor qualidade pela manutenção do sabor, textura e suculência (Sebranek, 2011).

Os valores encontrados de CRA podem estar relacionados com a compressão da musculatura da carne durante o preparo da CMS, com a ruptura das estruturas celulares e favorecimento da liberação de água nos *nuggets* da F1 preparados sem utilização de massa de

mandioca. Em experimentos analisando farinha de mandioca, Niba et al. (2002), encontraram valores médios para análise de CRA de 1,29 e Aloys e Zhou (2006) entre 1,42 e 1,76. As demais formulações foram preparadas com menores quantidade da mesma CMS (tabela 1), acrescidas proporcionalmente da massa de mandioca, esse fator provavelmente favoreceu os maiores percentuais de capacidade de retenção de água observados nas formulações 2 e 3.

A perda de água dos tecidos ocasiona o desprendimento de fluídos que carregam nutrientes hidrossolúveis, pigmentos e compostos formadores do sabor e aroma. Essa perda também favorece que as partículas sólidas fiquem mais concentradas oferecendo mais densidade e firmeza ao produto (Pedroso; Demiate, 2008; Caldara et al., 2012). A adição de mandioca e de fibras em geral como ingredientes em formulações ajudam a reter a água em suas estruturas durante a cocção, favorecendo que haja redução da perda de água da massa de preparo (Seabra Et Al.2002; Meira, 2013; Grassi; Betzek; Nicodem, 2012) e ajudam como espessantes. Observou-se que as formulações apresentaram valores semelhantes ($p < 0,05$) para perda de água por cocção que foram relativamente baixos (tabela 3).

Esses valores reduzidos podem estar relacionados ao percentual de gordura presente no alimento (Calvo; Panea, 2012) e com a quantidade de colágeno adicionado aos produtos cárneos (Bhat et al. 2011). A CMS continha colágeno e gordura provenientes dos resíduos comestíveis de tilápia aderidos a carcaça. Durante o processo de separação da carne dos ossos, os tecidos musculares, conjuntivos e gordurosos foram fragmentados, favorecendo que os nutrientes hidrossolúveis, pigmentos e compostos formadores do sabor e aroma e a massa homogeneização se mantivessem retidos na massa.

Conclusões

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que as formulações dos *nuggets* preparados com CMS de carcaças de tilápias decorrentes da filetagem podem ser estocados a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até 90 dias, preservando a segurança microbiológica e a qualidade físico-química, com conformidade para os padrões durante o tempo de estocagem, estando aptos para consumo. A utilização de mandioca nas formulações favoreceu a capacidade de retenção de água.

Resíduos de carcaças de tilápias decorrentes da filetagem nos mercados podem ser utilizadas para obtenção de CMS e utilizado para elaboração de *nuggets* com qualidade,

respeitando as boas práticas de fabricação. Além de agregar valor ao produtor/vendedor, essa alternativa diminui o impacto ambiental da atividade.

Referências

- ALOYS, N.; ZHOU, H.M. Functional and chemical properties of ikivunde and inyange, two traditionally processed burundian cassava flours. **Journal of Food Biochemistry**, 30: 429-443. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2006.00073.x>
- AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18th Edition, Washington, DC. 2010.
- APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological examination of food**. 5ed. Washington: American Public Health Association, 2015.
- BARROSO, R.M.; PINCINATO, R.B.M.; MUNOZ, A.E.P. **Informativo de Mercado da Tilápia: O mercado da tilápia –2º trimestre de 2017**. Embrapa Pesca Aquicultura. Palmas, TO. 2017. 1p.
- BERNADINO FILHO, R.; SILVA, O.S.; OLIVEIRA, S.N.; QUEIROGA, A.X.N.; SOUSA, B.A.A. Composição química e avaliações físicas de mortadela de tilápia do Nilo com sabor de camarão. **Revista Verde**. 15:3(2020) 250-255. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v15i3.7772>
- BHAT, Z.F.; KUMAR, P.; KUMAR, S. *Effect of skin, enrobing and refrigerated storage on the quality characteristics of chicken meat balls*. **Journal of Food Science and Technology**. Online First, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0414-0>
- BRASIL. Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. 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-RIISPOA. **Diário Oficial da União**. Brasília, 30 de março de 2017, nº. 62, Seção 1, p. 3. 2017.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº. 60, de 26 de dezembro de 2019. Lista de Padrões Microbiológicos para Alimentos Prontos para Oferta ao Consumidor. **Diário Oficial da União**. Brasília, 26 de dezembro de 2019, nº. 249, Seção 1, p. 133. 2019.

