



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CIÊNCIA DE ALIMENTOS

HELOÍSA MARIA ÂNGELO JERÔNIMO

ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO EMULSIONADO TIPO
MORTADELA DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromus niloticus*) ADICIONADO DE
TEORES REDUZIDOS DE GORDURA SUÍNA

RECIFE/PE

2018

HELOÍSA MARIA ÂNGELO JERÔNIMO

**ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO EMULSIONADO TIPO
MORTADELA DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromus niloticus*) ADICIONADO DE
TEORES REDUZIDOS DE GORDURA SUÍNA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Nutrição, área de concentração: Ciência dos Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tânia Lúcia Montenegro Stamford

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Elieidy Gomes de Oliveira

Recife/PE

2018

Catálogo na fonte:
bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4:1895

J56e

Jerônimo, Heloísa Maria Ângelo.

Elaboração de embutido emulsionado tipo mortadela de carne mecanicamente separada de tilápia do nilo (*oreochromus niloticus*) adicionado de teores reduzidos de gordura suína / Heloísa Maria Ângelo Jerônimo. – Recife: o autor, 2018.
206 f.; il.; 30 cm.

Orientadora: Tânia Lúcia Montenegro Stamford.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em nutrição.

Inclui referências, apêndices, figuras, tabelas e anexos.

1. Pescado. 2. Disponibilidade nutricional. 3. Processamento de alimentos. I. Stamford, Tânia Lúcia Montenegro (orientadora). II. Título.

612.3 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2018 - 089)

HELOÍSA MARIA ÂNGELO JERÔNIMO

**ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO EMULSIONADO TIPO
MORTADELA DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromus niloticus*) ADICIONADO DE
TEORES REDUZIDOS DE GORDURA SUÍNA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Federal de Pernambuco, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Doutor em Nutrição, área de concentração:
Ciência dos Alimentos.

Tese aprovada em: 26 de fevereiro de 2018.

Prof^a. Dr^a. Tânia Lúcia Montenegro Stamford - DN/UFPE
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Maria Elieidy Gomes de Oliveira - DN/UFPB
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Carlos Eduardo Vasconcelos de Oliveira - IESP Faculdades
Instituto de Educação Superior da Paraíba

Prof^a. Dr^a. Juliana Késsia Barbosa Soares - UAS/CES/UFCG
Universidade Federal de Campina Grande

Prof^a. Dr^a. Vanessa Bordin Viera - UAS/CES/UFCG
Universidade Federal de Campina Grande

Prof^a. Dr^a. Ingrid Conceição Dantas Guerra - DG/UFPB
Universidade Federal da Paraíba

À minha família, principalmente minha amada mãe, minha fã. Ao meu esposo, literalmente meu companheiro de todas as horas. Ao meu filho, uma das motivações para meu crescimento e a minha nora, sempre paciente, que veio para completar o nosso quarteto. Também aos incansáveis colaboradores que, ao longo desses cinco anos, se empenharam e engajaram sempre motivados e dispostos a me ajudar a conseguir realizar todas as metas propostas.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente na minha vida, me concedendo força e coragem para atingir os meus objetivos, por me proteger, me abençoar e me guiar em todos os momentos da minha vida, por meio do Espírito Santo ou de anjos terrenos que vieram me alertar, ajudar, somar, ao longo dessa e de todas as jornadas já trilhadas.

Aos meus pais Joaquim Ângelo da Silva (*in memoriam*) e Otília Jerônimo Leite, pelo amor incondicional, dedicação, apoio e por todo o sacrifício despendido para me propiciar a melhor educação de qualidade que fosse possível para mim.

A toda minha família, em especial, ao meu marido, amigo, companheiro, cúmplice, “pau para todas as obras”, Osvaldo da Silva Roberto, pelo amor, carinho, cuidado, compreensão, incentivo, ajuda em quase todos os momentos das minhas jornadas em rumo ao meu crescimento profissional e paciência quando eu própria pensava em desistir.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Tânia Lúcia Montenegro Stamford, pela oportunidade concedida, ainda que minha proposta de trabalho não estivesse totalmente dentro do seu escopo de pesquisa, pela orientação e pela confiança em mim depositada.

À Prof^a. Dr^a Maria Elieidy Gomes de Oliveira, um anjo de luz na minha vida, amiga, aquela que enxerga possibilidades onde eu mesma não acreditava, que sempre foi muito generosa comigo, que me aceitou como co-orientanda, e me ensinou vários caminhos não só da pesquisa, como na vida. Obrigada pela confiança e carinho, obrigada por fazer parte da minha vida.

Ao Dr. Carlos Eduardo Vasconcelos de Oliveira, por ter acreditado no projeto, desde o início, quando ainda era apenas uma ideia, sendo fundamental na sua materialização, assim como, por ter estado junto conosco, em várias etapas posteriores, demonstrando confiança, carinho e estímulo à sua conclusão.

À Dr^a. Ingrid Conceição Dantas Guerra, por ter contribuído na idealização do tema do projeto, quando nós tínhamos poucos elementos para decidir.

Às empresas Duas Rodas[®], Condimental[®], Doremus[®], Descartável Embalagens[®], Max Soy[®], por terem sido fundamentais ao doar insumos para o desenvolvimento do projeto, desde o piloto.

Ao Professor Alex Poeta Casali e ao Técnico de Laboratório Antônio Rosendo da Costa, responsáveis pelo Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura/DGTA/CCHSA/*Campus* III/UFPB, que foram fundamentais para a realização da parte inicial deste trabalho. Obrigada por terem sido responsáveis, dedicados e eficientes durante todo o período em que estivemos juntos.

À Professora Dr^a. Rita de Cassia Ramos do E. Queiroga, por ter cedido as instalações do Laboratório de Bromatologia/DN/UFPB, em um momento muito delicado do meu projeto, quando eu não tinha aonde testar minhas hipóteses, além de todo o estímulo e palavras de conforto a mim dirigidas ao longo da jornada.

À Professora Dr^a. Juliana Késsia Barbosa Soares, por me acolher e permitir que eu utilizasse as instalações do Laboratório de Bromatologia/UAS/CES/UFCG, além de todo o apoio, carinho, orientações e orações, que me confortaram e me estimularam até o fim.

À minha querida aluna e amiga, Aryane Ribeiro da Silva, que desde o começo, aceitou me ajudar, sempre disposta, alegre, prestativa, motivada, proativa, tornando-se um dos meus braços nessa grande jornada.

À amiga Maria José de Figueiredo, por ter se compadecido de mim, na minha angústia inicial, me dando forças, estímulo e também cedido seu espaço, no Laboratório de Carnes/DGTA/CCHSA/*Campus* III/UFPB para que eu pudesse testar minhas hipóteses.

Aos novos amigos conquistados ao longo da jornada e que também estiveram sempre dispostos a ajudar, sempre alegres e motivados, Jéssica Lima de Moraes, Raimundo Bernardino Filho, Ricácia de Sousa Silva, Ana Cristina Silveira Martins, Jaielison Yandro Pereira da Silva, me surpreendendo a cada dia, por seus interesses, cuidado, vontade de aprender, crescer e colaborar.

Aos companheiros de labuta dos laboratórios da UAS/CES/UFCG, com os quais dividíamos tempo, espaço, materiais, insumos, reagentes e nossas angústias, para que todos conseguissem finalizar as suas pesquisas com êxito. Os momentos que passamos juntos de apreensões, alegrias, sofrimentos diversos foram fortes, mas inesquecíveis. Fizeram-me sentir que apesar dos obstáculos, há sempre esperança de uma boa notícia e de êxito.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN)/UFPE pelos ensinamentos repassados durante as disciplinas do curso.

Aos membros da banca, por terem aceitado o convite e pela contribuição valiosa deixada na leitura deste trabalho.

À Pós-Graduação em Nutrição da UFPE, pela oportunidade cedida para obtenção do título de Doutora. À Neci e Cecília, pela disponibilidade sempre que precisei dos serviços da Secretaria da Pós-Graduação.

À CAPES, pelo apoio financeiro instituído pela concessão de bolsa de doutorado.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja por meio de esforço pessoal, doações, cessões, orações. Nunca esqueci aos que me deram força, em forma de abraço, conselhos, orientações diversas, etc. Serei eternamente grata! Muitíssimo obrigada!

RESUMO

O consumo da Tilápia do Nilo em forma de filé tem sido uma excelente medida para incentivar o seu uso. Porém, no processo da filetagem, são gerados uma grande quantidade de subprodutos, representando cerca de 65 a 70%, dos quais cerca de 50% é composto de matéria-prima de excelente valor nutricional, historicamente subutilizada, que pode ser aproveitada para a elaboração de Carne Mecanicamente Separada (CMS), e, por conseguinte, de diversos produtos processados. Dentro desta perspectiva, objetivou-se: i) elaborar mortadelas de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Tilápia do Nilo, adicionadas de três diferentes concentrações de gordura animal e avaliar suas características tecnológicas, nutricionais e sensoriais; ii) realizar estudo de vida de prateleira da melhor formulação de mortadela com base nos resultados das características tecnológicas, nutricionais e sensoriais. No primeiro experimento foram elaboradas três formulações: M1 (CMS – 89% e 5% de gordura suína), M2 (CMS – 84% e 10% de gordura suína) e M3 (CMS – 79% e 15% de gordura suína). Os produtos elaborados foram testados quanto aos parâmetros tecnológicos, físicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. Os resultados demonstraram que as mortadelas se apresentaram estáveis microbiologicamente, com textura própria para embutido emulsionado, cor atraente e sabor característico. Todas as formulações atenderam aos requisitos de identidade e qualidade previstas (índice de peróxido, teores de umidade, proteínas, lipídios e cálcio), além de ter conseguido uma boa aceitação por parte dos julgadores, destacando-se a formulação M1, que apresentou estabilidade da emulsão de 97%, maior teor de proteínas (18,09%) e menor de lipídios (16,31%). Ademais, exibiu escores médios superiores para os atributos textura e intenção de compra. No segundo experimento foram elaboradas duas formulações de mortadela: sendo M1 com 94% de CMS e sem adição de gordura e M2, com 89% de CMS e 5% de gordura suína refinada, que foram submetidas a estudo de vida de prateleira. Observou-se que ambos os produtos com teor reduzido de gordura atenderam aos requisitos legais e tecnológicos esperados, podendo ser inseridos no mercado, com validade estendida por até 90 dias, mantendo suas características nutricionais, sensoriais e microbiológicas, além de apresentar baixos teores de colesterol e excelente perfil de ácidos graxos. Viu-se, portanto, que é possível elaborar mortadelas a partir de CMS de Tilápia sem adição de gordura animal ou utilizando baixo teor (5%) deste ingrediente na formulação. Outrossim, essa proposta visa ampliar a oferta de produtos mais saudáveis à base de pescado pela indústria alimentícia especializada, aumentando o seu consumo e minimizando os danos com a poluição ambiental, resultante do descarte deste subproduto por indústrias de processamento de pescados.

Palavras-chave: Pescado. Disponibilidade nutricional. Processamento de alimentos.

ABSTRACT

The consumption of fillet-shaped Nile Tilapia has been an excellent measure to encourage its use. However, in the filleting process, a large number of by-products are generated, accounting for about 65 to 70%, of which about 50% is composed of raw material with excellent nutritional value, historically underutilized, which can be used for the production of mechanically separated meat (CMS), and therefore of several processed products. In this perspective, the objective was: i) to elaborate Mechanically Separated Meat (CMS) of Nile Tilapia, added with three different concentrations of animal fat and to evaluate their technological, nutritional and sensorial characteristics; ii) conduct a shelf-life study of the best mortadella formulation based on results of technological, nutritional and sensory characteristics. In the first experiment three formulations were prepared: M1 (CMS - 89% and 5% swine fat), M2 (CMS - 84% and 10% swine fat) and M3 (CMS - 79% and 15% swine fat). The products elaborated were tested for technological, physical, physico-chemical, microbiological and sensorial parameters. The results showed that the mortadella were microbiologically stable, with its own texture for emulsified meat product, attractive color and characteristic flavor. All formulations met the expected identity and quality requirements (peroxide, moisture, protein, lipids and calcium content), in addition to being well accepted by the judges, highlighting the formulation M1, which presented stability of the emulsion of 97%, higher protein content (18.09%) and lower lipid content (16.31%). In addition, it exhibited superior average scores for the attributes texture and intention of purchase. In the second experiment two formulations of mortadella were made: M1 with 94% CMS and no fat addition and M2, with 89% CMS and 5% pork fat, which were submitted to shelf life study. It was observed that both low fat products meet the expected legal and technological requirements and can be inserted in the market, with an extended validity of up to 90 days, maintaining their nutritional, sensorial and microbiological characteristics, besides presenting low cholesterol levels and excellent profile of fatty acids. It has therefore been seen that it is possible to prepare mortadella from Tilapia CMS without addition of animal fat or using low (5%) content of this ingredient in the formulation. In addition, this proposal aims to increase the supply of healthier products based on fish by the specialized food industry, increasing its consumption and minimizing damages with environmental pollution, resulting from the disposal of this byproduct by fish processing industries.

Keywords: Fish. Nutritional availability. Food processing

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	Estudos que testaram a carne de pescado na elaboração de produtos alimentícios ou embutidos emulsionados.....	23
Figura 1	Delineamento experimental.....	38
Figura 2	Fluxograma de processamento das mortadelas de CMS de Tilápia com diferentes teores de gordura suína.....	40

Artigo 1

Fig. 1.	Flowchart for preparing the fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	108
Fig. 2.	Acceptability index of the sensorial attributes of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	109
Fig. 3.	Projection of the ACP of the attributes in the sensorial analysis of samples of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	110

Artigo 2

Fig. 1.	Micrograph of secondary electrons of sample M1.....	167
Fig. 2.	Micrograph of secondary electrons of sample M2.....	168
Fig. 3.	Acidity (A) and pH (B) of mortadella with Tilapia CMS and low pork fat during refrigerated storage. M1 (—■—) - Mortadella without added pork fat and M2 (—●—) - Mortadela added with 5% swine fat.....	169

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quantidade de ingredientes utilizados no processamento do embutido tipo mortadela com diferentes teores de gordura suína.....	39
-----------------	---	----

Artigo 1

Table 1	Formulations for emulsified fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	111
Table 2	Mean values obtained in the emulsion stability, shear force and texture profile (TPA) analyses of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	112
Table 3	Mean values obtained in the instrumental color analyse of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	113
Table 4	Mean values obtained in the physical and physicochemical analyzes of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	114
Table 5	Mean scores of the sensory acceptance and purchase intention tests performed with of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	115
Table 6	Contribution to the formation of the principal component of the attributes evaluated in the sensorial analysis of mortadella samples.....	116
Table 7	Distribution of grades according to the ordination of general preference by the judges (n = 126) in the sensorial analysis of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.....	117

Artigo 2

Table 1	Mean values obtained in the analysis of the texture profile (TPA) and shear force of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.....	170
Table 2	Mean values obtained in the instrumental color analyse of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.....	171
Table 3	Mean values obtained in the physical and physicochemical analyzes of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.....	172
Table 4	Profile of fatty acids ¹ of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.....	174
Table 5	Mean scores of the sensory acceptance and purchase intention tests of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.....	176

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 AQUICULTURA.....	15
2.2 O CONSUMO DE PESCADO NO BRASIL.....	16
2.3 A TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	18
2.4 BENEFICIAMENTO DA TILÁPIA DO NILO E DOS RESÍDUOS GERADOS COM SEU PROCESSAMENTO.....	21
2.5 CARNE MECANICAMENTE SEPARADA – CMS.....	24
2.6 ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO EMULSIONADO TIPO MORTADELA.....	27
2.7 IMPORTÂNCIA DA GORDURA NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS.....	30
3 PERGUNTA CONDUTORA E HIPÓTESE.....	34
4 OBJETIVOS.....	35
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
5.1 LOCAIS DA EXECUÇÃO.....	36
5.2 ABATE DAS TILÁPIAS E OBTENÇÃO DA CMS.....	36
5.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	37
5.4 AVALIAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA MATÉRIA PRIMA.....	37
5.5 ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GORDURA SUÍNA.....	38
5.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS MORTADELAS ELABORADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GORDURA SUÍNA.....	40
5.7 ESTUDO DE VIDA DE PRATELEIRA.....	44
5.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	45
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERENCIAS.....	49
APÊNDICES.....	65
APÊNDICE A – Questionário de Recrutamento de Julgadores.....	66
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	67
APÊNDICE C – Formulário de aceitação e intenção de compra.....	70

APÊNDICE D – Formulário de teste de ordenação da preferência.....	71
APÊNDICE E – Formulário de teste de comparação pareada de preferência.....	72
APÊNDICE F - Artigo submetido ao periódico Meat Science (ISSN 0309-1740).....	73
APÊNDICE G - Artigo submetido ao periódico Innovative Food Science & Emerging Technologies (ISSN 1466-8564).....	118
APÊNDICE H - Capítulo de Livro publicado no livro Nutrição e saúde: os desafios da interdisciplinaridade nos ciclos da vida humana (ISBN: 978-85-92522-10-0 - on-line).....	177
APÊNDICE I - Patente depositada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI (BR 10 2017 023676 5).....	193
ANEXOS	199
ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).....	200
ANEXO B - Comprovante de submissão do artigo 1 ao periódico Meat Science (ISSN 0309-1740).....	205
ANEXO C - Comprovante de submissão do artigo 2 ao periódico Innovative Food Science & Emerging Technologies (ISSN 1466-8564).....	206

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma das atividades que mais vem crescendo nos últimos tempos, dentre todos os setores da produção animal. Ao mesmo tempo, de acordo com relatório da FAO (2016a), a demanda mundial por pescado tem sido incrementada nas últimas décadas, em função do crescimento populacional e da busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis (KOBAYASHI et al., 2015; PIENIAK; VANHONACKER; VERBEKE, 2013). Neste contexto, justifica-se o aumento desse tipo de produção, como alternativa mais viável para a continuação da oferta de pescado nos próximos anos, uma vez que a pesca extrativista se encontra em sobrepesca e estabilizada em 90-95 milhões de toneladas, desde meados da década de 1990 (BRASIL, 2013a; FAO, 2016b).

Entre as espécies de peixe mais cultivadas no mundo e no país, destaca-se a produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por apresentar características relevantes, tais como alta produtividade, adaptação a ambientes diversos, boa aceitação no mercado consumidor, baixo teor de gordura, ausência de espinhas em forma de “Y” e excelente rendimento do filé (LIU et al., 2015; OLOPADE et al., 2016). A produção mundial de Tilápia tem crescido ano a ano, alcançando o valor de 728.227 toneladas, em 2014, ocupando a segunda colocação entre os peixes mais produzidos no mundo, atrás apenas das carpas (FAO, 2016a). De acordo com os dados da FAO (2016b), durante o primeiro semestre de 2017, aproximadamente, 170.000 toneladas de Tilápias, sob várias formas, entraram no mercado internacional, descontando o consumo interno dos países produtores. Na produção aquícola brasileira, a de Tilápia se destaca, onde sua criação atingiu a marca histórica de 198,664 mil toneladas em 2015, representando um valor de R\$ 962.123,00 (IBGE, 2015).

Esses peixes são processados por meio de filetagem mecânica que gera, aproximadamente, 70% de subprodutos (resíduos ou carne de descarte), resultando em grandes perdas em óleo e carne de peixe. A cabeça, a carcaça e as vísceras constituem 54% dos resíduos, e a pele 10%. Normalmente, esses resíduos são destinados à produção de farinha e óleo de Tilápia, utilizados na fabricação de rações para peixes, suínos e aves (CARLUCCI et al., 2015; FELTES et al., 2010; HAAL; AMBERG, 2013; JAYATHILAKAN; RAVINDRAN; JAISWAL, 2016; SULTANA; RADHAKRISHNA, 2012; VENDRAMINI, 2015; YAN; CHEN, 2015).

Para favorecer e melhorar a sustentabilidade do setor pesqueiro, várias pesquisas vêm sendo realizadas com Tilápia e seus subprodutos (resíduos), principalmente objetivando aumentar o seu consumo, maximizar o seu aproveitamento e minimizar a poluição ambiental

com o descarte de seus resíduos. Um dos seus mais interessantes coprodutos é a Carne Mecanicamente Separada – CMS, devido à sua característica de matéria prima, muito versátil ao desenvolvimento de novos produtos, como embutidos (salsicha, linguiça ou mortadela, *nuggets*, *surimi*, *fishburger*, etc.), todos com significativo valor agregado (ANGELINI; SAVAY-DA-SILVA; OETTERER, 2012; BARTOLOMEU et al., 2014; CAVENAGUI-ALTEMIO, ALCADE; FONSECA, 2013; CORTEZ NETTO et al, 2014; PALMEIRA et al., 2016; SURASANI, 2016). Em adição, destaca-se que esse produto possui um bom teor de gordura insaturada, o que permite diminuir a adição de gordura animal, sem provocar alterações sensoriais na textura, sabor e consistência dos produtos elaborados (BARTOLOMEU et al., 2014; BESSA et al., 2016; FOGAÇA et al., 2015; MÉLO et al., 2011).

Os embutidos emulsionados têm se destacado como os produtos cárneos de maior industrialização e consumo no país, sugerindo-se que seriam os mais aceitos e os mais acessíveis à população de baixo poder aquisitivo (BACKES et al., 2013; BARTOLOMEU et al., 2014; BESSA et al., 2016; BISWAS, 2011; CORTEZ-VEGA et al., 2013; GUERRA et al., 2012). Dessa forma, o uso de CMS proveniente da filetagem da Tilápia, pode facilitar o acesso da população a um alimento com bom valor nutricional, com características funcionais adicionais e de saudabilidade.

Considerando os aspectos acima citados e o reconhecido potencial do processamento de embutidos a partir de CMS de Tilápia do Nilo, acredita-se que o uso de baixas concentrações de gordura animal na elaboração de um embutido tipo mortadela represente um avanço na tecnologia de derivados de pescados, em consonância ao atendimento das exigências dos consumidores por alimentos mais saudáveis, com a conveniência de apresentarem-se nutritivos, seguros, com características sensoriais apetecíveis e possuidores de maior tempo de vida de prateleira. Igualmente, esse estudo visa contribuir para ampliar o número de produtos à base de pescado no mercado, aumentar o seu consumo e minimizar os danos com a poluição ambiental, resultante do descarte dos subprodutos por indústrias de processamento de pescados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AQUICULTURA

A aquicultura configura-se como um processo de produção em cativeiro de organismos de habitat aquático, como peixes, camarões, rãs, etc. A partir de 1990, a aquicultura brasileira se firmou como uma atividade econômica no cenário nacional, quando a produção de pescado cultivado girava em torno de 25.000 toneladas/ano (FAO, 2009; BRASIL, 2012). De acordo com dados da FAO (2016a), a aquicultura mundial continua a crescer mais rapidamente do que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal, com uma média de 6,2% ao ano, estimando-se inclusive que a produção deste tipo de cultura supere a produção da pesca extrativa como uma fonte de pescados para a alimentação. O crescimento mundial da produção de pescado tem se dado a uma taxa média anual de 3,2% nos últimos 50 anos, superando o aumento populacional no mesmo período em 1,6%. Já o consumo *per capita* mundial de pescado passou de 9,9 kg por ano na década de 60 para 19,2 kg por ano em 2012. Vários fatores influenciaram esse incremento, como crescimento demográfico, aumento de renda e da urbanização, surgimento de canais de distribuição mais eficientes e, principalmente, significativa expansão da aquicultura (BRABO et al., 2016).

A produção mundial de pescado, excluindo as plantas aquáticas, foi de, aproximadamente, 158 milhões de toneladas em 2012, tendo a pesca contribuído com 91,3 milhões de toneladas e a aquicultura com 66,6 milhões de toneladas. A produção da pesca foi 87,2% de origem marinha e 12,8% de água doce, enquanto o pescado advindo da aquicultura foi 62,9% de água doce e 37,1% de ambiente marinho. Deste total, 136,2 milhões de toneladas foram destinadas ao consumo humano e 21,7 milhões de toneladas transformadas em óleo e farinha de peixe, produtos não comestíveis utilizados na nutrição animal (FAO, 2016a).

Em termos gerais, a produção mundial da pesca estabilizou em cerca de 90 milhões de toneladas nas últimas duas décadas e deverá se manter neste nível. Deste modo, a tendência é que a aquicultura seja responsável por suprir a maior parte da demanda global por pescado nos próximos anos. No Brasil, de acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2012), o crescimento da produção é maior na aquicultura, visto que o país conta com características favoráveis ao desenvolvimento das mais diversas modalidades aquícolas, como 12% da água doce do planeta, 5,5 milhões de hectares de lâmina d'água em reservatórios públicos, um litoral de 8.500 km, uma Zona Econômica Exclusiva

(ZEE) de 4,5 milhões de km², clima tropical na maior parte do território, significativa produção de grãos e uma grande diversidade de espécies com potencial zootécnico e mercadológico. Esses atributos credenciam o país a ser um dos poucos aptos no mundo a aumentar a oferta de pescado nos próximos anos, condição corroborada pela taxa média de crescimento da aquicultura superior a 10% ao ano na última década (BRABO et al., 2016).

2.2 O CONSUMO DO PESCADO NO BRASIL

Conforme já referenciado, a aquicultura mundial está crescendo mais do que qualquer outro setor de atividade primária, e entre outros fatores, tem sido estimulada pelo aumento crescente da população e, conseqüentemente, pela demanda por alimentos saudáveis e ricos em nutrientes (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016).

Apesar da crescente produção de peixes, no Brasil ainda tem registrado um dos menores índices de consumo de pescado *per capita* em todo mundo, mesmo apresentando crescimento a cada ano. Esse baixo consumo é atribuído à falta de tradição (gostos e hábitos do consumidor), bem como a falhas da indústria processadora em não oferecer produtos de conveniência e de fácil preparo (BRABO et al., 2016). Em adição, de acordo com dados do MAPA (BRASIL, 2012), houve um crescimento expressivo no consumo do pescado *per capita* no país entre os anos de 2006 e 2010, iniciando com um consumo de 7,3 kg por habitante, e alcançando em 2010 um consumo de 9,75 kg por habitante, o que representou um aumento em torno de 33,56%, nos últimos cinco anos e, entre 2011 e 2013, um pouco mais que 11 kg (BRASIL, 2014). Todavia, de acordo com as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), o consumo de pescado *per capita* no Brasil ainda não atende a sua recomendação que é de 12 kg por habitante por ano (BRASIL, 2012).

Além disso, há uma grande disparidade no seu consumo por região, como por exemplo, na região Norte, onde 70,7% da população preferem consumir peixe, enquanto que em outras regiões a preferência não alcança a metade desse percentual (Nordeste – 24,7%, Centro-Oeste – 1,7%, Sudeste – 15,2% e Sul – 22,60%), de acordo com pesquisa realizada por Lopes, Oliveira e Ramos (2016); Isso se deve principalmente a problemas sanitários e tecnológicos, produtos pouco elaborados e de difícil preparo. Segundo Minozzo (2010), a perda de competitividade com relação às indústrias processadoras de carnes vermelhas e aves, é devido à falta de inovação por parte da indústria do pescado, que não tem buscado meios para incrementar seu negócio.

Costa et al. (2013) relatam que o aumento ou a diminuição do consumo *per capita* dos produtos de pescado é influenciado também principalmente pelas condições socioeconômicas da população, pelo grau de desenvolvimento da pesca, pela disponibilidade destes produtos no mercado e seu acesso físico e econômico, pela sua apresentação e qualidade, pelos gostos, preferências e hábitos de consumo, pelo conhecimento que se tenha das espécies, sua manipulação e sua preparação. Porém, há uma busca crescente, por parte dos consumidores, por produtos ditos de conveniência, ou seja, de fácil preparo, higienicamente corretos e ainda que ofereçam vantagens adicionais do ponto de vista nutricional.

Baseado neste anseio por parte destes consumidores com perfil diferenciado, estratégias vêm sendo realizadas a fim de aumentar o consumo de pescados, bem como de agregar valor aos produtos fortalecendo a cadeia produtiva. Formas alternativas de processamento da carne do pescado, além das usuais (pescado fresco, congelado, seco ou enlatado), tais como novas formulações, alimentos pré-preparados e produtos práticos devem ser oferecidos. A maior utilização dos subprodutos de peixe, na forma de silagem, farinha de peixe e carne mecanicamente separada – CMS é também desejável (RUSTAD; STORRØ; SLIZYTE, 2011), pois o processamento adequado dos resíduos do pescado irá viabilizar economicamente a indústria bem como minimizar o impacto ambiental resultando na adoção de práticas sustentáveis (MARTÍN-SÁNCHEZ et al., 2009).

É amplamente conhecido o valor nutricional dos pescados, como uma excelente fonte de proteína animal e de outros nutrientes essenciais, que pode contribuir para a segurança alimentar em numerosas regiões. Porém, como relata Lopes, Oliveira e Ramos (2016) a indústria de pescado tem sido pouco inovadora, quando comparada às indústrias de carnes e aves, que fazem melhor uso da matéria-prima e desenvolvem outra via de incorporação da mesma, na forma de diferentes produtos alimentícios. Sendo assim, existe a necessidade de mudanças nesta indústria, uma vez que há pouca oferta de produtos processados.

A elaboração de embutido à base de resíduos ou subprodutos de pescados pode ser uma alternativa promissora para aumentar o consumo da carne de pescado, ainda que sob a forma processada, pois atende às necessidades do consumidor moderno, que como já dito, buscam alimentos de conveniência, saudáveis e nutritivos (BARTOLOMEU et al., 2014). Aliado a isso, a elaboração desses produtos, por serem de fácil preparo, de custo relativamente inferior aos produzidos com outras fontes cárneas e livre de espinhas, pode favorecer o aumento deste consumo quando comparado a outras fontes proteicas de origem animal, principalmente por pessoas que buscam alimentos mais saudáveis ou por aquelas que vêm a

oportunidade de consumir carne de pescado a um menor custo (ANGELINI et al., 2013; LAGO et al., 2017).

Para promover o consumo do pescado, é preciso levar em conta os desejos e preocupações do consumidor. Sendo assim, os produtos industrializados, oriundos da aquicultura, têm um grande mercado para ser explorado no Brasil, a exemplo do que ocorre em vários países, onde a diversidade de produtos industrializados é muito grande (CARLUCCI et al., 2015; TOMIC; MATULIC; JELIC, 2016; THONG; SOLGAARD, 2017; VERBEKE; VACKIER, 2005). O processamento e a industrialização permitem não só agregar valor, como também contribuir para a popularização do consumo do produto, como ocorreu na cadeia produtiva do frango, cuja expansão e a consolidação da atividade só se deram após uma mudança significativa nas formas de apresentação dos produtos (CORTEZ-VEGA et al., 2013; PEREIRA et al., 2011; SÁYAGO-AYERDI; BRENES; GOÑI, 2009).

2.3 A TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Denomina-se Tilápia as espécies de peixes de escamas, da família *Cichilidae*, que podem ser identificadas pela interrupção da linha lateral. Apresentam-se lateralmente comprimidas e com longa nadadeira dorsal em que a parte anterior é profundamente espinhada, também presentes nas nadadeiras pélvicas e anal. Distribuiu-se originalmente do centro-sul da África até o norte da Síria e tornou-se a segunda espécie mais cultivada mundialmente. Possuem hábito alimentar fitoplanctófago, tendendo a onívoro e a temperatura da água de cultivo pode variar 20 a 30 °C, embora possa tolerar temperaturas de, aproximadamente, 12 °C (ATTAYDE et al., 2007; BAUMGARTNER et al., 2012; LIM; WEBSTER, 2006).

Costa, Melo e Correia (2009) afirmam que foi para garantir a subsistência em países em desenvolvimento que a distribuição e criação de Tilápias se espalharam pelo mundo. A primeira espécie introduzida em outros países foi a *Oreochromis mossambicus*, porém esta se mostrou de baixo desempenho para a aquicultura. Já a espécie *Oreochromis niloticus*, introduzida no final dos anos 70 em vários países, demonstrou alto potencial para a aquicultura, em vários sistemas de cultivo, devido às suas características, essenciais para a piscicultura, como fácil adaptação a diversos tipos de criação, precocidade da maturação sexual e elevado índice de conversão alimentar. Além disso, as Tilápias se destacam pela carne de excelente qualidade, de sabor delicado, de cor branca, textura firme, aspecto fibroso

e succulento (BOSCOLO et al., 2001; FITZSIMMONS; MARTINEZ-GARCIA; GONZALES-ALANIS, 2011; MARENGONI, 2006; PEREIRA; CARVALHO; SILVA, 2000).

De acordo com Oliveira et al. (2006), a Tilápia foi introduzida pela primeira vez no Brasil em 1953, quando a “Light”, em São Paulo, importou a *Tilápia rendalli* do Congo, com o objetivo de diminuir a quantidade de fitoplânctos dos seus lagos. Posteriormente, em 1971, o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) introduziu exemplares da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) visando o peixamento dos reservatórios do Nordeste. Por suas características, a Tilápia do Nilo foi introduzida no Nordeste do Brasil, sendo o estoque formado por 60 indivíduos provenientes da Estação de Piscicultura de Bouaké, Costa do Marfim, África, por meio do DNOCS, em Pentecostes, Ceará (ATTAYDE et al., 2007; BAUMGARTNER et al., 2012).

Boscolo e Feiden (2007) relatam que as Tilápias foram taxonomicamente agrupadas na década de 80, em três gêneros principais, de acordo com suas características reprodutivas: *Oreochromis*, *Sarotherodon* e Tilápia. No entanto, apenas quatro espécies do gênero *Oreochromis* atingiram destaque na aquicultura mundial: a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*); a Tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicu*); a Tilápia azul ou áurea (*Oreochromis aureus*) e a Tilápia de Zanzibar (*Oreochromis urolepis hornorum*). Foi nesse período que a tilapicultura firmou-se como atividade empresarial no país e surgiram os primeiros empreendimentos no setor, sendo o Paraná o primeiro Estado brasileiro a promover uma organização racional desta atividade, inclusive com a implantação de frigoríficos especializados no beneficiamento dessa espécie, tornando-se rapidamente o maior produtor.

Os dados do SEBRAE (2008) demonstram que o ciclo de produção da Tilápia inicia-se com os alevinos até atingirem em média 30 gramas e, em seguida, tem-se a fase de engorda e, posteriormente, o abate. A Tilápia do Nilo é comercializada com peso entre 400 a 700 gramas, variando em função do mercado consumidor. O tempo necessário para que atinja o tamanho comercial pode variar de cerca de quatro meses a um ano, em função de uma série de fatores, como o tipo de alimentação, temperatura, qualidade da água de cultivo, densidade de estocagem, entre outros (ANDRADE et al., 2005; KUBITZA, 2000; VICENTE; ELIAS; FONSECA-ALVES, 2014).

Fitzsimmons, Martinez-garcia e Gonzales-Alanis (2011) destacam, adicionalmente ao que já foi relatado, que a Tilápia nilótica se tornou a mais cultivada no Brasil devido à sua elevada produtividade, precocidade, adaptabilidade em diversas condições ambientais, excelente conversão alimentar, pouca susceptibilidade a doenças parasitárias e elevada resistência a baixas concentrações de oxigênio, o que permite maior quantidade de peixes por

cm³, além de ausência de espinhas em “Y”, sabor delicado e agradável, resultando em elevada aceitação dos consumidores no mercado nacional e internacional (VICENTE; ELIAS; FONSECA-ALVES, 2014).

Destaca-se outra característica da Tilápia do Nilo, bastante interessante e valorizada pelos consumidores: seu valor nutricional. Possui em média 75% de água, entre 3,4 e 8,5% de lipídios, 20% de proteínas e 2% de minerais. A Tilápia do Nilo pode ser considerada como pertencente à categoria dos peixes magros, tendo sido encontrados valores de 2,09 g de gordura (BOSCOLO et al., 2001; FAO, 2016a; GODOY et al., 2010; VEIT et al., 2012). Apesar do fato de que sua composição nutricional pode variar em função da composição da dieta, do manejo alimentar, da idade e do tamanho dos peixes, torna-se outra vantagem bastante interessante, uma vez que os custos de obtenção são menores que a de outros produtos de origem animal, permitindo a sua utilização em vários padrões de cardápios, desde os mais requintados até os que compõem refeições populares – merenda escolar, refeitórios industriais, comerciais, etc. (BOSCOLO et al., 2009; BRASIL, 2012; COSTA et al., 2013).

Sabe-se que a tilapicultura apresenta, como um dos seus principais derivados, a produção de filés, que devem ser padronizados por tamanho e ou peso. O problema é que da filetagem são gerados algo em torno de 65% a 70% de resíduos e muitas vezes são subutilizados, em forma de farinhas, ração, etc., ou são simplesmente descartados no ambiente, o que se torna um problema sério para a atividade e para o equilíbrio ecológico das áreas envolvidas (CARLUCCI et al., 2015; FELTES et al., 2010; HAAL; AMBERG, 2013; JAYATHILAKAN; SULTANA; RADHAKRISHNA, 2012; RAVINDRAN; JAISWAL, 2016; VENDRAMINI, 2015; YAN; CHEN, 2015). Para superar esses problemas, vários pesquisadores têm trabalhado com a elaboração de produtos à base dos subprodutos gerados da filetagem da Tilápia do Nilo. Além do filé, vários produtos à base de Tilápia e ou da sua polpa – obtida da CMS dos resíduos, podem ser obtidos, como hambúrgueres, *nuggets*, empanados, espetinhos, petiscos, emulsionados tipo salsicha e mortadela, *sashimi*, farinha de Tilápia, entre outros. O seu couro é aproveitado para a produção de diversos acessórios como bolsas, sapatos e cintos (MALUF; HILBIG, 2009; SCHWARZ et al., 2018).

Por todas essas evidências é que a Tilápia do Nilo, de acordo com os dados da FAO (2016b), é o pescado cultivado que tem maior perspectiva de crescimento de produção em países tropicais, podendo ser criada em praticamente todos os lugares e, como já relatado, aqui no Brasil, sua produção atingiu a marca histórica de 198,664 mil toneladas, só no primeiro semestre de 2015, representando um valor de R\$ 962.123,00 (IBGE, 2015).

2.4 BENEFICIAMENTO DA TILÁPIA DO NILO E DOS RESÍDUOS GERADOS COM SEU PROCESSAMENTO

Em 2001, Pessatti relatava que as indústrias de beneficiamento de pescado geravam grandes quantidades de resíduos, devido principalmente à falta de reconhecimento deste recurso como matéria prima e fonte para outros produtos, uma vez que, de acordo com Oetterer e Dias (1994), se considerava “resíduos” todos os subprodutos e sobras do processamento de alimentos, que não apresentavam alto valor econômico.

Os resíduos de pescado representavam cerca de 2/3 do volume da matéria prima da indústria, descartados durante o processo de enlatamento ou em outras linhas de produção, tais como a filetagem, peixes fora do tamanho ideal, carnes escuras e restos de carcaça em geral, que após o processamento mínimo, se constituíam em grave problema ambiental. Segundo Boscolo e Feiden (2007), o melhor aproveitamento de todas as partes comestíveis do pescado pode efetivamente reduzir o impacto ambiental e aumentar a lucratividade das indústrias de pescado (CARVALHO FILHO, 2008; FOGAÇA et al., 2013; LIMA, 2013). Além disso, outra excelente perspectiva para os produtos elaborados a partir dos resíduos da filetagem é a sua utilização, direta ou indiretamente, para enriquecer ou suplementar a merenda escolar, constituindo-se em uma alternativa de baixo custo e viável para solucionar problemas de desnutrição entre crianças de baixa renda (BOSCOLO et al., 2009; VEIT et al., 2012).