BRITO, E. S.; AZEREDO, H. M. C.; **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2 ed, Brasília, p. 326, 2012.

CALDARA, F.R.; SANTOS, V.M.O.; SANTIAGO, J.C.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; GARCIA, R.G.; VARGAS JÚNIOR, F.M.; SANTOS, L.S.; NÄÄS, I.A. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.815-824, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000300019>

CALVO, S.; PANEA, B. Physicochemical and sensorial characteristics of four muscles from comercial crossbred pigs slaughtered at 130 kg body weight. **Spanish Journal of Agricultural Research**. v.10, n.3, p.701-711, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2012103-2625>

DALCERO, A.; MAGNOLI, C.; CHIACCHIERA, S.; PALACIOS, G.; REYNOSO, M. Mycoflora and incidence of aflatoxin B1, zearalenone and deoxynivalenol in poultry feeds in Argentina. **Mycopathologia**, v. 137, n. 3, p 179-184, 1997.

DALCERO, A.; MAGNOLI, C.; LUNA, M.; ANCASI, G.; REYNOSO, M. CHIACCHIERA, S.; MIAZZO, R.; PALACIO, G. Mycoflora and naturally occurring mycotoxins in poultry feeds in Argentina. **Mycopathologia**, v. 141, n. 1, p 37-43, 1998.

FAY, J.F.A.; VIEIRA, P.H.S.; SILVA, B.W.; VELOSO, R.R.; OLIVEIRA FILHO, P.R.C. *Fishburger de biquara (Haemulon Plumierii - Lacepède, 1801) com adição de diferentes extensores*. **Acta tecnológica** v.10, nº 2, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.35818/acta.v10i2.379>

FIORDA, F.A.; SOARES JÚNIOR, M.S.; SILVA, F.A. DA; SOUTO, L.R.F.; GROSSMANN, M.V.E. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 408-416, 3 dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.4081/ijfs.2018.6919>

GERHARDT, C.; MAGALHÃES, S. **Contextos Rurais e Agenda Ambiental no Brasil: práticas, políticas, conflitos, interpretações**. Belém: Rede Estudos Rurais, 2012.

GRASSI, A.G.; BETZEK, D.; NICODEM, J.P.A. **Polpa de mandioca como substituto de proteína texturizada de soja em hambúrguer bovino**. 2012. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

HONMA, J.; RULIN, C.R.; BATISTELA, B.B.; CAMPINAS, D.L.A.L.; MARTELLI, S.M.; ALTÊMIO, A.D.C. Aproveitamento de resíduo de abatedouro de pescado para o desenvolvimento de patê pastoso. **Brazilian Journal of Development**., Curitiba, v. 6, n. 5, p.25234-25243, may. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-106>

HUFF-LONERGAN, E. Water-holding capacity of fresh meat. 2019. Disponível em: <https://swine.extension.org/water-holding-capacity-of-fresh-meat/>. Acesso em: 17 de Agosto de 2021.

ICMSF –Internacional Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microrganisms in Foods 7: Microbiological testing in food safety management**.New York: Kluwer Academic, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1020p. 2008.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK,P. I. **Panorama da Piscicultura no Brasil**: particularidades regionais da piscicultura - Parte II. Panorama da Aquicultura, v. 22, p. 16-31, 2012.