Há diversas formas de aproveitamento dos resíduos de pescado como extração de colágeno (escamas e peles) para a indústria farmacêutica e alimentícia; produção de polpa e farinha de pescado para fabricação de produtos semiprontos, cozinha institucional como as da merenda escolar, restaurantes universitários, restaurantes de empresas, hospitais, presídios, entre outras (VIDOTTI; BORINI, 2006; VIDOTTI; MARTINS, 2010).

De Souza (2002) relata que o aproveitamento dos resíduos de pescado para a elaboração de novos produtos representa uma excelente alternativa para solucionar a problemática do baixo consumo de pescado no Brasil, uma vez que o principal entrave para o aumento do seu consumo é a falta de praticidade e de padronização do produto, nos quesitos sabor, presença ou não de espinhas, forma de preparo e valor nutricional. Em adição ao estímulo ao consumo de pescado, entre os novos produtos já testados alguns se destacam, visto que já têm boa aceitação popular e fazem parte do cardápio do dia a dia, em menor ou maior frequência, como é o caso de salsichas, *nugetts*, mortadelas, *fishburgers*, linguças, etc. (BARTOLOMEU et al., 2014; BESSA et al., 2016; MONTEIRO et al., 2015),

principalmente para as crianças, que representam entre os consumidores brasileiros, a parcela com menor consumo do pescado, fazendo-se necessário, portanto, um trabalho de educação nutricional visando estimular o consumo deste alimento, com a finalidade de melhorar a qualidade da dieta deste grupo de indivíduos (BOSCOLO et al., 2009; FAO, 2016a; GODOY et al., 2010; VEIT et al., 2012).

Simões et al. (2007) afirmam que a criação de alternativas tecnológicas, com valor agregado que permitam o gerenciamento dos resíduos de pescado constitui uma atividade promissora devido a benefícios como combate à fome, a geração de empregos e o desenvolvimento sustentável. Com o avanço da atividade aquícola, e devido ao surgimento de indústrias de beneficiamento, o processo de industrialização de pescado tem crescido de forma constante visando o aprimoramento no processo de obtenção de diferentes apresentações do pescado ao mercado consumidor (AMARAL et al., 2017; BRASIL, 2011; FLORES; CHICRALA; SOARES, 2014; GALANAKIS, 2015; OLIVEIRA et al., 2006; TOLDRA et al., 2012), com ações para viabilização do beneficiamento do pescado, por meio da obtenção e uso da CMS, visando à alimentação escolar, capacitação de merendeiras para a manipulação do pescado, além de estabelecer cotas mínimas de aquisição, pelas prefeituras, para que 30% de seus produtos comprados para a merenda escolar, fossem da agricultura familiar, dentro do Programa Nacional de Alimentação Escolar (BRASIL, 2013).

Embora a Tilápia nilótica seja a espécie que apresenta maiores índices de produção na aquicultura nacional, os principais produtos comercializados desta espécie são peixes inteiros congelados e, principalmente, os filés que representam a preferência de consumo desse tipo de peixe pelo mercado consumidor nacional e internacional (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016). No entanto, uma das características indesejáveis desta espécie é o baixo rendimento de filé, como relata Fitzsimmons, Martinez-Garcia e Gonzales-Alanis (2011), que pode ser de no máximo 35% do seu peso bruto, independente da eficiência manual do operário ou de equipamentos, caso a filetagem seja automatizada, da forma anatômica do corpo, do tamanho do peixe, bem como do peso das vísceras, pele e nadadeira.

Em adição, Lima (2008) afirma que devido à heterogeneidade de crescimento dos peixes, pode ocorrer o descarte de animais que não atingem o tamanho comercial adequado durante a despesca, pois estes poderiam comprometer a aceitação dos filés. Os animais descartados, que representam cerca de 12 a 14% durante a despesca, são normalmente subutilizados como resíduos de produção ou mesmo jogados no ambiente. Todavia, segundo Stevanato et al. (2007), os resíduos da filetagem da Tilápia apresentam alto teor de proteínas, minerais e lipídios, incluindo ácidos graxos essenciais, principalmente da série ômega-3,

responsáveis por diversos efeitos benéficos à saúde humana, como diminuição nas taxas de colesterol no sangue, prevenção de câncer, dentre outros.

Reforçando a temática proposta, Bombardelli, Syperreck e Sanches (2005) já pontuavam a necessidade de se introduzir no mercado produtos processados industrializados à base de pescado, em quantidade e qualidade, que fossem providos de praticidade e que apresentassem maior validade comercial, como forma de aumentar o consumo de pescado no país. Dessa forma, a industrialização do pescado e de seus resíduos no Brasil, principalmente da Tilápia nilótica permitiria a elaboração de produtos como linguças, salsichas, mortadelas, apresuntados, *nuggets*, *hambúrguers*, o que é uma tendência atual, e resultaria em alimentos com excelentes características sensoriais e nutricionais (COSTA et al., 2016; PIRES et al., 2014; ROCHA et al., 2011), aptos a compor cardápios institucionais e comerciais, contribuindo com um aporte excelente em nutrientes essenciais à dieta do brasileiro (FREITAS et al., 2012; RIBEIRO et al., 2008; SALES; SALES; OLIVEIRA, 2015).

De fato, vários pesquisadores têm direcionados suas pesquisas para elaboração de produtos derivados de Tilápia – filés e ou seus resíduos (Quadro 1), o que pode contribuir para minimizar perdas econômicas de indústrias e entrepostos, diminuir o impacto ambiental associado à industrialização da Tilápia e agregar valor comercial a partes do pescado tão ricas nutricionalmente quanto o seu filé, como já relatado.

A potencialidade do uso da tilápia e de outros tipos de peixes, bem como de seus resíduos no processamento de produtos alimentícios já vem sendo bastante investigada, como demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Estudos que testaram a carne de pescado na elaboração de produtos alimentícios ou embutidos emulsionados.

Produto	Referências
Salsicha elaborada com CMS Tilápia (0, 20, 40, 60, 80 e 100%)	Oliveira Filho et al., 2010 ^a
Elaboração de croquete a partir de CMS de Tilápia	Bordignon et al., 2010
Salsicha de truta	Dincer; Cakli, 2010
<i>Nuggets</i> elaborados a partir de “mandi-pintado”	Veit et al., 2011
Produto para utilização como matéria prima em preparações tipo molho de tomate	Larosa et al., 2012
Bolo de chocolate e de cenoura com filé de Tilápia picado	Veit et al., 2012

Almôndegas elaboradas a partir de CMS de Tilápia	Oliveira; Cruz; Almeida, 2012
<i>Fishburguers</i> elaborados com Tilápia picada e surimi	Mello et al., 2012
<i>Quenelle</i> elaborada com CMS de Tilápia	Angelini et al., 2013
Salsichas tipo Frankfurt de surimi de corvina e CMS frango	Cortez-Vega et al., 2013
Salsichas desenvolvidas com surimi de CMS sem adição de gordura	Cavenagui Altemio; Alcade; Fonseca, 2013
Salsichas de peixe cozidas e embaladas sob diferentes condições	Dallabona et al., 2013
Mortadela defumada adicionada de fibras	Bartolomeu et al., 2014
Salsichas elaboradas com surimi de piramutaba e substitutos da gordura	Lourenço et al., 2014
Mortadela defumada de CMS de peixe com adição de fibra de trigo - FT e gordura vegetal - GV	Oliveira et al., 2014
“Snack” a base de concentrações de 20, 30 e 40% de CMS Tilápia	Cortez Netto et al., 2014
Salsicha de Tambaqui com três teores de gorduras – 0, 4,5 e 9%)	Sleder et al., 2015
<i>Surimi</i> e <i>fishburger</i> elaborados com CMS de Tilápia	Fogaça et al., 2015
Elaboração de biscoitos e sopas a partir de farinha de peixe	Barreto; Rocha; Ledo, 2015
Salsichas elaboradas com quantidades variáveis de carne tipo filé filé de peixe picado	Hashemi; Jafarpour, 2016
Elaboração de salsicha funcional a partir de CMS de Tilápia	Bessa et al., 2016
Farinha de CMS de Tilápia com alto valor nutricional	Costa et al., 2016
Massa fresca elaborada com concentrado de proteína de Tilápia	Goes et al., 2016

2.5 CARNE MECANICAMENTE SEPARADA - CMS

Toldra et al. (2012) afirmam que é importante as indústrias transformarem os coprodutos oriundos do beneficiamento de produtos de origem animal em novos produtos para a alimentação humana e animal, indústria farmacêutica, fertilizantes e geração de biodiesel. Para os autores, apesar do desenvolvimento de novas tecnologias ao redor do mundo, muitas vezes há a dificuldade de implantação, uma vez que é necessário combinar a

inovação tecnológica, os métodos de processamento e o *marketing* adequado ao produto desenvolvido.

Há vários termos para definir CMS de pescado. Dentre eles, cita-se a CMS de pescado, *minced fish*, polpa de pescado, cominuído de pescado, carne de pescado desossado, entre outros (COSTA et al., 2016; DALLABONA et al., 2013). De acordo com o MAPA (BRASIL, 2000), a CMS é a carne retirada a partir dos ossos, carcaças ou partes de carcaças, com exceção dos ossos da cabeça, submetidos à separação mecânica ou equipamentos especiais – máquinas de separação mecânica, podendo ser lavada com água ou não, drenada, ajustada a umidade e imediatamente congelada por processos rápidos ou ultrarrápidos, quando não são utilizadas imediatamente. O processo, que é muito utilizado para carnes vermelhas, aves e pescado, reduz os custos das formulações e da desossa, pois recupera a carne não removida manualmente (BARTOLOMEU et al., 2014; DALLABONA et al., 2013).

Gonçalves (2011) relata que a produção de carne mecanicamente separada (CMS) obtida do aproveitamento dos resíduos da filetagem é uma das técnicas mais conhecidas e empregadas para a utilização dos subprodutos do pescado, a qual é obtida a partir do processo de separação mecanizado da parte comestível do peixe, gerando partículas de músculo esquelético isenta de espinhas, pele e vísceras. Segundo Kirschnik e Macedo-Viegas (2009), a CMS é um produto de fácil digestão, fonte de proteínas e minerais, principalmente de cálcio e fósforo, vitaminas A, D e complexo B, sendo uma boa alternativa para a produção de novos alimentos à base de pescado.

Como relata Moraes e Martins (1981) e Tenuta e Jesus (2003), a tecnologia de obtenção de CMS surgiu inicialmente no Japão, na década de 40, da necessidade da indústria de aproveitar o descarte da carne e a alta demanda por produtos à base de pescado. As matérias primas escolhidas para esse processamento eram a espécie de pescado que apresentavam baixo rendimento no processamento, pouca aceitabilidade e aparas da filetagem industrial, bem como os espinhaços apresentados como resíduos descartados, que poderiam ser beneficiados como novos alimentos. A obtenção de CMS é feita por meio de tecnologia simples, o que permite maior aproveitamento da carne em comparação a outros métodos de processamentos convencionais e disponibiliza matéria-prima básica e versátil para o desenvolvimento de novos produtos. Para Moraes e Martins (1981), a utilização dessa técnica pode resgatar uma parcela do pescado que seria descartado, agregando valor a um produto depreciado da despescagem.

Um dos obstáculos à utilização da CMS é o controle sanitário do processo de obtenção, armazenamento e transporte, uma vez que além das características de perecibilidade

das proteínas do pescado, têm-se também toda a manipulação, que se não for cuidadosa, inviabiliza tal matéria-prima para qualquer uso. Dessa forma, Gonçalves (2011) aponta cuidados que devem ser observados para a obtenção de CMS com padrão higiênico-sanitário satisfatório: em primeiro lugar, a matéria prima deve estar em ótimas condições de frescor, em seguida, deve-se proceder à prévia higienização em água potável do peixe eviscerado e descabeçado (para remover sangue, pigmentos, proteínas sarcoplasmáticas, componentes solúveis, lipídios e outras substâncias que possam catalisar a degradação proteica, a oxidação lipídica e causar coloração indevida no produto final) (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009); evitar a inclusão de sangue e vísceras durante a produção de polpa; remover as partes escuras da carne; lavar a própria polpa e adicionar crio protetores e aditivos que proporcionem estabilidade e minimização das alterações de cor, textura e sabor durante a estocagem sob congelamento (FOGAÇA et al., 2013; OKAZAKI; KIMURA, 2014; PÜSSA, 2015).

A CMS deve ser mantida congelada, para facilitar o seu transporte e uso. Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) afirmam que a matéria prima pode ser armazenada, sem perdas significativas de qualidade, em temperaturas variando de -30 a -20 °C, se mantendo conservadas por 06 meses e 03 meses, respectivamente. Não é aconselhável o armazenamento por mais tempo, uma vez que o congelamento não interrompe as reações que induzem às alterações oxidativas e a desnaturação proteica, que continuam a ocorrer mesmo em baixas temperaturas.

Corroborando com esses dados positivos quanto às vantagens do uso da CMS, observa-se também outra vantagem que estimula o seu uso, que é o seu valor nutricional, que, segundo demonstrado por Dallabona et al. (2013), possui valores muito próximos aos encontrados no filé, com exceção dos lipídios, a saber: umidade (71,00 a 78,80%), proteínas (11,96 a 16,30%), lipídios (15,37 a 3,26%) e cinzas (1,22 a 0,96 %). Em adição, Haj-Ha e Carvalho (2011) afirmam que a oferta e a diversificação de produtos derivados de pescado poderão incrementar o seu consumo, pois a partir da CMS, podem ser obtidos vários outros produtos de qualidade, conforme já apresentados no Quadro 1. A quantidade maior de gordura presente na CMS deve-se a às características do pescado utilizado, como já relatado – sazonalidade, sexo, tipo, idade, alimentação, etc., além diferentes formas de fazer a limpeza da carcaça antes da extração, possibilitando em alguns casos, que maior quantidade de gordura fique aderida à carcaça e esta, posteriormente, seja extraída juntamente com a CMS (DALLABONA et al., 2013; FREITAS et al., 2012; LIMA et al., 2015; PALMEIRA et al., 2016).

E ainda, pelas próprias características da CMS – ser uma carne fragmentada, moída e com custo acessível, inferior ao da massa muscular do animal que lhe deu origem, ela pode ser utilizada para a elaboração de vários produtos, onde possa ser cominuída, reestruturada, misturada, emulsionada, a exemplo de embutidos, como a salsicha e a mortadela (MINOZZO, 2011; VENUGOPAL; SHAHIDI; LEE, 2009).

2.6 ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO EMULSIONADO TIPO MORTADELA

De acordo com Allais (2010), emulsão cárnea é um produto cozido, cuja fabricação utiliza carne ou órgãos comestíveis que podem ser curados ou não, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório tripa natural (podendo ser bexiga ou outra membrana animal) ou artificial (BRASIL, 2017). Para a elaboração de embutidos utilizando CMS, a Legislação Brasileira permite o uso de até 60% para bovinos, suínos e aves, substituindo a matéria-prima cárnea em alguns tipos de embutidos emulsionados (BRASIL, 2000), porém o uso de CMS de pescado não está descrito na referida Legislação.

Como definida por Bartolomeu et al. (2014), a emulsão é uma suspensão coloidal de dois líquidos imiscíveis, que se mantêm harmoniosamente dispersos um no outro, pela ação de um agente emulsificante interfacial ou, emulsão óleo em água, na qual a fase dispersa é o óleo ou gordura e a fase contínua é o meio aquoso (BENEVIDES; NASSU, 2010; OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006). O agente emulsificante, que é basicamente a proteína, é considerado o terceiro componente da formulação, já que possui uma porção hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apolar) e tem a função de viabilizar a união entre óleo e água, pois atua na interface entre a gordura e a água, diminuindo a tensão superficial entre as duas, unindo-as e evitando a saída e coalescência da gordura (CHOI et al, 2009; YOUSSEF; BARBUT, 2009).

Segundo Shimokomaki et al. (2006), os embutidos em geral são feitos de carne cominuída (reduzida a fragmentos), condimentada, curada ou não, embutida em tripas ou formas, cozidas e defumadas ou não. A depender do grau de fragmentação, os embutidos são caracterizados como de cominuição grosseira, como as linguiças e os salames, ou fina, quando se forma uma massa viscosa com características de emulsão, como nas salsichas, mortadelas e fiambres. Para elaboração desse tipo de produto, é permitido o uso de uma grande variedade de cortes de carne, sem prejuízo à qualidade do produto final, assim como faixas mais amplas de temperatura, desde que se controle o tempo de exposição do produto à mesma (WESTPHALE; BRIGGS; LONERGAN, 2005).

Brasil (2000) define mortadela como um produto industrializado, obtido da emulsão de carnes de diferentes animais, acrescida ou não de toucinho, adicionada ou não de alguns ingredientes como gordura vegetal ou animal, água, proteínas de origem animal ou vegetal (como a proteína de soja), agentes de liga, açúcares, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, vegetais e queijos, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas e submetida a um tratamento térmico adequado. Essa legislação estabelece limites para o conteúdo de alguns nutrientes: teores máximos para carboidratos totais (10%), amido (5%), umidade (65%), gordura (30%) e cálcio (0,9%) e teor mínimo para proteína (12%). É um produto emulsionado cárneo de fácil mastigabilidade, baixo custo, amplamente consumida atualmente, de odor intenso e com teores significativos de gordura.

Há uma variabilidade nos ingredientes usados na elaboração de embutidos, de acordo com a região e ou objetivo proposto (BESSA et al., 2016; CARRARO et al., 2012; KIN et al., 2013; LOURENÇO et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2007; WEISS et al., 2010). A proteína de soja (texturizada - PTS, concentrada - PCS ou isolada - PIS) é um ingrediente de uso tradicional, quase obrigatório, em embutidos e outros produtos cárneos. Em especial, a PIS configura-se excelente material para uso em emulsões, já que favorece a formação de emulsão estável, reduz as perdas ao cozimento, previne a liberação de gordura, melhora a textura e sua fatiabilidade, além de diminuir o custo de produção e agregar funcionalidade ao produto, sem diminuir o conteúdo de proteína (VERNAZA et al., 2012).

A mortadela é caracterizada pela sua coloração rósea, sabor variando do delicado ao forte, massa fina, aroma suave e muito utilizado como ingrediente para lanches. Encontra-se entre os embutidos mais consumidos no Brasil, com um consumo médio *per capita* de 550 g/ano, de acordo com dados de BRASIL (2013) e vem ganhando adeptos em todas as classes sociais do Brasil, tornando-se um produto mais valorizado, requintado, uma vez que a qualidade tem melhorado, o preço é acessível e as suas características próprias de praticidade, sabor, odor e textura, têm atraído cada vez mais os consumidores (YUNES et al., 2013).

Como afirma Gerhardt et al. (2012), há uma demanda crescente por produtos semi-prontos ou prontos para o consumo, mas que possuam elevado valor nutritivo, custos acessíveis, boa apresentação e embalagem de qualidade (SANTOS et al., 2011). Em adição, destaca-se entre os consumidores, uma preocupação maior com a saúde e o meio ambiente, o que os motiva a procurar por produtos “ecologicamente corretos”, com um mínimo de aditivos químicos possíveis e que não agredam o meio ambiente (JAYATHILAKAN; SULTANA; RADHAKRISHNA, 2012; MARTÍN-SÁNCHEZ et al., 2009; RAVINDRAN; JAISWAL, 2016).

O pescado é historicamente associado a alimento saudável, o que abre uma excelente perspectiva de aceitabilidade extensiva aos seus derivados, à base de resíduos, representando uma opção tecnológica viável para essa matéria prima, normalmente subaproveitada no beneficiamento dos pescados, de maneira geral (BRASIL, 2012). Assim como, uma alternativa promissora para atrair consumidores que hoje buscam alimentos de conveniência com fácil preparo e alto valor nutricional. Corroborando com essas informações, Bartolomeu et al. (2014) afirma que a elaboração desses produtos, por serem de fácil preparo e livre de espinhas, pode favorecer o aumento do consumo da carne de pescado, já que o consumo de pescado no Brasil é considerado baixo, comparado a outras fontes proteicas de origem animal.

Stevanato et al. (2007) destacam que vários atributos desses produtos podem ser valorizados, nas informações nutricionais de sua rotulagem, como por exemplo, que são excelentes fontes de ácidos graxos polinsaturados (ômega-3 e ômega-6), o que caracteriza apelo nutricional que aumentaria ainda mais o interesse e escolha por esses produtos, por parte do consumidor, além de bons percentuais de proteína, e baixos teores de gorduras saturadas (BARTOLOMEU et al., 2014; BESSA et al., 2016; FOGAÇA et al., 2015; MÉLO et al., 2011; SARTORI; AMÂNCIO, 2012).

Em adição, Kirchhoff (2000) enfatiza o quanto as empresas desse setor podem aumentar em lucratividade, se investissem em estratégias de *marketing*, as quais estejam relacionadas à produção dos denominados “rótulos verdes”, facilitando o acesso dos consumidores à informação e integrando apelos ambientais à decisão dos mesmos, por possibilitar superior valorização aos atributos de um determinado produto. Destaca-se a importância dos programas de rotulagem ambiental, uma vez que norteiam os consumidores a escolhas mais saudáveis e “motivam” os fabricantes a mudarem suas práticas produtivas (BORIN; CERF; KRISHNAN, 2011; BELSCHNER, 2014; CAMPANHOL, 2003; OOSTERVEER; SPAARGAREN, 2011; SALLADARRÉ; GUILLOTREAU, 2010).

Dados do BRASIL (2012) demonstram que a utilização dos resíduos do beneficiamento da Tilápia para a elaboração de novos produtos pode se tornar uma forma atrativa e lucrativa de incluir o pescado no mercado, inseridos no contexto de praticidade, saudabilidade e sustentabilidade, o que com certeza irá atrair novos consumidores.

O processamento básico desses produtos já é bastante conhecido e, de acordo com Ogawa e Maia (1999), incluem-se as etapas para a obtenção de embutidos à base de pescado:

- 1) extração da carne (CMS ou filé);
- 2) tratamento de imersão em água (no caso de lavagem da CMS para torná-la mais branca);

3) maceração da carne (tornando-a mais desintegrada). Para que não haja a formação de um gel forte durante a homogeneização, deve-se evitar o aumento da temperatura da carne, introduzindo-se gelo;

4) moldagem da pasta e

5) aquecimento (que pode ser feito por radiação, cocção em água ou vapor, frituras, assados, etc.). O objetivo desta última etapa é a desnaturação das proteínas e coagulação da carne. O aquecimento influencia muito na formação da elasticidade e na vida útil do produto.

Dessa forma, a elaboração de um novo produto, a exemplo de um embutido emulsionado de CMS de Tilápia, pode vir a ser uma alternativa viável, do ponto de vista econômico, social, nutricional, para contribuir com a ampliação do consumo de pescado, a oferta de um alimento com um ótimo teor de proteínas e aumentar a produtividade dos negócios da área.

2.7 IMPORTÂNCIA DA GORDURA NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS

A gordura é o componente mais concentrado em energia da dieta, fornecendo cerca de 125% mais calorias que as proteínas e os carboidratos. Tem uma função fisiológica muito importante, visto que é uma fonte solúvel de vitaminas, ácidos graxos essenciais e precursores de prostaglandinas (YUNES et al., 2013).

Nos alimentos, a gordura atua melhorando a cremosidade, aparência, palatabilidade, textura e lubrificação, além de carregar componentes lipofílicos que atuam como precursores de desenvolvimento e estabilizantes de sabor e odor (LELAND, 1997). Em adição, a gordura dos alimentos contribui como chave nos benefícios sensoriais e fisiológicos, quando combinados com a percepção dos sentidos na boca, tato e aroma, além de aumentar a sensação de saciedade durante as refeições (JIMÉNEZ-COLMONERO, 2013; WU et al., 2009; YOUSSEF; BARBUT, 2010). Lin e Lin (2002) afirmam que, além de contribuir com as características sensoriais e tecnológicas desejáveis, a gordura animal pode influenciar também a vida de prateleira de produtos cárneos. Ao reduzir o teor de gordura, os teores de proteína e água aumentam e isso reflete diretamente no aumento dos fatores favoráveis ao crescimento de micro-organismos (COFRADES et al., 2013; JIMÉNEZ-COLMONERO et al., 2010; POYATO et al., 2015).

Apesar dos benefícios que a presença de gordura ocasiona aos produtos cárneos, há um consenso dos muitos malefícios que seu consumo provoca, quando ingerida acima dos

limites preconizados pelos órgãos de saúde pública, como doenças cardiovasculares e até câncer (LITTLE; FEINLE-BISSET, 2011; MICHA; MOZZAFARIAN, 2010; PHILLIPS et al., 2012; LOUZADA et al., 2015; JOHNS et al., 2015).

Nesse sentido, como a gordura está fortemente relacionada ao sabor dos alimentos e vislumbrando-se a possibilidade de agregar valor a preparações já tradicionalmente aceitas, várias pesquisas têm sido conduzidas para avaliar os efeitos da sua substituição em produtos diversos (CORRAL et al., 2014; CORRAL; SALVADOR; FLORES, 2016; LORENZO; FRANCO, 2012; OLIVARES et al., 2010). Nesta perspectiva, Olivares, Navarro e Flores (2011), ao estudar o efeito do teor de gordura durante o processamento de salame sobre os parâmetros lipídicos e compostos voláteis, observaram que a redução da gordura em salames diminuiu os processos químicos de lipólise e oxidação lipídica e a quantidade de compostos voláteis durante o processamento, porém houve aumento de compostos voláteis produzidos por micro-organismos durante os primeiros estágios da maturação. Além disso, na análise sensorial os julgadores demonstraram maior preferência pelo aroma e qualidade de salames com alto teor de gordura.

Por outro lado, há várias pesquisas, na direção oposta, como afirma Barendse (2014), que, ao contrário do que se convencionou até esse momento, a gordura animal, apesar de conter elevados níveis de ácido oleico, baixa razão entre n-6:n-3 tem micronutrientes específicos, incluindo ácidos graxos essenciais e vitaminas que são sabidamente benéficos à saúde humana, desde que obtidas e processadas de forma que preserve essas características. Além disso, outros estudos têm afirmado a prevalência da ingestão aumentada de carboidratos simples e outros nutrientes, nas hiperlipidemias e que, mesmo que se controle a ingestão de gorduras saturadas, o aumento da ingestão de outros nutrientes, como carboidratos, tem sido determinante para a prevalência de obesidade, aumento da circunferência da cintura, e risco aumentado para doenças cardiovasculares (BORTOLI et al., 2011; CHAPMAN et al., 2011; MILLER et al., 2011; SIRI-TARINO et al., 2010).

Porém, os consumidores têm se conscientizado dos danos do consumo da gordura saturada e estão buscando alimentos com baixos teores e ou livres delas e ou com perfil lipídico mais saudável, como as gorduras insaturadas (GUZEK et al., 2017; PIETRAZIK; JANZ, 2010; YUNES et al., 2013;). Dessa forma, para evitar os efeitos indesejáveis nas características sensoriais dos produtos, a indústria tem buscado alternativas para diminuir o uso das gorduras saturadas substituindo-as pelas insaturadas ou por outros substitutos da gordura, com vistas a auxiliar na textura e na capacidade de formar emulsão, de forma a

tornar esses produtos tão bons quanto os produtos convencionais (MÉLO et al., 2011; SERDAROĞLU; ÖZTÜRK; URGU, 2016; YOUSSEF; BARBUT, 2011).

Nesse sentido, pesquisas vêm sendo conduzidas a fim de dispor ao mercado produtos tradicionais com os quais os consumidores já estão habituados, a exemplo dos embutidos emulsionados, que podem ser elaborados a partir de matérias primas mais saudáveis e com menor quantidade de gorduras saturadas, como é o caso do pescado e de seus subprodutos. Este tipo de carne apresenta várias características que sustentam a sua potencialidade na elaboração de produtos emulsionados, como ser rica em gorduras insaturadas, propiciar a formação de boas emulsões e ser considerada uma carne “mais saudável”, por ser “branca” (BARTOLOMEU et al., 2014; BESSA et al., 2016; CAVENAGUI-ALTEMIO; ALCADE; FONSECA, 2013; DALLABONA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014; OLIVEIRA FILHO et al., 2010a; SLEDER et al., 2015). Além disso, na elaboração desses embutidos, para manter as características sensoriais o mais próximo possível dos produtos convencionais, pode-se adicionar também, em menor proporção, a gordura suína, a fim de se obter melhor aceitação dos produtos e controle dos processos deteriorativos.

Dessa forma, elaborar um produto emulsionado com uma matéria prima rica em ácidos graxos poli-insaturados, como é o caso da CMS de Tilápia, adicionada de gordura suína, pode trazer benefícios extras, em relação às características sensoriais dos produtos, como a palatabilidade (BARENDSE, 2014), assim como, ajudar a diminuir as alterações que possam advir da presença da gordura insaturada no produto. Ademais, pode fornecer ao consumidor um alimento funcional diferenciado, de valor nutricional adequado e sabor similar aos tradicionais do mercado (BISWAS et al., 2011; CAVENAGUI-ALTEMIO; ALCADE; FONSECA, 2013; CORRAL et al., 2013; JIMÉNEZ-COLMENERO, 2013; SERDAROĞLU; ÖZTÜRK; URGU, 2016; YUNES et al., 2013; YOUSEFI; MOOSAVI-NASAB, 2013).

Considerando os aspectos explandos e o reconhecido potencial do processamento de embutidos a partir de CMS de Tilápia do Nilo, acredita-se que o uso de baixas concentrações de gordura animal na elaboração de um embutido tipo mortadela represente um avanço na tecnologia de derivados de pescados, em consonância ao atendimento das exigências dos consumidores por alimentos mais saudáveis, com a conveniência de apresentarem-se nutritivos, seguros, com características sensoriais apetecíveis e possuidores de maior tempo de vida de prateleira. Igualmente, estudos com essa magnitude podem contribuir para ampliar a oferta de produtos à base de pescado no mercado, aumentar o seu consumo e minimizar os

danos com a poluição ambiental, resultante do descarte dos subprodutos por indústrias de processamento de pescados.

3 PERGUNTAS CONDUTORAS E HIPÓTESES

3.1 PERGUNTAS CONDUTORAS

É possível obter um produto tipo mortadela, sanitariamente adequado, proveniente de CMS de resíduos ou subprodutos da Tilápia nilótica?

A produção embutidos emulsionados tipo mortadela, com menores percentuais de gordura causam impacto nos parâmetros de qualidade do produto, durante o armazenamento refrigerado?

3.2 HIPÓTESES

O uso dos resíduos da filetagem ou CMS, obtidos de forma a simular uma cadeia loco-regional de produção, na elaboração de um produto emulsionado tipo mortadela, torna-se tecnologicamente viável, uma vez que utiliza matérias-primas adequadas ao processamento. A redução da gordura não influenciará negativamente nas características tecnológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais do produto, uma vez que a CMS já tem um bom aporte de gorduras para permitir a formação da emulsão, com a vantagem de agregar ácidos graxos insaturados ao produto. O produto elaborado pode ter uma boa perspectiva quanto à vida de prateleira estendida por até 90 dias, mantendo suas características tecnológicas, nutricionais, microbiológicas, sensoriais, com interessante perfil lipídico (teor de colesterol e perfil de ácidos graxos), consequentes à sua formulação.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e caracterizar embutido emulsionado tipo mortadela de CMS de Tilápia do Nilo (*Oreochromus niloticus*) com teores reduzidos de gordura suína.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da matéria prima a ser utilizada na elaboração dos embutidos emulsionados tipo mortadela;
- ✓ Elaborar embutido emulsionado tipo mortadela de CMS de Tilápia do Nilo (*Oreochromus niloticus*) adicionado de diferentes concentrações de gordura animal;
- ✓ Submeter os produtos elaborados às avaliações tecnológicas, físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, e, com base nestes resultados, selecionar a melhor formulação;
- ✓ Realizar estudo de vida de prateleira do produto selecionado, avaliando as características tecnológicas, físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e sensoriais;

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCAIS DE EXECUÇÃO

Os experimentos de sacrifício e extração da CMS foram conduzidos no Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura (LRPA)/DGTA/CCHSA/UFPB – *Campus* III Bananeiras/PB. Os embutidos emulsionados foram processados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA)/UAS/CES/UFCG – *Campus* de Cuité/PB. As análises microbiológicas das matérias primas e dos produtos processados foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos LMA/DGTA/CCHSA/UFPB – *Campus* III, Bananeiras/PB. As análises físicas, físico-químicas e tecnológicas (cor instrumental) foram realizadas no Laboratório de Bromatologia (LABROM)/UAS/CES/UFCG – *Campus* de Cuité/PB. Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial (LASA)/UAS/CES/UFCG, *Campus* de Cuité/PB. Já as análises de textura instrumental, índice de peróxidos, ácidos graxos e colesterol foram feitas no Centro de Tecnologia de Carnes (CTC)/ITAL/SAA/SP, Campinas/SP.

5.2 ABATE DAS TILÁPIAS E OBTENÇÃO DA CMS

Foi utilizada CMS de Tilápias, obtidas de uma associação de tilapicultores, da cidade de Bananeiras, PB. As Tilápias, depuradas – em dieta hídrica, por 24 horas, com peso médio de 1 kg, foram capturadas no horário compreendido entre 06h:30min e 07h:00min horas da manhã, sendo transportadas em caixas plásticas isotérmicas até o laboratório – a 15 minutos de distância do produtor, onde foram insensibilizadas por meio de hipotermia, adicionando-se gelo picado e água na proporção de 1:1 aos baldes, onde as mesmas foram colocadas. Após cessar a atividade respiratória das mesmas, foram penduradas em ganchos, onde foram então evisceradas e depois, seguindo um fluxo linear, foram descamadas, lavadas e filetadas. A partir deste momento, as carcaças foram preparadas para a despolpa: cortadas para retirar as partes não comestíveis, lavadas e imersas em água clorada, por 15 minutos, sendo então retiradas, escorridas e despulpadas em máquina tipo despulpadeira adaptada ao tipo de processamento (Marca Bresi, 60 kg/h, motor $\frac{1}{2}$ CV, inox), obtendo-se a Carne Mecanicamente Separada (CMS). A CMS obtida foi então embalada a vácuo, em sacos de polietileno com capacidade para 2,0 kg, etiquetada, congelada (a – 18 °C) e transportada de Bananeiras/PB a Cuité/PB – em caixas isotérmicas ao Laboratório de Tecnologia de

Alimentos (LTA)/UAS/CES/UFCG – Campus de Cuité/PB, onde permaneceu sob congelamento, por período inferior a 90 dias, até o seu processamento.

5.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente, foi realizada a padronização da metodologia, assim como, testes preliminares, para a determinação dos percentuais de gordura suína a ser utilizado em cada formulação. A partir desses resultados, escolheu-se trabalhar com 5%, 10% e 15% de gordura suína. Para a avaliação do efeito do teor de gordura suína nas características da mortadela de CMS de Tilápia, que correspondeu à primeira etapa do experimento, foi realizado um delineamento inteiramente casualizado, aplicando dois tratamentos: CMS e gordura suína industrializada, com três repetições de processamento. Após elaboração, os produtos com diferentes teores de gordura suína foram submetidos, às análises tecnológicas, físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, a fim de se selecionar a melhor concentração de gordura a ser utilizada no processamento da mortadela para a segunda etapa do experimento, que consistiu no estudo de vida de prateleira realizado durante 90 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C). Nesta etapa foram avaliadas, as propriedades tecnológicas, nutricionais, microbiológicas e sensoriais da melhor formulação selecionada na primeira etapa que foi comparada a uma mortadela controle, sem adição de gordura suína. O fluxograma apresentando as etapas do experimento pode ser observado na Figura 1.

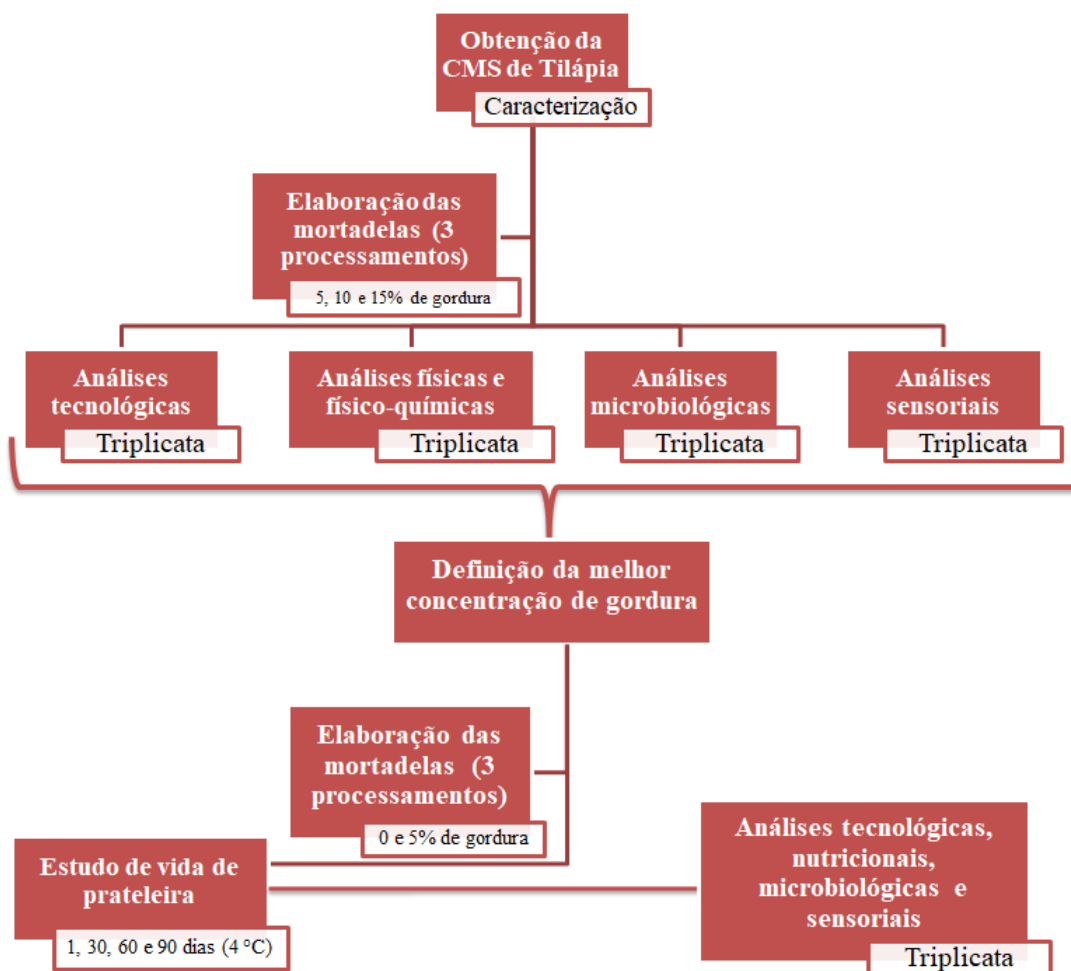
5.4 AVALIAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA MATÉRIA PRIMA

A CMS foi submetida à avaliação de parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos de controle de qualidade. Para tanto, foram determinados, em triplicata, o pH em pHmetro (modelo Tec-2 Tecnal[®], Piracicaba/SP), com pHmetro; a acidez normal por titulação, de acordo com AOAC (2012). A umidade e o Extrato Seco Total – EST foram quantificados por secagem em estufa a 105 °C por 24 horas e a proteína bruta, pelo método de micro Kjeldahl ($N \times 6,25$) (AOAC, 2012). Os lipídios foram determinados segundo o método de Folch, Less e Stanley (1957).