LAGO, A.M.T.; PIMENTA, C.J.; EMILIORELLI N.I.; VIDAL, A.C.C.; SOUSA, G.P.M. Resíduos de Tilapia como materia prima para producción de salchichas: rendimento y costo. **Revista de Ciencia y Tecnología**, (26), 34-39, 2016.

LANZARIN, M.; ALMEIDA FILHO, E.S.; RITTER, D.O.; MELLO, C.A.; CORRÊA, G.S.S.; IGNÁCIO, C.M.S. Ocorrência de *Aeromonas* sp. e microrganismos psicrotóxicos e estimativa do prazo de validade comercial de filé de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) mantidos sob refrigeração. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 1541-1546, 2011.

LIMA, R.F.; SILVA, E.V.; PAIVA, Y.F.; FREITAS, P.V.C.; SANTANA, A.G.; FRANÇA, K.R.S.; AMADEU, L.T.S.; FERREIRA, J. P.L.; SANTOS, F.S.; FORMIGA, W.A.M.; ARAÚJO, A.S. Caprine hamburger enriched with different albumin concentrations: Physical and physical-chemical aspects. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e1510413828, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13828>

LIU, Y.; LYON, B. G.; WINDHAM, W.R.; LYON, C.E.; SAVAGE, E.M. Principal component Analysis of physical, color and sensory characteristics of chicken breasts deboned

at two, four, six and twenty-four hours postmortem. **Poltry Science**, n. 83, p. 101-108, 2004.

MEIRA, D.P. **Produto tipo hambúrguer formulado com carne bovina e mandioca.**

Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, maio de 2013. 42p.

NIBA, L., BOKANGA, M., JACKSON, F., SCHLIMME, D. AND LI, B. Physicochemical Properties and Starch Granular Characteristics of Flour from Various *Manihot Esculenta* (Cassava) **Genotypes**. **Journal of Food Science**, 67: 1701-1705. 2002.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08709.x>

PEDROSO, R.A.; DEMIATE, I.M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**.v.28, p.24-31, 2008. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/S0101-](http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000100005)

[20612008000100005](http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000100005)

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and Food Spoilage**, 3. ed. New York: Springer. 2009.

PODDUTURI, R.; PETERSEN, M.A.; MAHMUD, S., RAHMAN, M.M., JØRGENSEN, N.O.G. Potential contribution of fish feed and phytoplankton to the content of volatile terpenes in cultured *Pangasius (Pangasianodon hypophthalmus)* and *Tilapia (Oreochromis niloticus)*, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 65, no. 18, pp. 3730-3736.

2017. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00497>

SANDULACHI, E. **Water activity concept and its role in food preservation**. Meridian Ingineresc, 40-48 p. 2012.

SEABRA, L.M.J.; ZAPATA, J.F.F.; NOGUEIRA, C.M.; DANTAS, M.A.; ALMEIDA, R.B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrgueres com carne ovina. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p.244-248, 2002.

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

Disponível em:

<http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/19413?allowguest=true>. Acesso

em: 17 de agosto de 2021.

SOHAIB, M.; ANJUM, F.M.; ARSHAD, M.S.; RAHMAN, U. Postharvest intervention technologies for safety enhancement of meat and meat based products; a critical review.

Journal of Food Science and Technology, v. 53, p. 19–30, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s13197-015-1985-y>

SOTO-VALDEZ, H.; EZQUERRA-BRAUER, J.M.; MÁRQUEZ-RÍDS, E.; TDRRES-ARREDLA, W. Effect of previous chilling storage on quality loss in frozen (–20 °C) sierra (*Scomberomorus sierra*) muscle packed with a low-density polyethylene film containing butylated hydroxytoluene. **Food Science and Technology**, 35: 202-206, 2015. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6607>

TELLES, E.O.; AQUINO, A.C.LT. **Fundamentos da análise microbiológica de alimentos.** Higiene e segurança alimentar, 2018. 21 p.

TROY, D. J.; DESMOND, E. M.; BUCKLEY, D. J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.79, p.507-516, 1999.