As análises microbiológicas foram realizadas segundo metodologia da *American Public Health Association* (APHA, 2001), sendo avaliada a presença de micro-organismos indicadores da qualidade sanitária de alimentos, que constaram da contagem de coliformes a

45° NMP/g, *Estafilococos* coagulase positiva UFC/g, *Clostrídio* sulfito redutor UFC/g, pesquisa de *Salmonella* sp./25 g, preconizados pela legislação nacional brasileira (BRASIL, 2001), além da contagem de bolores e leveduras (BRASIL, 2003).

Figura 1 – Delineamento experimental.



Fonte: do próprio autor.

5.5 ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GORDURA SUÍNA

Os embutidos do tipo mortadela foram elaborados em triplicata conforme a técnica descrita por Bartolomeu et al. (2014) e Oliveira Filho et al. (2010b). Foram necessárias pequenas modificações, em função da consistência da CMS de Tilápia, que possui maior quantidade de água. Sendo que a diferença foi o uso de diferentes teores CMS de Tilápia e de gordura suína, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de ingredientes utilizados no processamento do embutido tipo mortadela com diferentes teores de gordura suína.

Ingredientes	Quantidades em percentuais e em gramas					
	Formulação em %			Formulação em gramas		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
CMS	89	84	79	445	420	395
Gordura suína	5	10	15	25	50	75
PIS	6	6	6	30	30	30
TOTAL	100	100	100	500	500	500

CMS – Carne Mecanicamente Separada; PIS – Proteína Isolada de Soja.

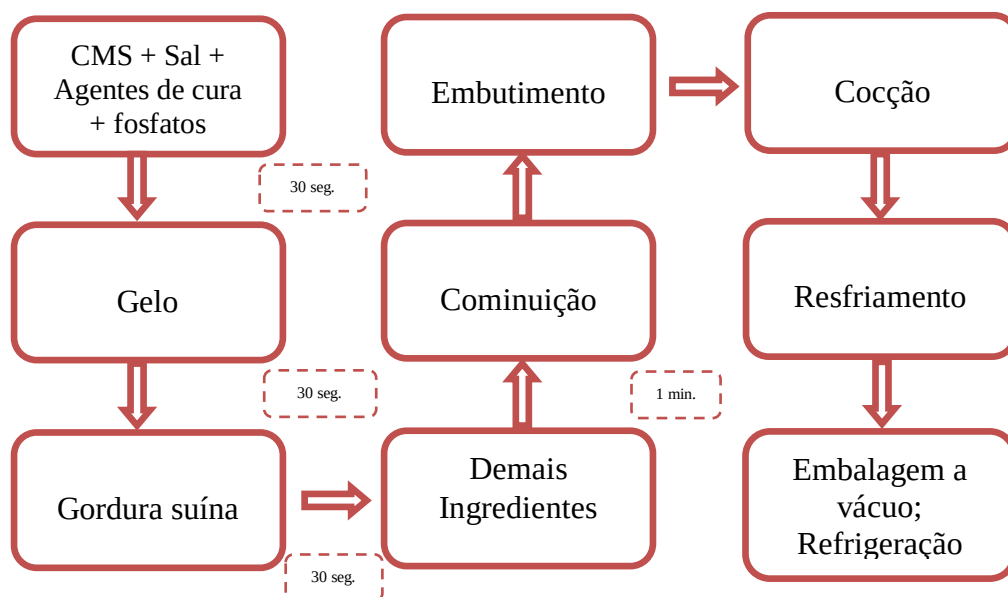
Os demais ingredientes utilizados na elaboração das mortadelas foram acrescentados nas mesmas proporções em todos os tratamentos: gelo/água gelada - 10%, Polifosfato - 0,35%, sais de cura - 0,3%, antioxidante - 0,75%, amido (fécula) - 5%, condimento mortadela - 0,8%, realçador de sabor - 0,2%, pimenta do reino - 0,1%, alho em pó - 0,3%, aroma fumaça defumada - 0,6% e sal - 1,5%.

A legislação atual (BRASIL, 2000) não contempla o percentual máximo de adição de CMS proveniente de pescado. Dessa forma, a adição de CMS variou entre 79 a 89%, e, para suprir o restante da demanda proteica foram adicionados 6% de proteína isolada de soja - PIS. O percentual de gordura suína acrescentado variou entre 5 e 15%. Todo o processo ocorreu de modo que o produto mantivesse suas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais preservadas, de acordo com as Boas Práticas de Fabricação regidas pelas legislações atuais (BRASIL, 1997; BRASIL, 2001).

Na elaboração das mortadelas, a CMS e os demais ingredientes foram pesados e levados ao *cutter* de mesa (METVISA[®], CUT 2,5 L; motor 1/3 CV), seguindo o fluxograma apresentado a seguir (Figura 2).

A cominuição foi iniciada com a CMS, o sal, os agentes de cura e os fosfatos, mantendo-se esse procedimento por trinta segundos para que os mesmos fossem incorporados à massa. Em intervalos de trinta segundos, foram adicionados a água gelada, a gordura suína e os demais ingredientes. A cominuição foi mantida até que se formasse uma emulsão, em temperatura controlada, com termômetro tipo espeto (INCOTERM[®], Termômetro Digital, tipo espeto), para que estivesse no máximo 12 ± 1 °C, ao concluir a cominuição.

Figura 2 - Fluxograma de processamento das mortadelas de CMS de Tilápia com diferentes teores de gordura suína.



Fonte: do próprio autor.

A massa obtida foi embutida por meio do Picador de Carnes Boca 10 PCL10 Inox (METVISA[®]), em tripa artificial termo encolhível, obtendo-se mortadelas de 500 a 600 g, que foram amarradas em suas extremidades por cordão de algodão. Em seguida, as mortadelas foram então levadas ao cozimento em calor úmido (em tacho) até atingirem temperatura interna de 72 ± 1 °C, monitoradas com auxílio de um termômetro munido de termopar (FRANCE[®], *Digital Cooking Thermometer*) inserido no centro geométrico de uma das mortadelas. Após o término do cozimento, as mortadelas foram submetidas ao choque térmico imergindo-as em água e gelo por 15 minutos, sendo finalmente resfriadas até atingirem temperaturas entre 15 a 20 °C, embaladas a vácuo para evitar ganho ou perda de umidade, durante o período analítico, rotuladas e levadas ao laboratório para a realização das análises específicas e definição da melhor condição de elaboração.

5.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS MORTADELAS ELABORADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GORDURA SUÍNA

As análises de avaliação da qualidade das mortadelas constaram de análises tecnológicas, físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, que aconteceram em

triplicata, para seleção da melhor concentração de gordura a ser utilizada no estudo de vida de prateleira.

5.6.1 Avaliação das propriedades tecnológicas

5.6.1.1 Estabilidade da Emulsão – EE

A estabilidade da emulsão foi realizada de acordo com o método descrito por Parks e Carpenter (1987). Foram retiradas 50 gramas da massa, diretamente do funil do picador de carnes e transferidas para sacos plásticos termo encolhíveis. Os sacos foram selados a vácuo e levados à cocção em banho-maria, com água a 70 ± 1 °C, por uma hora. Após esse tempo, as embalagens foram abertas e o líquido exsudado foi pesado. Para obtenção dos valores da estabilidade da emulsão, calculou-se a perda de peso e seu percentual, utilizando-se da seguinte fórmula:

$$\% \text{ de estabilidade da emulsão} = 100 - \% \text{ de perda} \quad (\text{Eq. 1})$$

A partir desse cálculo, encontrou-se a perda de peso e a estabilidade da emulsão.

5.6.1.2 Microestrutura da Emulsão

A avaliação da morfologia das amostras foi feita em Microscópio Eletrônico de Varredura, modelo Quanta[®] 200 FEG/FEI, com imagens e elétrons secundários, tensão de aceleração de 20 kV, WD (Médio) 9,4 mm, Detector Everhart-Thomley Detector- ETD, Spot (Médio) 3,0, com metalização e alto vácuo. As análises das amostras foram realizadas usando os mesmos parâmetros (Tensão de aceleração e Spot) para imagens de elétrons secundários. As amostras foram previamente preparadas para as análises segundo o método descrito por Souza (1998), que consistiu em efetuar dupla fixação (por 2,5% de glutaraldeído e 1% de tetróxido de ósmio), desidratação e secagem em ponto crítico de CO₂ das amostras, as quais foram colocadas sobre fita adesiva metálica colada em suportes cilíndricos metálicos (diâmetro de 10 mm). A seguir, foram metalizadas com fina camada de ouro em evaporador (modelo CPD-030), durante 180 segundos, sob corrente de 40 mA.

5.6.1.3 Análise do Perfil de Textura – TPA, Força de Cisalhamento e Cor Instrumental

O Perfil de Textura (TPA) foi determinado para cada formulação, utilizando-se o Texturômetro TA XT – 2i, marca *Stable Micro System* (UK)[®]. As amostras resfriadas foram cortadas em cilindros de 2,54 cm, que foram comprimidos axialmente em 2 ciclos consecutivos de 50% de compressão, utilizando uma probe de 35 mm de diâmetro (SMS P/36R), movendo-se a uma velocidade constante de 0,8 mm/s (BOURNE, 1982). Foram avaliados os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade, fraturabilidade, gomosidade, resiliência e adesividade.

Para medir a força de cisalhamento foi utilizado o acessório Warner Braztler (3 mm de espessura), com velocidade teste de 200 mm/min (ANDRÉS et al., 2006). Por intermédio de um vazador adaptado à furadeira elétrica, foram retirados cilindros com diâmetro de 2,54 cm de seção transversal. A média e o desvio padrão foram calculados a partir de 16 determinações (LIN; CHAO, 2001).

Já a cor instrumental de cada mortadela foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Abularach, Rocha e Felício (1998), utilizando um colorímetro Minolta[®] digital (Modelo CR-300, Minolta, Osaka, Japão). Os parâmetros de luminosidade (L^*), verde (-)/vermelho(+) (a^*) e azul (-)/amarelo(+) (b^*) foram determinados de acordo com as especificações da Commision Internationale de L'éclairage (CIE, 1986). As medições foram realizadas em triplicata com o aparelho previamente calibrado, usando a parte externa da peça de cada tratamento das amostras de mortadela, imediatamente após a retirada da embalagem.

5.6.2 Análises físicas e físico-químicas

Para avaliar as características físicas e físico-químicas das mortadelas foram realizadas as seguintes análises: atividade de água, de acordo com o Manual Aqualab (AQUALAB, 2001); pH, em pHmetro (modelo Tec-2 Tecnal[®], Piracicaba/SP), de acordo com o manual de instrução do fabricante; e de acordo com a AOAC (2012) os parâmetros de acidez normal, por titulação; umidade e EST, determinados por gravimetria em estufa a 105 °C até peso constante da amostra; resíduo mineral fixo (cinzas), obtido por carbonização prévia em chama e calcinação em mufla a 550 °C até peso constante; proteínas, pelo método de micro Kjeldahl ($N \times 6,25$); cloretos, por volumetria segundo o Método de Mohr e teor de cálcio, determinado por volumetria com EDTA. O teor de lipídios foi determinado seguindo os procedimentos de Folch, Less e Stanley (1957). O teor de carboidratos foi feito por diferença simples. A Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi avaliada de acordo com a metodologia de Grau e Hamm (1953).

A oxidação lipídica foi verificada pelo método de determinação de Índice de Peróxido (mEq/Kg), de acordo com Brasil (1999).

5.6.3 Análises microbiológicas

As mortadelas foram submetidas às análises microbiológicas preconizadas pela legislação vigente (BRASIL, 2001; BRASIL, 2003). Foram avaliadas a presença de micro-organismos indicadores da qualidade sanitária de alimentos, que constaram da contagem de coliformes a 45° NMP/g, Estafilococos coagulase positiva UFC/g, Clostrídio sulfito redutor NMP/g e pesquisa de *Salmonella* sp./25g, preconizadas para mortadelas, além da contagem de bolores e leveduras, bactérias mesófilas, psicrofílicas e enterobactérias, de acordo com a metodologia descrita pela APHA (2001) e Brasil (2003).

5.6.4 Análise Sensorial

Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da UFPE, sob o nº 821.481 (ANEXO A), as mortadelas obtidas a partir de CMS de Tilápia e diferentes percentuais de gordura suína foram submetidas a testes sensoriais de aceitação, intenção de compra e ordenação de preferência, de acordo com metodologia proposta por Meilgaard, Civille e Carr (1991), Stone e Sidel (1993) e Faria e Yotsuyanagi (2002).

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais com iluminação artificial branca, longe de ruídos e odores, em horários previamente estabelecidos, que compreenderam uma hora antes ou duas horas após o almoço.

Foram recrutados 126 potenciais consumidores não treinados, com idade variando entre vinte e cinquenta anos, sendo 25% do gênero masculino e 75% do gênero feminino, que gostavam de consumir pescados, tilápia e embutidos do tipo mortadela, conforme formulário de recrutamento apresentado em Apêndice A. Ademais, procurou-se selecionar dentre os recrutados, os que não possuísssem doenças crônicas como diabetes, hipertensão arterial, alergias a esse tipo de produto ou que estivessem fazendo uso de medicamentos que afetassem a sua capacidade de sentir sabores. Para estes provadores, as amostras foram oferecidas fatiadas, em pratos descartáveis, em temperatura refrigerada – representando as condições domésticas de consumo, devidamente codificadas em números aleatórios de três dígitos, acompanhadas de bolacha água e sal, copo com água (para remoção do sabor residual), do

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE B) e dos formulários de avaliação (APÊNDICE C).

No teste de aceitação foram avaliados os atributos aparência, cor, aroma, sabor (próprio de mortadela), sabor (próprio de peixe), textura e avaliação global, utilizando-se uma escala hedônica estruturada mista de nove pontos (1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo). A seguir, foi proposto ao provador indicar a sua intenção de compra, utilizando-se também de uma escala hedônica estruturada mista de cinco pontos (1 = jamais compraria a 5 = compraria). As amostras analisadas foram consideradas aceitas quando obtiveram média $\geq 5,0$ (equivalente ao termo hedônico “nem gostei/nem desgostei”).

Calculou-se o Índice de Aceitabilidade (IA), adotando-se a expressão:

$$IA (\%) = A \times 100 / B \quad (Eq. 2)$$

em que, A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão têm sido considerado $\geq 70\%$ (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987; DUTCOSKY, 1996).

Avaliou-se também a preferência geral das mortadelas de CMS de Tilápia, por meio do teste de Ordenação de Preferência (APÊNDICE D). Foi solicitado que, dentre as amostras degustadas, se ordenasse, em ordem decrescente, da mais preferida para a menos preferida (FERREIRA et al., 2000).

5.7 ESTUDO DE VIDA DE PRATELEIRA

Com base nos resultados obtidos a partir das análises descritas anteriormente, foi selecionada a melhor concentração de gordura suína a ser adicionada na mortadela de CMS de tilápia e esta foi comparada a uma mortadela controle, sem adição de gordura. As amostras foram submetidas ao estudo de vida de prateleira num período de 90 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C) para avaliação de sua estabilidade. O estudo compreendeu a avaliação dos aspectos tecnológicos, físicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, cujas metodologias já foram descritas anteriormente. Ademais, ainda foram avaliados nesta etapa do experimento a oxidação lipídica por destilação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS (mg de MDA/Kg) (GANHÃO; ESTÉVEZ; MORCUENDE, 2011), o teor de colesterol (AOAC, 2012) e o perfil de ácidos graxos das formulações, cuja descrição deste último método segue abaixo.

A metilação dos ácidos graxos presentes nos extratos lipídicos, obtidos a partir do método descrito por Folch, Less e Stanley (1957) foi realizada segundo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). A identificação e quantificação dos ésteres de ácidos graxos foram realizadas por cromatografia gasosa (VARIAN 430-GC, California, EUA), acoplado com detector de ionização de chama (DIC), coluna capilar de sílica fundida (CP WAX 52 CB, VARIAN, Califórnia, EUA) com dimensões de 60 m x 0,25 mm e 0,25 μm de espessura do filme. Foi utilizado o hélio como gás de arraste (vazão de 1 mL/min). As condições do CG foram: Temperatura do injetor 250 °C; a temperatura inicial do forno foi de 40 °C, por 2 minutos, aumentando-se 10 °C min^{-1} até atingir 180 °C, permanecendo por 30 minutos; em seguida, aumentou-se novamente 10 °C min^{-1} e atingindo 240 °C fixou-se por 34 minutos, com um tempo total de corrida de 86 minutos; a temperatura do detector foi de 260 °C. Alíquotas de 1,0 μL do extrato esterificado foram injetadas em injetor tipo Split/Splitless. Os cromatogramas foram registrados em *software* tipo *Galaxie Chromatography Data System*. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões Supelco ME19-Kit (*Fatty Acid Methyl Esters C4-C24*).

Nesta etapa também foi determinado o valor calórico (Kcal/100 g) das porções a partir dos teores de proteína, lipídios e frações de açúcares totais, utilizando os coeficientes específicos que levam em consideração o calor da combustão 4,0; 9,0 e 4,0 kcal, respectivamente.

Como se trataram de duas formulações de mortadela nesta etapa, ao invés da ordenação-preferência, nas análises sensoriais avaliou-se também a preferência geral das mortadelas por meio do teste de Comparação Pareada, cujo formulário de avaliação aparece no Apêndice E, em que foi solicitado que, dentre as amostras degustadas, se escolhesse a mais preferida, segundo Faria e Yotsuyanagi (2002).

5.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados das análises da qualidade das mortadelas elaboradas com diferentes teores de gorduras referentes à primeira etapa do experimento (seleção da melhor concentração de gordura) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% probabilidade ($p < 0,05$), para comparação das médias entre as formulações; enquanto que os dados referentes ao estudo de vida de prateleira foram submetidos ao teste de Tukey a 5% probabilidade ($p < 0,05$), para comparação das médias entre os tempos e teste de t-student a

5% probabilidade ($p < 0,05$), para comparação das médias entre as duas formulações, utilizando o programa STATISTICA 7.0 (STATÍSTICA, 2005).

Ainda na primeira etapa do experimento, foi realizada análise de componentes principais (ACP) para os diferentes grupos de variáveis e baseada na matriz de correlação dessas variáveis, a fim de proporcionar a representação gráfica dos atributos sensoriais significativos.

Ademais, os resultados dos testes sensoriais de ordenação da preferência foram analisados de acordo com o teste de Friedman, utilizando-se a tabela de Newell Mac Farlane, e o teste de comparação pareada preferência com tabela específica, por teste bilateral, para determinar se as amostras diferiram significativamente entre si (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão produzidos durante o desenvolvimento da tese estão expostos em formato de 2 artigos científicos submetidos em revistas científicas indexadas e formatados de acordo com as normas dos periódicos, 1 capítulo de livro publicado e 1 patente de invenção depositada (APÊNDICES F a I). Por sua vez, as comprovações de submissão dos artigos científicos estão nos Anexos B e C.

Artigo 1: Technological, nutritional and sensorial properties of emulsified fish mortadella from Nile Tilapia (*Oreochromus niloticus*) mechanically separated meat with different concentrations of animal fat, que foi submetido para publicação no periódico **Meat Science** (ISSN 0309-1740). Esta revista tem fator de impacto de 3.126 (JCR 2016), sendo classificada como Qualis A2 na área de Nutrição (Classificação de Periódicos Quadriênio 2013–2016).

Artigo 2: Development of mortadella from mechanically separated meat of Nile Tilapia (*Oreochromus niloticus*) with low fat content: impact on the quality and shelf life, que foi submetido para publicação no periódico **Innovative Food Science & Emerging Technologies** (ISSN 1466-8564). Esta revista tem fator de impacto de 2.573 (JCR 2016), sendo classificada como Qualis A2 na área de Nutrição (Classificação de Periódicos Quadriênio 2013–2016).

Capítulo de livro: Utilização de carne mecanicamente separada de Tilápia do Nilo (*Oreochromus niloticus*) e gordura animal na produção de embutidos cárneos: uma revisão da literatura, que foi publicado no livro: **Nutrição e saúde: os desafios da interdisciplinaridade nos ciclos da vida humana** (ISBN: 978-85-92522-10-0 - on-line), v. 3. Cap. 15. Campina Grande: Instituto Bioeducação – IBEA. 2017. p. 273-288.

Patente depositada: Natureza da Patente – Patente de Invenção (PI). Título da Invenção – **Elaboração de embutido defumado tipo mortadela de carne mecanicamente separada - CMS de peixe de água doce, com redução do teor de gordura, sódio e aditivos**. Número do Processo – BR 10 2017 023676 5.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desta pesquisa pode vir a fomentar a cadeia da tilapicultura e contribuir com o aumento do consumo do pescado, aumentando a oferta de alimentos de bom teor nutricional, corroborando com as metas governamentais. Permitiu validar o processamento tecnológico de um embutido, assegurando sua qualidade, desde a captura do pescado até o seu consumo, do ponto de vista logístico, sanitário, tecnológico, entre outros. As análises efetuadas demonstram, de um modo geral, a adequação do produto elaborado às legislações nacionais vigentes e à literatura especializada, quanto aos parâmetros tecnológicos, físicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, indicando que todo o processamento foi conduzido sob condições higiênico-sanitárias adequadas, prospectando a sua viabilidade mercadológica posterior, permitindo inserir de forma competitiva um novo produto no mercado, de forma a aumentar o leque de embutidos processados tanto por pequenos produtores, quanto por grandes indústrias do ramo.

Outrossim, outras pesquisas devem ser conduzidas para avaliar novas formas de aproveitamento dos resíduos da tilapicultura, com sugestões de modificações viáveis da formulação, a exemplo de uma diminuição e ou substituição de ingredientes que podem afetar a saúde da população – a curto, médio e longo prazo, como o sal e aditivos químicos, o uso de diferentes tipos de embalagens e condições de armazenamento, entre outros. O desenvolvimento destes estudos pode fomentar a geração de renda entre grupos que trabalhem com a tilapicultura e contribuir para a movimentação da economia local com investimento em indústria especializadas neste tipo de produto alimentício.

REFERÊNCIAS

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (*Longissimus dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

ALLAIS, I. Emulsification. In: **Handbook of meat processing**. Editor Fidel Toldrá. Editora Wiley-Blackwell, 2010. 566 p.

AMARAL, M. T.; APARÍCIO, G. K. S.; SOUZA, P. L.; SANTOS, A. M. L. Traditional technology application in fish processing in the region of lower amazon, state of Pará. **Revista GEINTEC: Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 7, n. 1, p. 3708-3721, 2017.

ANDRADE, R. L. B.; WAGNER, R. L.; MHAL, I.; MARTINS, R. S. Custos de produção de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 198-203, 2005.

ANDRÉS, S. C.; GARCÍA, M. E.; ZARITZKY, N. E.; CALIFANO, A. N. Storage stability of low-fat chicken sausages. **Journal of Food Engineering**, v. 72, n. 4, p. 311-319, 2006.

ANGELINI, M. F. G.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; OETTERER, M. Minced e Surimi de Tilápia congelados atraem consumidor. **Visão Agrícola**, n. 11, p. 118-119, 2012.

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.

AOAC. **Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists**. 19th ed., Ass. Off. Analytical. Chem., Washington, USA. 2012.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. (4th ed.). American Public Health Association., Washington, DC, 2001.

AQUALAB. **Analizador de atividade de água para avaliar biodegradação (alimentos e fármacos)**: Modelo CX-2. Decagon Devices, Inc. 950 NE Nelson Court Pullman, WA 99163 USA, 2001.

ATTAYDE, J. L.; OKUN, N.; BRASIL, J.; MENEZES, R.; MESQUITA, P. Impactos da introdução da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do bioma caatinga. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 450-461, 2007.

BACKES, A. M.; TERRA, N. N.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; LÜDTKE, F. L.; CAVALHEIRO, C. P.; FRIES, L. L. M. Características físico-químicas e aceitação sensorial de salame tipo Italiano com adição de óleo de canola. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3709-3720, 2013.

BARENDSE, W. Should animal fats be back on the table? A critical review of the human health effects of animal fat. **Animal Production Science**, v. 54, n. 7, p. 831-855, 2014.

BARTOLOMEU, D. A. F. S.; WASZCZYNSKYJ, N.; KIRSCHNIK, P. G.; DALLABONA, B. R.; COSTA, F. J. O. G.; LEIVAS, C. L. Storage of vacuum-packaged smoked bologna sausage prepared from Nile tilapia. **Acta Scientiarum Technology**, v. 36, n. 3, p. 561-567, 2014.

BARRETO, N. S. E.; ROCHA, J. B.; LEDO, C. A. S. Preparation of biscuits and soups using fish flour. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 48, n. 1, p. 57-61, 2015.

BELSCHNER, T. Not so green after all? The EU's role in international fisheries management: the cases of NAFO and ICCAT. **Journal of European Public Policy**, v. 22, n. 7, p. 985-1003, 2014.

BENEVIDES, S. D.; NASSU, R. **Produtos cárneos**. Brasília: Embrapa. 2010.

BESSA, D. P.; TEIXEIRA, C. E.; FRANCO, R. M.; DE FREITAS, M. Q.; MONTEIRO, M. L. G.; CONTE-JUNIOR, C. A.; GAZE, L. V.; SILVA, F. A.; MÁRSICO, E. T. Functional sausage made from mechanically separated tilapia meat. **Italian journal of food Science**, v. 28, n. 3, p. 426-439, 2016.

BISWAS, A. K.; KUMAR, V.; BHOSLE, S.; SAHOO, J.; CHATLI, M. K. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. **International Journal of Livestock Production**, v. 2, n. 4, p. 45-54, 2011.

BOMBARDELLI, R. A.; SYPERRECK, M. A.; SANCHES, E. A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 8, n. 2, p. 181-195, 2005.

BORDIGNON, A. C.; SOUZA, B. E.; BOHNENBERGER, L.; HILBIG, C. C.; FEIDEN A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em “V” do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

BORIN, B.; CERF, D. C.; KRISHNAN, R. Consumer effects of environmental impact in product labeling. **Journal of Consumer Marketing**, v. 28 n. 1, p. 76-86, 2011.

BORTOLI, C.; BONATTO, S.; BRUSCATO, N. M.; SIVIERO, J. Ingestão dietética de gordura saturada e Carboidratos em adultos e idosos com dislipidemias oriundos do Projeto Veranópolis. **Revista Brasileira de Cardiologia**, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2011.

BOURNE, M. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2. ed. New York: Academic Press, 1982. 427 p.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e Características de Carcaça de Machos Revertidos de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Linhagens Tailandesa e Comum, nas Fases Inicial e de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; MALUF, M. L. F.; VEIT, J. C. **Peixe na merenda escolar: educar e formar novos consumidores**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2009. 130 p.

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

BRASIL. Portaria nº 368, de 04 de setembro de 1997. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de Elaboração para estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 set. 1997, Seção 1, p. 1997.

BRASIL. Instrução Normativa (IN) nº 20, de 21 de jul. de 1999. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para controle de produtos cárneos e seus ingredientes – sal e salmoura – DAS. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, DF, 09 set. 1999. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 4 de 31 de mar. 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, DF, 05 abr. 2000, Seção 1, p. 6-10.

BRASIL. Resolução de Diretoria Colegiada nº 12, de 02 de jan 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, DF, 10 jan 2001.

BRASIL. Instrução Normativa (IN) nº 62, de 26 de ago. de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, DF, 18 set. Seção 1, p. 14. 2003.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura 2014**. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE. Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 jun. 2013, Seção I.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil 2011**. Brasília: República Federativa do Brasil. 2013a.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Censo aquícola nacional, ano 2008**. Brasília: República Federativa do Brasil. 2013b.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Decreto nº 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 29 mar. Seção 1, p. 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Relatório Sobre Análise de Gordura e Colesterol em Peixes**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em : < http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/relatorio_final_peixes.pdf >. Acesso em: 11 fev 2018.

BAUMGARTNER, G.; PAVANELLI, C. S.; BAUMGARTNER, D.; BIFI, A. G.; DEBONA, T.; FRANA, V. A. (2012): **Peixes do baixo rio Iguaçu**. Maringá: Eduem, 2012. 203 p.

CAMPANHOL, E. M.; ANDRADE, P.; ALVES, M. C. M. Programas de rotulagem ambiental. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2003.

CARLUCCI, D.; NOCELLA, G.; DE DEVITIIS, B.; VISCECCHIA, R.; BIMBO, F.; NARDONE, G. Consumer purchasing behaviour towards fish and seafood products. Patterns and insights from a sample of international studies. **Appetite**, v. 84, n. 1, p. 212-227, 2015.

CARVALHO FILHO, J. Pesquisa desenvolvendo farinha para alimentação humana a partir de carcaças de peixe é premiada em concurso da Nestlé. **Panorama da Aqüicultura**, v. 18, n. 107, p. 44-45, 2008.

CARRARO, C. I.; MACHADO, R.; ESPINDOLA, V.; CAMPAGNOL, P. C. B; POLLONIO, M. A. R. The effect of sodium reduction and the use of herbs and spices on the quality and safety of bologna sausage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 2, p. 289-295, 2012.

CAVENAGUI-ALTEMIO, A. D.; ALCADE, L. B.; FONSECA, G. G. Low-fat frankfurters from protein concentrates of tilapia viscera and mechanically separated tilapia meat. **Food Science & Nutrition**, v. 1, n. 6, p. 445-451, 2013.

CHAPMAN, M. J.; GINSBERG, H. N.; AMARENCO, P.; ANDREOTTI, F.; BOREN, J.; CATAPANO, A. L.; DESCAMPS, O. S.; FISHER, E.; KOVANEN, P. T.; KUIVENHOVEN, J. A.; LESNIK, P.; MASANA, L.; NORDESTGAARD, B. G.; RAY, K. K.; REINER, Z.; TASKINEN, M.; TOKGÖZOGLU, L.; TYBJÆRG-HANSEN, A.; WATTS, G. F. Triglyceride-rich lipoproteins and high-density lipoprotein cholesterol in patients at high risk of cardiovascular disease: evidence and guidance for management. **European Heart Journal**, v. 32, p. 1345–1361, 2011.

CHOI, Y. S.; CHOI, J. H.; HAN, D. J.; KIM, H.; LEE, M.; KIM, H.; JEONG, J.; KIM, C. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, v. 82, n. 2, p. 266-271, 2009.

COFRADES, S.; ANTONIOU, I.; SOLAS, M. T.; HERRERO, A. M.; JIMÉNEZ-COLMONERO, F. Preparation and impact of multiple (water-in-oil-in-water) emulsions in meat systems. *Food Chemistry*, v. 141, n. 1, p. 338-346, 2013.

CORRAL, S.; SALVADOR, A.; BELLOCH, C.; FLORES. Effect of fat and salt reduction on the sensory quality of slow fermented sausages inoculated with *Debaryomyces hansenii* yeast. **Food Control**, v. 45, p. 1-7, 2014.

CORRAL, S.; SALVADOR, A.; FLORES, M. Effect of the use of entire male fat in the production of reduced salt fermented sausages. **Meat Science**, v. 116, p. 140-150, 2016.

CORTEZ NETTO, J. P.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; LAPA-GUIMARÃES, J.; VIEGAS, E. M. M. Physicochemical and sensory characteristics of snack made with minced Nile Tilapia. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 591-596, 2014.

CORTEZ-VEGA, W. R.; FONSECA, G. G.; FEISTHER, V. A.; SILVA, T. F.; PRENTICE, C. Evaluation of frankfurters obtained from croaker (*Micropogonias furnieri*) surimi and mechanically deboned chicken meat surimi-like material. **Cyta – Journal of food**, v. 2, n. 1, p. 27-36, 2013.

COSTA, T. V.; SILVA, R. R. S.; SOUZA, J. L.; BATALHA, O. S.; HOSHIBA, M. A. Aspectos do consumo e comércio de pescado em Parintins. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n. 1, p. 63-75, 2013.

COSTA, J. F.; NOGUEIRA, R. I.; FREITAS-SÁ, D. G. C.; FREITAS, S. P. Utilização de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia na elaboração de farinha com alto valor nutricional. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 3, p. 548-565, 2016.

COSTA, M. L. S.; MELO, F. P.; CORREIA, E. S. C. Efeitos de diferentes níveis protéicos da ração no crescimento na Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus linnaeus*, 1757), variedade chitralada, criadas em tanques-rede. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 285-294, 2009.

DALLABONA, B. R.; KARAM, L. B.; WAGNER, R.; BARTOLOMEU, D. A. F. S.; MIKOS, J. D.; FRANCISCO, J. G. P.; MACEDO, R. E. F.; KIRSCHNIK, P. G. Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 12, p. 835-843, 2013.

DINCER, T.; CAKLI, S. Textural and sensory properties of fish sausage from rainbow trout. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 19, n. 3-4, p. 238-248, 2010.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE [CIE]. **Colourimetry**. 2th. ed. CIE Publication: Vienna, Austria. 1986.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: DA Champagnat, 1996. 123 p.

FAO. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008**. Roma: Departamento de pesca y acuicultura de la FAO, 2009. 218 p. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i0250s.pdf> > Acesso em: 23 out 2017.

FAO. Food Agriculture Organization of the United Nations. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014**. Roma, 2014. 253 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/documents/card/en/c/097d8007-49a4-4d65-88cd-fcaf6a969776/>>. Acesso em: 14 nov 2017.

FAO. Food Agriculture Organization of the United Nations. **Anuario estadístico de la FAO. La Alimentación y la Agricultura em América Latina y el Caribe 2014**. Santiago, 2014. 198 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3592s.pdf>>. Acesso em 23 out 2017.

FAO. Food Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all**. Roma, 2016a. 200 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>> Acesso em: 14 nov 2017.

FAO. Food Agriculture Organization of the United Nations. **Globefish Highlights. A quarterly update on world seafood markets**. 2 ed. Roma, 2016b. 72 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5803e.pdf>>. Acesso em: 14 nov 2017.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116 p.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. V.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. 127 p. (Manual: Série Qualidade).

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.

FERNANDES, M. P.; PINTO, L. S. R. C.; BONNAS, D. S. Aproveitamento de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na elaboração de empanados. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1385-1390, 2011.

FITZSIMMONS, K.; MARTINEZ-GARCIA, R.; GONZALEZ-ALANIS, P. Why tilapia is becoming the most important food fish on the planet. In: LIPING, L.; FITZSIMMONS, K.(Eds). **Better science, better fish, better life. Proceedings of the ninth international symposium on tilapia in aquaculture**. Shanghai: Aqua Fish Collaborative Research Support Program, p. 9-18, 2011. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.465.9158&rep=rep1&type=pdf#page=9>>. Acesso em 14 fev. 2018.

FLORES, R. M. V.; CHICRALA, P. M.; SOARES, S. S. Avaliação das preferências dos consumidores de pescado do estado do Tocantins através de pesquisa de campo realizada no seminário Caiu na Rede é Lucro. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 18, n. 1, p. 121-129, 2014.

FOGAÇA, F. H. S.; TRINCA, L. A.; BOMBO, A. J.; SANT'ANA, L. S. Optimization of the surimi production from mechanically recovered fish meat (MRF) using response surface methodology. **Journal of Food Quality**, v. 36, p. 209-216, 2013.

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

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FREITAS, D. G. C.; RESENDE, A. L. S. S.; FURTADO, A. A. L.; TASHIMA, L.; BECHARA, H. M. The sensory acceptability of a tilapia (*Oreochromis niloticus*) mechanically separated meat-based spread. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 166-173, 2012.

GALANAKIS, C. M(Eds). **Food Waste Recovery: Processing Technology & Industrial Techniques**. Elsevier-Academic Press, 2016. 412 p.

GANHÃO, R.; ESTÉVEZ, M.; MORCUENDE, D. Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials. **Food Chemistry**, v. 126, n. 2, p. 772-778. 2011.

GERHARDT, C.; WIEST, J. M.; GIROLOMETTO, G.; SILVA, M. A. S.; WESCHENFELDER, S. Aproveitamento da casca de citros na perspectiva de alimentos: prospecção da atividade antibacteriana. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, [SN], p. 11-17, 2012.

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

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.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. 652 p.

GRAU, R.; HAMM, R. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. **Naturwissenschaften**, v. 40, n. 1, p. 29-30, 1953.

GUERRA, I. C. D.; MEIRELES, B. R. L. A.; FÉLEX, S. S. S.; CONCEIÇÃO, M. L.; SOUZA, E. L.; BENEVIDES, S. D.; MADRUGA, M. S. Carne de ovinos de descarte na elaboração de mortadelas com diferentes teores de gordura suína. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2288-2294, 2012.

GUZEK, D.; GŁĄBSKA, D.; BRODOWSKA, M.; GODZISZEWSKA, J.; GÓRSKA-HORCZYCHAK, E.; POGORZELSKA, E.; WOJTASIK-KALINOWSKA, I.; WIERZBICKA, A. The sensory quality of allergen-controlled, fat-reduced, salt-reduced pork-

ostrich sausages during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 15, p. 5327-5334, 2017.

HAAL, T. E.; AMBERG, S. M. Factors influencing consumption of farmed seafood products in the Pacific northwest. **Appetite**, v. 66, n. 1,; p. 1-9, 2013.

HAI-HA, N. M. A.; CARVALHO, E. S. Desenvolvimento de biscoitos, tipo salgado, enriquecidos pela adição de merluza. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 313-318, 2011.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.

HASHEMI, A.; JAFARPOUR, A. Rheological and microstructural properties of beef sausage bater formulated with fish fillet mince. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 601-610, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática. Pesquisa Pecuária Municipal. Produção da aquicultura, por tipo de produto. In: **Banco de Dados**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>>. Acesso em: 14 de novembro de 2015.

JAYATHILAKAN, K.; SULTANA, K.; RADHAKRISHNA, K. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 3, p. 278-293, 2012.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; COFRADES, S.; LÓPEZ-LÓPEZ, I.; RUIZ-CAPILLAS, C.; PINTADO, T.; SOLAS, M. T. Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat, low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. **Meat Science**, v. 84, n. 3, p. 356-363, 2010.

JIMÉNEZ-COLMONERO, F. Review: Potential applications of multiple emulsions in the development of healthy and functional foods. **Food Research Internacional**, v. 52, n. 1, p. 64-74, 2013.

JOHNS, D. J.; LINDROOS, A. K.; JEBB, S. A.; SJÖSTRÖM, L.; CARLSSON, L. M. S.; AMBROSINI, G. L. Dietary patterns, cardiometabolic risk factors, and the incidence of cardiovascular disease in severe obesity. **Obesity**, v. 23, n. 5, p. 1063-1070, 2015.

KIN, S.; MORRISON, R.; TOLENTINO, A. C.; PHAM, A. J.; SMITH, B. S.; KIM, T.; SILVA, J. L.; SCHILLING, M. W. Sensory and physicochemical properties of smoked catfish sausages, **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 22, n. 5, p. 496-507, 2013.

KIRCHHOFF, S. Green Business and Blue Angels: A Model of Voluntary Overcompliance with Asymmetric Information. **Environmental and Resource Economics**, v. 15, n. 4, p. 403-420, 2000.

KIRSCHNIK, P. G.; MACEDO-VIEGAS, E. M. 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 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 200-206, 2009.

KOBAYASHI, M. MSANGI, S.; BATKA, M.; VANNUCCINI, S.; DEY, M. M.; ANDERSON, J. L. Fish to 2030: The Role and Opportunity for Aquaculture. **Journal aquaculture economics and management**, v. 19, n. 3, p. 282-300, 2015.
KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2 ed. São Paulo: Acqua Supre Comércio de Suprimentos para a Aquicultura Ltda, 2000. 289 p.

LAGO, A. M. T.; VIDAL, A. C. C.; SCHIASSI, M. C. E. V.; REIS, T.; PIMENTA, C.; PIMENTA, M. E. S. G. Influence of the addition of minced fish on the preparation of fish sausage: effects on sensory properties. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 2, p. 492-499, 2017.