XAVIER, A.R.; LIMA, L.A.; ANDRADE, F.A. Saberes tradicionais do cultivo da mandioca (*Manihot esculenta*) e a produção de farinha: estudo em Beberibe, Ceará. **Revista Cocar**. V.14N.28. 2020. p.781-801.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de CMS para o aproveitamento de carcaças resultantes do processo de filetagem no Mercado do Peixe de Teresina, PI, é uma boa forma de reduzir desperdícios de uma matéria prima rica em nutrientes, assim como reduzir os impactos no meio ambiente pelo seu descarte.

O desenvolvimento de *nuggets* a partir da CMS da carcaça de tilápia com mandioca, mostrou-se uma alternativa viável para alimentação humana, pois apresentou parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais satisfatórios. A adição de 21,5% de massa de mandioca nas formulações favorece elaboração de *nuggets* com aceitação sensorial satisfatória em proporção em conformidade com o estabelecido pela legislação. Os *nuggets* podem ser estocados a -18 °C até 90 dias, com a estabilidade e conformidade dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário sobre da produção de resíduos no mercado do peixe em Teresina, PI



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
– MEC UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PIAUÍ – UFPI
DEPARTAMENTO DE MORFOFISIOLOGIA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL - PPGCA

Quais são os peixes mais comercializados?

Quais são as principais operações geradoras de resíduos de peixes?

- Descamação
- Descabeçamento
- Evisceração
- Filetagem
- Outros, qual ? _____

Qual o destino dos resíduos comestíveis de peixes?

- Aproveitamento próprio
- Cliente levam os resíduos
- Doação
- Venda
- Outros, qual _____

Qual a forma de armazenamento dos resíduos comestíveis antes do descarte?

Qual o destino dos resíduos não comestíveis de peixes (vísceras, escamas, espinhas e pele)?

- lixo
- aterro sanitário
- Doação
- Venda
- Outros, qual _____

Qual a forma de armazenamento dos resíduos não comestíveis antes do descarte?

Qual o órgão responsável e destinação dos resíduos descartados pelos comerciantes no Mercado do Peixe em Teresina, PI?

APÊNDICE B - Teste para análise Sensorial dos *nuggets* de CMS de tilápia com adição de mandioca



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL - PPGCA**

Projeto: Aproveitamento de resíduos de peixes para elaboração de novos produtos em Teresina, PI.

Produto a ser testado: *nugget* de tilápia

Dados do Participante:

Sexo: () M () F

Idade: () 18–24 () 25 -35 () 36 – 50 () superior a 50

Escolaridade: () Ensino Fundamental () Ensino médio () Ensino Superior

Caso você concorde em participar deste teste e **não** apresente alergia ou algum outro problema relativo à ingestão de qualquer ingrediente utilizado nas formulações, preencha o teste de acordo com as instruções abaixo:

INSTRUÇÕES PARA O TESTE:

Você está recebendo **3** amostras codificadas. Deguste uma por vez. Beba água entre a degustação de uma amostra e outra. Coloque a nota para cada característica de cada amostra de acordo com a escala abaixo.

OBS: A aceitação global corresponde ao quanto você gostou ou desgostou da amostra de um modo geral.

9	Gostei MUITÍSSIMO
8	Gostei Muito
7	Gostei Moderadamente
6	Gostei Ligeiramente
5	Nem gostei, Nem Desgostei
4	Desgostei Ligeiramente
3	Desgostei Moderadamente
2	Desgostei Muito
1	Desgostei MUITÍSSIMO

Código da amostra	cor	aroma	sabor	textura	aceitação global

Comentários:

Agora você vai avaliar a sua intenção de compra com base na tabela abaixo para cada amostra.

5	Certamente compraria
4	Provavelmente compraria
3	Tenho dúvidas se compraria
2	Provavelmente não compraria
1	Certamente não compraria

Código da amostra	Nota intenção de compra

Comentários:

Por favor, ordene as amostras, da esquerda para direita, de acordo com a sua preferência, colocando em primeiro lugar a que você mais gostou e por último a que você menos gostou.

Comentários: _____