LAROSA, G.; CARVALHO, M. R. B.; VIDOTTI, R. M.; LIMA, T. M. A.; ALVES, V. F. Elaboração de produto cárneo de Tilápia com antioxidantes visando sua utilização como recheio ou acompanhamento da refeição. **Alimentação e Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 609-617, 2012.

LELAND, J. V. Flavor interactions: The greater whole. **Food technological**, v. 51, n. 1, p. 85-80, 1997.

LIM, C. E.; WEBSTER, C. D (Eds). **Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition**. Nova York: CRC Press, 2006. 704 p.

LIMA, A. F. Crescimento heterogêneo em tilápias cultivadas em tanques-rede e submetidas a classificações periódicas. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 3, p. 98-101, 2008.

LIMA, D. P.; FUZINATTO, M. M.; ANDRETTO, A. P.; BRACCINI, G. L.; MORI, R. H.; CANAN, C.; MENDONÇA, S. N. T. G.; OLIVEIRA, C. A. L.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L. Physical, chemical and microbiological quality of fillets and mechanically separated meat, and sensory evaluation of fillets of Nile Tilapia treated with homeopathic product. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, n. 30, p. 738-744, 2015.

LIMA, L. K. F. Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado. **Documentos 1**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013. 30 p.

LIN, K. W.; CHAO, J. Y. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. **Meat Science**, v. 59, n. 4, p. 343-351, 2001.

LIN, K. W.; LIN, S. N. Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausage. **Meat Science**, v. 60, n. 2, p. 147-154, 2002.

LITTLE, T. J.; FEINLE-BISSET, C. Effects of dietary fat on appetite and energy intake in health and obesity — Oral and gastrointestinal sensory contributions. **Physiology & Behavior**, v. 104, n. 4, p. 613-620, 2011.

LIU, Y.; MA, D. H.; WANG, X. C.; LIU, L. P.; FAN, Y. P.; CAO, J. X. Prediction of chemical composition and geographical origin traceability of Chinese export tilapia fillets products by near infrared reflectance spectroscopy. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 1214-1218, 2015.

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

LORENZO, J. M.; FRANCO, D. Fat effect on physico-chemical, microbial and textural changes through the manufactured of dry-cured foal sausage. Lipolysis, proteolysis and sensory properties. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 704-714, 2012.

LOURENÇO, L. F. H.; GALVÃO, G. C. S.; RIBEIRO, S. C. A.; RIBEIRO, C. F. A.; PARK, K. J. Fat substitutes in processing of sausages using piramutaba waste. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 7, p. 1269-1277, 2014.

LOUZADA, M. L. C.; MARTINS, A. P. B.; CANELLA, D. S.; BARALDI, L. G.; LEVY, R. B.; CLARO, R. M.; MOUBARAC, J. C.; CANNON, G.; MONTEIRO, C. A. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, n. 38, p. 1-11, 2015.

MARENGONI, N. G. Produção de Tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 210, p. 127-138, 2006.

MARTÍN-SÁNCHEZ, A. M.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; KURI, V. Alternatives for efficient and sustainable production of surimi: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 8, n. 4, p. 359-374, 2009.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. London, CRP Press, Inc. 1991. 287 p.

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.

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

MALUF, M. L.; HILBIG, C. C. Curtimento ecológico de peles de animais para agregação de valor através da confecção de artesanato. **Revista Varia Scientia**, v. 9, n. 15, p. 75-79, 2009.

MICHA, R.; MOZAFFARIAN, D. Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. **Lipids**, v. 45, n. 10, p. 893-905, 2010.

MILLER, M.; STONE, N. J.; BALLANTYNE, C.; BITTNER, V.; CRIQUI, M. H.; GINSBERG, H. N.; GOLDBERG, A. C.; HOWARD, W. J.; JACOBSON, M. S.; KRIS-

ETHERTON, P. M.; LENNIE, T. A.; LEVI, M.; MAZZONE, T.; PENNATHUR, S. Triglycerides and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 123, n. 20, p. 2292–2333, 2011.

MINOZZO, M. G. **Processamento e Conservação do Pescado**. Presidência da República Federativa do Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação à distância. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Paraná – Educação à Distância. 166 p. 2011.
MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N. Caracterização sensorial de patê cremoso elaborado a partir de filés de Tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 2, p. 26-36, 2010.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; LÁZARO, C. A.; CANTO, A. C. V. C. S.; LIMA, B. R. C. C.; CRUZ, A. G.; CONTE-JÚNIOR, C. A. Effect of transglutaminase on quality characteristics of a value-added product tilapia wastes. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 5, p. 2598-2609, 2015.

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

MOREIRA, R. T.; LEMOS, A. L. S. C.; HARADA, M. M.; CIPOLLI, K.; MENDES, E. S.; GUIMARÃES, J. L.; CRISTIANINI, M. Desenvolvimento e aceitação de embutido emulsionado tipo “mortadela” elaborado com Tilápia (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Higiene Alimentar**, v. 22, n. 159, p. 47-53, 2008.

NASCIMENTO, R.; CAMPAGNOL, P. C. B.; MONTEIRO, E. S.; POLLONIO, M. A. R. Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. **Alimentação e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 297-302, 2007.

OETTERER, M.; DIAS, P. A. S. Agroindústria de pescado – farinha de peixe. **Informativo Técnico ESALQ-CENA**, Piracicaba, SP, n. 14, p. 1-21, 1994.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca, ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Livraria Vilela, v. 1, 1999. p. 221-249.

OLIVARES, A.; NAVARRO, J. L.; SALVADOR, A.; FLORES, M. Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. **Meat Science**, v. 86, n. 2, p. 251-257, 2010.

OLIVARES, A.; NAVARRO, J. L.; FLORES, M. Effect of fat content on aroma generation during processing of dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 87, n. 3, p. 264-273, 2011.

OLIVEIRA, A. C. M.; HIMELBLOOM, B. H.; MONTAZERI, N.; DAVENPORT, N.; BICEROGLU, H.; BRENNER, K. A.; THOMAS, S. R.; CRAPO, C. A. Development and characterization of fish sausages supplemented with salmon oil. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, n. 4, p. 1641-1652, 2014.

OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, G. R.; ALMEIDA, N. M. Microbiological, Physicochemical and Sensory Characteristics of Pulp-of-Tilapia-Based (*Oreochromis niloticus*) Meatballs. **UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2012.

OLIVEIRA, M. M.; PIMENTA, M. E. S. G.; CAMARGO, A. C. S.; FIORINI, J. E.; PIMENTA, C. J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico – análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, 2006.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submmitted to cold storage. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 2, p. 183-190, 2010a.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; NETTO, F. M.; RAMOS, K. K.; TRINDADE, M. A.; MACEDO-VIEGAS, E. M. Elaboration of sausage using minced fish of nile tilapia filleting waste. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 6, p. 1383-1391, 2010b.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam as características das matérias primas e suas implicações tecnológicas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p. 17-27.

OKAZAKI, E.; KIMURA, I. Frozen Surimi and Surimi-based Products. In: **Seafood Processing: Technology, Quality and Safety**. 1. ed. Ioannis S. Boziaris (Ed.), p. 209-236, 2014. Institute of Food Science & Technology. Advances in Food Science.

OLOPADE, O. A.; TAIWO, I. O.; LAMIDI, A. A.; AWONAIKE, O. A. Proximate composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and Tilapia Hybrid (Red Tilapia) from Oyan Lake, Nigeria. **Bulletin UASVM Food Science and Technology**, v. 73, n. 1, p. 19-23, 2016.

OOSTERVEER, P.; SPAARGAREN, G. Organising consumer involvement in the greening of global food flows: the role of environmental NGOs in the case of marine fish. **Journal Enviromental Politics**, v. 20, n. 1, p. 97-114, 2011.

PALMEIRA, K. R., MÁRSICO, E. T., MONTEIRO, M. L. G., LEMOS, M.; CONTE JÚNIOR, C. A. Ready-to-eat products elaborated with mechanically separated fish meat from waste processing: challenges and chemical quality. **CyTA - Journal of Food**, v. 14, n. 2, p. 227-238, 2016.

PARKS, L. L.; CARPENTER, J. A. Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems **Journal of Food Science**, v. 52, n. 2, p.271-274, 1987.

PEREIRA, A. C.; CARVALHO, P. P. M. O.; SILVA, R. A .G. S. **Criação de tilápias: Pólo de piscicultura**. Rio de Janeiro: FIPERJ. Informe técnico, 2000. 23 p.

PEREIRA, A. G. T.; RAMOS, E. M.; TEIXEIRA, J. T.; CARDOSO, G. P.; RAMOS, A. L. S.; FONTES, P. R. Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. **Meat Science**, v. 89, n. 4, p. 519-525, 2011.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11. Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no Sul do Brasil. Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí: MA/SARC, n. 003/2000, 2001.

PHILLIPS, C. M.; KESSE - GUYOT, E.; MCMANUS, R.; HERCBERG, S.; LAIRON, D.; PLANELLIS, R.; ROCHE, H. M. High dietary saturated fat intake accentuates obesity risk associated with the fat mass and obesity-associated gene in adults. (Biochemical, Molecular and Genetic Mechanisms). **The Journal of Nutrition**, n. 142, n. 5, p. 824-828, 2012.

PIENIAK, Z.; VANHONACKER, F.; VERBEKE, W. Consumer knowledge and use of information about fish and aquaculture. **Food Police**, v. 40, p. 25-30. 2013.

PIETRAZIK, Z.; JANZ, J. A. M. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat Bologna. **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 602-608, 2010.

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.

POYATO, C.; ASTIASARÁN, I.; BARRIUSO, B.; ANSORENA, D. A new polyunsaturated gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and sensory acceptability. **LWT – Food Science and Technology**, v. 62, n. 2, p. 1069-1075, 2015.

PÜSSA, T. Nutritional and Toxicological Aspects of the Chemical Changes of Food Components and Nutrients During Freezing. In: CHEUNG, P.; MEHTA, B. (Eds.). **Handbook of Food Chemistry**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 1-23, 2015.

RAVINDRAN, R.; JAISWAL, A. K. Review: Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. **Trends in Biotechnology**, v. 34, n. 1, p. 58-69, 2016.

RIBEIRO, C. S. G.; CORÇÃO, M. O consumo de carne no Brasil: entre valores socioculturais e nutricionais. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição e Saúde**, v. 8, n. 3, p. 425-438, 2013.

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

ROCHA, J. B. S.; SILVEIRA, C. S.; LEDO, C. A. S.; BARRETO, N. S. E. Composição e estabilidade de farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida artesanalmente para o consumo humano. **Magistra**, v. 23, n. 4, p. 215-220, 2011.

RUSTAD, T.; STORRO, I.; SLIZYTY, R. Possibilities for the utilisation of marine by-products. **International Journal of Science & Technology**, v. 46, n. 10, p. 2001-2014, 2011.

SALES, P. V. G.; SALES, V. H. G.; OLIVEIRA, E. M. Avaliação sensorial de duas formulações de hambúrguer de peixe. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 1, p. 17-23, 2015.

SALLADARRÉ, F.; GUILLOTREAU, P.; PERRAUDEAU, Y.; MONFORT, M. C. The Demand for Seafood Eco-Labels in France. **Journal of Agricultural & Food Industrial Organization**, v. 8, n. 1, p. 1542-0485, 2010.

SÁYAGO-AYERDI, S. G.; BRENES, A.; GOÑI, I. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 5, p. 971-976, 2009.

SANTOS, R. A. R.; NETA, T. M. S. L.; SANTOS, R. M.; AQUINO, L. C. L.; NUNES, M. L. Avaliação dos Parâmetros Físico-Químicos e Sensoriais de Ceviche de Tilápia em Função do Tempo de Estocagem Refrigerada. **Scientia Plena**, v. 7, n. 1, p. 1-5, 2011.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 2, n. 19, p. 83-93, 2012.

SCHWARZ, K. K.; MENDONÇA, K. S.; WAKIUCHI, S. S.; SASSAMORI, J. C.; REBULI, G. C. J. P. Metodologias para a transformação das peles de Linguado, Robalo, Paru e Tilápia em couro. **PUBVET. Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 12, n. 2, a 23, p. 1-8, 2018.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Aquicultura e pesca: tilápias. Estudos de Mercado SEBRAE/ESPM**, 2008. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

SERDAROĞLU, M.; ÖZTÜRK, B.; URGU, M. Emulsion characteristics, chemical and textural properties of meat systems produced with double emulsions as beef fat replacers. **Meat Science**, v. 117, p. 187-195, 2016.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. 1. ed. São Paulo: Varela, 2006. 230 p.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X. Composição físicoquímica, microbiológica e rendimento do filé de Tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 608-613, 2007.

SIRI-TARINO, P. W.; SUN, Q.; HU, F.B; KRAUSS, R. M. Saturated fat, carbohydrate, and cardiovascular disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n. 3, p. 502-509, 2010.

SLEDER, F.; CARDOSO, D. A.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; ABREU, J. S.; OLIVEIRA, A. C. S.; ALMEIDA FILHO, E. S. Development and characterization of a tambaqui sausage. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 6, p. 604-612, 2015.

SOUZA, M. L. R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.

STATÍSTICA. **Statística 7.0**, EUA Software. Tucksa: StatSof, 2005.

STEVANATO, F. B.; PETENUCCI, M. E.; MATSUSHITA, M.; MESOMO, M. C.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. E. L.; ALMEIDA, V. V.; VISENTAINER, J. V. Avaliação

química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 567-571, 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 2. ed. London: Academic Press Incorporated, 1993. 338 p.

SURASANI, V. K. R. Application of Food Extrusion Process to Develop Fish Meat-Based Extruded Products. **Food engineering reviews**, v. 8, n. 4, p. 448-456, 2016.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R. S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria prima industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 59-64, 2003.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 182 p.

TOLDRA, F.; ARISTOY, M. A.; MORA, L.; REIG, M. Innovations in value additions of edible meat by products. **Meat Science**, v. 92, n. 3, p. 290-296, 2012.

TOMIC, M.; MATULIC, D.; JELIC, M. What determines fresh fish consumption in Croatia?. **Appetite**, v. 106, n. 1, p. 12-22, 2016.

THONG, N. T.; SOLGAARD, H. S. Consumer's food motives and seafood consumption. **Food Quality and Preference**, v. 56, p. 181-188, 2017.

VEIT, J. C.; FREITAS, J. M. A.; REIS, E. S.; MALUF, M. L. F.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Proximate and microbiological characterization of nuggets of mandi-pintado (*Pimelodus britskii*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 1041-1048, 2011.

VEIT, J. C.; FREITAS, M. B.; REIS, E. S.; MOORE, O. Q.; FINKLER, J. K.; BOSCOLO, W. R.; FEIFEN, A. Desenvolvimento e caracterização de bolos de chocolate e de cenoura com filé de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Alimentação e Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 427-433, 2012.

VENDRAMINI, A. L. A. Beneficiamento do pescado. Caminhos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da URFJ. In: Addor, F. (Org.). **Extensão e políticas públicas: o agir integrado para o desenvolvimento social**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 368 p, 2015.

VENUGOPAL, V.; SHAHIDI, F.; LEE, T. C. Value-added products from underutilized fish species. **Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 35, n. 5, p. 431-453, 2009.

VERBEKE, W.; VACKIER, I. Individual determinants of fish consumption: application of the theory of planned behaviour. **Appetite**, v.44, n. 1 p. 67-82, 2005.

VERNAZA, M. G.; SCHMIELE, M.; PAUCAR-MENACHO, L.; STEEL, C.; CHANG, Y. K. Brazilian Soybean Products: Functional Properties and Bioactive Compounds. In: **Hispanic Foods: Chemistry and Bioactive Compounds**. Washington: ACS, p. 259-277, 2012.

VICENTE, I. S. T.; ELIAS, F. F.; FONSECA-ALVES, C. E. Perspectivas da produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 392-398, 2014.

VIDOTTI, R. M.; BORINI, M. S. M. Aparas da filetagem da Tilápia se transformam em polpa condimentada. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, n. 96, p. 38-41. 2006.

VIDOTTI, R. M.; MARTINS, M. I. E. Aproveitamento da carne de tilápia mecanicamente separada (CMS). **Feed & Food**, v. 39, n. 4, p. 50-51, 2010.

WESTPHALEN, A. D.; BRIGGS, J. L.; LONERGAN, S. M. Influence of pH on rheological properties of porcine myofibrillar protein during heat induced gelation. **Meat science**, v. 70, n. 2, p. 293-299, 2005.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Review: Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 196-213, 2010.

WU, M.; XIONG, Y. L.; CHEN, J.; TANG, X.; ZHOU, G. Rheological and Microstructural Properties of Porcine Myofibrillar Protein-Lipid Emulsion Composite Gels. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 4, p. 207-217, 2009.

YAN, N.; CHEN, X. Don't waste seafood waste: Turning cast-off shells into nitrogen-rich chemicals would benefit economies and the environment. **Nature**, v. 524, n. 7564, p. 155-158, 2015.

YOUSSEF, M. K.; BARBUT, S. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. **Meat Science**, v. 82, n. 2, p. 228-233, 2009.

YOUSSEF, M. K.; BARBUT, S. Physicochemical Effects of the Lipid Phase and Protein Level on Meat Emulsion Stability, Texture, and Microstructure. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 2, p. 108-114, 2010.

YOUSSEF, M. K.; BARBUT, S. Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. **Meat Science**, v. 87, n. 4, p. 356-360, 2011.

YOUSEFI, A.; MOOSAVI-NASAB, M. Textural and chemical attributes of minced fish sausages produced from Talang Queenfish (*Scomberoides commersonnianus*) minced and surimi. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 12, n. 1, p. 228-241, 2014.

YUNES, J. F. F.; CAVALHEIRO, C. P.; MILANI, L. I. G.; SCHEEREN, M. B.; BLAZQUEZ, F. J. H.; BALLUS, C. A.; FRIES, L. L. M.; TERRA, N. N. Efeito da substituição da gordura suína por óleos vegetais nas características de qualidade, estabilidade oxidativa e microestrutura de mortadela. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p.1205-1216, 2013.

ZOTOS, A.; VOUZANIDOU, M. Seasonal Changes in composition, fatty acid, cholesterol and mineral content of six highly commercial fish species of Greece. **Food Science and Technology International**, v. 18, n. 2, p. 1-11, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário de Recrutamento de Julgadores.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO
QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO DE JULGADORES**

Nome: _____ Gênero: () F () M
Endereço: _____ Telefone: _____ Idade: _____
Email: _____

Escolaridade

Ensino médio () Superior completo () Superior incompleto () Pós Graduação ()

Fumante: () Sim () Não

Existe algum dia e horário que você **não** poderá participar das sessões de degustação?

() Sim () Não Quais? _____

Indique, o quanto você aprecia cada um desses produtos:

- a) Mortadela () Gosto () Nem gosto/nem desgosto () Desgosto
- b) Peixes de água doce () Gosto () Nem gosto/nem desgosto () Desgosto
- c) Carne de Tilápia () Gosto () Nem gosto/nem desgosto () Desgosto

Com que frequência você costuma consumir mortadela:

- () Menos de uma vez por mês () 1 a 2 vezes por mês () 1 vez por semana
- () 2 a 3 vezes por semana () 4 vezes ou mais por semana () Todos os dias () Nunca

Com que frequência você costuma comer carne de peixe de água doce:

- () Menos de uma vez por mês () 1 a 2 vezes por mês () 1 vez por semana
- () 2 a 3 vezes por semana () 4 vezes ou mais por semana () Todos os dias () Nunca

Qual peixe: _____

Com que frequência você costuma comer Tilápia:

- () Menos de uma vez por mês () 1 a 2 vezes por mês () 1 vez por semana
- () 2 a 3 vezes por semana () 4 vezes ou mais por semana () Todos os dias () Nunca

Cite os alimentos e/ou ingredientes que você desgosta muito: _____

Especifique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde. Explique, por favor. _____

Você se encontra em dieta por razões de saúde? Em caso positivo, explique, por favor. _____

Você está tomando alguma medicação que poderia influir sobre a sua capacidade de perceber odores e sabores? Em caso positivo, explique, por favor. _____

Indique se você possui:

- a) Diabetes () Sim () Não
- b) Hipoglicemia () Sim () Não
- c) Hipertensão () Sim () Não
- d) Problemas Bucais () Sim () Não

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

Convidamos o(a) Sr(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa **“Elaboração de embutido emulsionado tipo mortadela de Carne Mecanicamente Separada de Tilápia do Nilo (*Oreochromus niloticus*) adicionado de teores reduzidos de gordura suína”**, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Heloísa Maria Ângelo Jerônimo, residente à Rua Oteca do Rêgo Luna, 139, Conjunto Ernesto Geisel; CEP.: 58075-450; fones: TIM: 99962-3665; OI: 98787-3363; e-mail: helogero@yahoo.com.br e que está sob a orientação de: Profa. Dra. Tânia Lúcia Montenegro Stamford. Endereço: Rua Jäder Andrade, 335, Casa Forte, Recife. CEP.: 52061-060. Fones: UFPE: (081) 2126-8464; celular: (081)8526-4611; e-mail: tlmstamford@yahoo.com.br. Também participa desta pesquisa: a Profa. Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira. E-mail: elieidynutri@yahoo.com.br.

Este Termo de Consentimento pode conter informações que o(a) senhor(a) não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa que está lhe entrevistando para que o(a) senhor(a) esteja bem esclarecido(a) sobre sua participação na pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, caso aceite em fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o(a) Sr.(a) não será penalizado(a) de forma alguma. Também garantimos que o(a) Senhor(a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA**OBJETIVOS DO ESTUDO**

Elaborar e caracterizar um embutido emulsionado tipo mortadela de CMS de Tilápia do Nilo (*Oreochromus niloticus*) adicionado de diferentes concentrações de gordura suína.

DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS

O processo se desenvolverá da seguinte maneira: V. Sa. receberá 3 amostras de mortadelas obtidas a partir da carne de Tilápia, com três concentrações diferentes de gordura, onde deverá avaliar a aceitação sensorial dos atributos aparência, cor, aroma, sabor (próprio de mortadela), sabor (próprio de peixe), textura e fará uma avaliação da aceitação global dos produtos. Além disso, deverá expressar sua intenção de compra dos referidos produtos. Por fim, deverá ordenar em ordem decrescente de preferência geral (amostra mais

preferida para a amostra menos preferida) as mortadelas submetidas à avaliação sensorial. Serão também oferecidos um copo com água, bolacha água e sal, uma caneta e formulários para o registro de suas percepções acerca da degustação efetuada, em forma de escala hedônica de nove pontos, que irá do gostei muitíssimo ao desgostei muitíssimo. Após a degustação, os formulários serão devolvidos à equipe de pesquisadores e o Sr(a) estará liberado(a) para suas atividades particulares.

RISCOS

Por ser considerado como alimento perecível, para controlar o fator contaminação, houve todo um procedimento asséptico na elaboração das “mortadelas”, seguindo-se as Boas Práticas de Fabricação, de acordo com as legislações vigentes. Além disto, antes da aplicação das análises sensoriais, as amostras foram submetidas a análises microbiológicas que demonstraram a qualidade higiênico-sanitária dos produtos elaborados, sendo descartados os produtos que apresentaram valores acima dos permitidos pela legislação específica, garantindo que o Sr(a) está recebendo amostras sem nenhum risco de contaminação microbiológica. Caso apresente alguma reação alérgica, não antes vivenciada, a equipe estará preparada a chamar o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU, por meio do número 192, assim como, na ausência deste, a encaminhá-lo ao hospital de referência mais próximo. Assim como, será oferecida uma prova mínima a cada avaliador, antes da degustação oficial, para verificar a sua aceitabilidade orgânica ao produto. **O Sr(a) não deve participar desta pesquisa, caso já tenha tido algum tipo de alergia a pescados, alimentos embutidos, seja portador de hipertensão arterial não controlada, esteja fazendo uso de algum medicamento que altere a sua capacidade de percepção de gosto ou odor.**

BENEFÍCIOS

A condução deste plano de trabalho poderá contribuir para o aumento do consumo do pescado e ainda, diminuir o impacto ambiental causado pelo descarte dos resíduos da tilapicultura. Por outro lado, vislumbra-se a possibilidade de se obter um produto elaborado com matéria prima considerada saudável – “carne branca”, agregando características de produto mais próximo ao conceito de “produto natural”, sob a forma de um alimento já tão conhecido e apreciado, como é o caso da mortadela. Igualmente, os benefícios que a pesquisa poderá trazer para população, como a oferta de um alimento com propriedades funcionais e nutritivas, e com grande potencial para incentivar o setor da tilapicultura nordestina, superam todos os possíveis riscos que possam ocorrer, mas que serão a todo momento, contornados.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa a partir dos formulários, ficarão armazenados em pasta específica, sob a responsabilidade do pesquisador Heloísa Maria Ângelo Jerônimo, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

O(a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidos pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **“Elaboração de embutido emulsionado tipo mortadela de Carne Mecanicamente Separada de Tilápia do Nilo (*Oreochromus niloticus*) adicionado de teores reduzidos de gordura suína”**, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelos(as) pesquisadores(as) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

_____, ____/____/____
Local e data

Assinatura do participante

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.

NOME:	NOME:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE C – Formulário de aceitação sensorial e intenção de compra.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO
TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

NOME: _____ **IDADE:** _____
ESCOLARIDADE: _____ **DATA** _____ **GÊNERO:** () M () F

1. Você está recebendo 03 amostras codificadas de **mortadela de carne de Tilápia**, com diferentes concentrações de gordura. Por favor, prove-as e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou, em relação a cada característica especificada. Marque a posição da escala que melhor reflita sua sensação percebida. Antes de cada avaliação, você deverá fazer uso da bolacha e da água.

- 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

Atributos	Código da amostra		
Aparência			
Cor			
Aroma			
Sabor (próprio de mortadela)			
Sabor (próprio de peixe)			
Textura			
Avaliação Global			

2. Agora, indique sua atitude ao encontrar estas mortadelas no mercado.

- 5 – Compraria
- 4 – Possivelmente compraria
- 3 – Talvez comprasse/talvez não comprasse
- 2 – Possivelmente não compraria
- 1 – Jamais compraria

Atributo	Código da amostra		
Intenção de Compra			

Comentários.:

Muito obrigada!

APÊNDICE D – Formulário de teste de ordenação da preferência.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO
TESTE DE ORDENAÇÃO DA PREFERÊNCIA

NOME: _____ IDADE: _____
 ESCOLARIDADE: _____ DATA _____ GÊNERO: () M () F

Você está recebendo 3 amostras de **mortadela obtida a partir de carne de Tilápia** com diferentes concentrações de gordura. Por favor, prove as amostras, da esquerda para direita, e ordene-as em ordem decrescente de **preferência geral**. Espere 30 segundos antes de consumir a próxima amostra e utilize bolacha e água entre cada avaliação.

	Mais Preferida	—————→	Menos preferida
Posto	1º Lugar	2º Lugar	3º Lugar
Código			

Comentários: _____

Agora, por favor, responda as seguintes questões:

Qual característica sensorial você mais apreciou na amostra mais preferida?

Qual característica sensorial você não apreciou na amostra menos preferida?

Comentários: _____

Muito obrigada!

APÊNDICE E – Formulário de teste de comparação pareada preferência.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO
TESTE DE COMPARAÇÃO PAREADA PREFERÊNCIA**

NOME: _____ **IDADE:** _____
ESCOLARIDADE: _____ **DATA** _____ **GÊNERO:** () M () F

Você está recebendo duas amostras codificadas de **mortadela obtida a partir de carne de Tilápia** com diferentes concentrações de gordura. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e circule a amostra mais preferida.

Comentários: _____

Muito obrigada!

APÊNDICE F – Artigo submetido ao periódico Meat Science (ISSN 0309-1740).

**TECHNOLOGICAL, NUTRITIONAL AND SENSORIAL PROPERTIES OF
EMULSIFIED FISH MORTADELLA FROM NILE TILAPIA (*Oreochromus niloticus*)
MECHANICALLY SEPARATED MEAT WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS
OF ANIMAL FAT**

Heloísa Maria Ângelo Jerônimo^a, Alex Poeta Casali^b, Antônio Rosendo da Costa^b, Aryane
Ribeiro da Silva^c, Ricácia de Sousa Silva^c, Carlos Eduardo Vasconcelos de Oliveira^d, Rita de
Cássia Ramos do Egypto Queiroga^e, Maria Elieidy Gomes de Oliveira^{e*}, Tânia Lúcia
Montenegro Stamford^a

^a Post-Graduate Program in Nutrition, Department of Nutrition, Health Sciences Center, Federal University of Pernambuco, 50670-901, Recife, Pernambuco, Brazil

^b Laboratory of Ranching and Aquaculture Products, Department of Agroindustrial Management and Technology, Human, Social and Agrarian Sciences Center, Federal University of Paraíba, 58.220-000, Bananeiras, Paraíba, Brazil.

^c Laboratory of Food Technology and Analysis, Education and Health Center, Federal University of Campina Grande, 58.175-000, Cuité, Paraíba, Brazil.

^d Laboratory of Bromatology, Department of Nutrition, Health Sciences Center, Federal University of Paraíba, 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brazil

^e Post-Graduate Program in Nutrition, Department of Nutrition, Health Sciences Center, Federal University of Paraíba, 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brazil

*Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail:

elieidynutri@yahoo.com.br (M.E.G. Oliveira); Tel.: +55 83 3216 7826; Fax: +55 83 3216 7094.

Abstract

The objective of this study was to produce fish mortadella from Mechanically Separated Meat (MSM) of Nile Tilapia added with animal fat and evaluate their technological, nutritional and sensory characteristics. Three formulations were developed: M1 (MSM – 89% and 5% pork fat), M2 (MSM – 84% and 10% pork fat) and M3 (MSM – 79% and 15% pork fat). The elaborated products were tested for technological, physical, physico-chemical, microbiological and sensorial parameters. The results showed that the fish mortadella were microbiologically stable with a particular texture for an emulsified meat product, attractive color and characteristic flavor. All formulations met the expected identity and quality requirements (peroxide, moisture, protein, lipid and calcium content). They also achieved good acceptance by the judges, in which formulation M1 may be highlighted for presenting an emulsion stability of 97%, higher protein content (18.09%) and lower lipids (16.31%). In addition, it also reached higher mean scores for texture attributes and purchase intent. Therefore, it is possible to prepare fish mortadellas from Tilapia MSM using less animal fat.

Keywords: tilapia farming; waste processing; MSM; fish mortadella.

1. Introduction

Fish farming is one of the fastest growing activities among all sectors of animal production recently. According to the latest update of the Food Agriculture Organization of the United Nations - FAO (FAOSTAT, 2017), fish consumption in Brazil was 9.7 kg *per capita* in 2013, a value below that recommended by the World Health Organization (WHO), which is 12 kg *per capita* (Brabo, Pereira, Santana, Campelo, & Veras, 2016). This reduced consumption is due to uncompetitive prices, restrictions regarding the presence of fish bones and poor quality resulting from handling problems for *in natura* commercialization,

conservation and storage, as well as to the lack of practicality for preparing it, lack of product diversity, and lack of marketing, among others (Lopes, Oliveira & Ramos, 2015).

Fish are a highly beneficial food to human nutrition as they are a source of vitamins and minerals, and contain a high proportion of long chain polyunsaturated fatty acids and all essential amino acids (Angelini et al., 2013; Fernandes et al., 2014; Sleder et al., 2015; Zotos & Vouzanidou, 2012).

The Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) can be highlighted as being among the most cultivated species in the world. It has high productivity, good adaptation to diverse environments, good acceptance in the consumer market, reduced fat content and excellent fillet yield (Liu et al., 2015; Olopade, Taiwo, Lamidi, & Awonaike, 2016). On the other hand, the mechanical filleting process generates approximately 70% by-products (processing waste or discarded meat), resulting in large fish meat and oil losses. The head, carcass and guts constitute 54% of the waste, while the skin represents 10%. In general, these residues are destined to produce Tilapia flour and oil used in manufacturing animal feed for fish, pigs and birds.

Several studies have been carried out with Tilapia and its by-products to promote and improve the sustainability of the fish industry, seeking to increase its consumption and maximize its use. One of its by-products is Mechanically Separated Meat (MSM), which has been used in developing new products such as emulsified meat products (sausages or mortadella, nuggets, surimi, fishburgers, etc.) (Angelini, Savay-Da-Silva, & Oetterer, 2012). It also stands out for having good unsaturated fat content which can reduce the addition of animal fat without causing sensorial changes to the texture, flavor or consistency of the elaborated products (Mélo et al., 2011; Bartolomeu et al., 2014; Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho, & San'ana, 2015).

In view of the recognized technological and market potential of emulsified meat products, the present study had the objective of producing an emulsified Fish Mortadela from Nile Tilapia (*Oreochromus niloticus*) MSM added to different animal fat contents, aiming to obtain a differentiated product with high biological value and low fat content.

2. Material and methods

2.1 Study sites

The Nile Tilapia slaughtering and MSM extraction experiments were conducted at the *Ranching and Aquaculture Products Laboratory* - Campus III, UFPB. The emulsified meat products were processed at the *Food Technology Laboratory* – Campus Cuité/PB, UFCG. Microbiological analyzes of raw materials and products were carried out at the Food Microbiology Laboratory - LMA/DGTA/CCHSA/UFPB – Campus III, Bananeiras/PB; while physical, chemical and technological analyzes (instrumental color) were all carried out at the Bromatology Laboratory at Campus I, UFPB; sensory analyzes at the *Faculdade de Ciências Médicas da Paraíba* – FCM/PB and at the *Faculdade Internacional da Paraíba* – FPB/PB, João Pessoa/PB. Instrumental texture and peroxide index analyzes were performed at the *Meat Technology Center (CTC)/ITAL/SAA/SP*, Campinas/SP.

2.2 Tilapia slaughter and MSM production

The fish were obtained from an association of tilapia farmers from the city of Bananeiras/PB, Brazil, with average weight of 01 kg. They were purged on a water diet for 24 hours, captured between 06h:30min and 07h:00min in the morning, then transported in plastic boxes where they were desensitized by thermal stunning. After respiratory activity ceased they were hung on hooks, where they were then eviscerated, and the fish were flaked, washed

and filleted following a linear flow. Next, the carcasses were crushed using a pulping machine (Bresi[®], 60 kg/h, ½ hp engine, stainless steel), thereby obtaining the Mechanically Separated Meat (MSM). The MSM was then vacuum packed into 2.0 kg polyethylene bags, labeled, and frozen (at -18 °C) until used in the production of fish mortadella.

2.3 Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) MSM quality assessment

Acidity, pH, moisture, dry matter, ash, protein (AOAC, 2012) and lipid (Folch, Less, & Stanley, 1957) parameters were evaluated. The microbiological quality of the MSM was verified based on coliform counts at 45° MPN/g, coagulase-positive Staphylococci CFU/g, sulfite-reducing Clostridial CFU/g, molds and yeasts, and a check for *Salmonella* sp./25 g (APHA, 2001; Brasil, 2001).

2.4 Preparation of fish mortadella

The fish mortadella was prepared as described by Bartolomeu et al. (2014) and Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro, & Viegas (2010). The difference was in the use of different levels of Tilapia MSM and refined pork fat, as shown in Table 1.

The other ingredients used in preparing the fish mortadella were added in the same proportions to all treatments: ice/cold water - 10%, Polyphosphate - 0.35%, curing salts - 0.3%, antioxidant - 0.75%, starch - 5%, mortadella seasoning - 0.8%, flavor enhancement - 0.2%, black pepper - 0.1%, garlic powder - 0.3%, smoke aroma - 0.6%, and salt - 1.5%.

A high-yielding tabletop cutter (METVISA[®], CUT 2,5 L; 1/3 hp engine) was used for preparing the fish mortadella according to the flowchart and the steps described below (Figure 1).

Comminution began with the MSM, salt, curing agents and polyphosphate for thirty seconds. Ice water, pork fat, and other ingredients were added at thirty-second intervals until

the formation of a paste (similar to a pâté), at a controlled temperature with a skewer thermometer (INCOTERM[®] Digital thermometer) with a maximum temperature of 12 °C at the end of comminution.

The obtained emulsion was packed into artificial shrinkable casings using a manual stuffer (METVISA[®], EL.10). The fish mortadella was cooked in moist heat until reaching the internal temperature of 72 ±1 °C, monitored with the aid of a thermometer equipped with a thermocouple (FRANCE[®], Digital Cooking Thermometer). After the cooking was finished, the mortadella was submitted to thermal shock by immersing it into ice water for 15 minutes until reaching temperatures between 15 to 20 °C, vacuum packed and then stored under refrigeration until the time of analysis.

2.5 Quality assessment of the prepared fish mortadella

Quality assessment analyzes of the fish mortadella included technological, physical, physico-chemical, microbiological and sensorial analyzes which were performed in triplicate according to the methodologies described below.

2.5.1 Evaluation of technological properties

2.5.1.1 Emulsion stability - ES

Emulsion stability was performed according to the method described by Parks and Carpenter (1987). Emulsion stability values were obtained by calculating the weight loss and its percentage using the following formula:

$$\% \text{ Emulsion stability} = 100 - \% \text{ loss}$$

(Eq. 1)

2.5.1.2 Texture profile analysis – TPA, Shear force and Instrumental color

Hardness, springiness, cohesiveness, chewiness, fracturability, gumminess, adhesiveness and resilience parameters, were evaluated using the TA XT-2i Texturometer and Stable Micro System (UK)[®] with a probe of 35 mm diameter (SMS P/36R) moving at a constant speed of 0.8 mm/s, according to Bourne (1982).

A Warner Braztler accessory (3 mm thick) was used to measure shear force at a test speed of 200 mm/min (Andrés, García, Zaritzky, & Califano, 2006). Mean and standard deviation were calculated from 16 determinations (Lin & Chao, 2001).

The instrumental color of each fish mortadella was determined according to the methodology described by Abularach, Rocha, and Felício (1998), using a digital Minolta[®] colorimeter (Model CR-300, Minolta, Osaka, Japan). Luminosity parameters (L^*), green (-) kered (+) (a^*) and blue (-)/yellow (+) (b^*) were determined according to the specifications of the *Commision Internationale de L'éclairage* (CIE, 1986).

2.5.2 Physical and physical-chemical analyzes

The analyzes carried out were: water activity (A_w), pH, normal acidity, moisture, dry matter, proteins, ashes, chlorides according to the Mohr Method, calcium content determined by EDTA volumetry (AOAC, 2012) and lipids (Folch, Less, & Stanley, 1957). Water Retention Capacity (WRC) was evaluated according to the methodology by Grau and Hamm (1953). Lipid oxidation was evaluated by determining the Peroxide Index method according to Brasil (1999). The peroxide concentration was given by mEq/kg of the sample.

2.5.3 Microbiological analyzes

Coliform counts at 45° MPN/g, coagulase-positive Staphylococci CFU/g, sulfite-reducing Clostridial CFU/g, and checking for *Salmonella* sp./25 g counts were carried out as

recommended for fish mortadella and for counting molds and yeasts (APHA, 2001; Brasil, 2001).

2.5.4 Sensorial analysis

After approval of the project by the Research Ethics Committee under number 821.481, the fish mortadella was submitted to sensorial acceptance, intention to purchase and order preference (Faria & Yotsuyanagi, 2002; Meilgaard, Civille, & Carr, 1991; Stone & Sidel, 1993).

One hundred twenty-six (126) untrained consumers aged between 20 and 50 years of age who liked to consume fish and emulsified fish mortadella were recruited. These tasters evaluated the samples in individual booths with white artificial lighting, away from noise and odors, and at previously established times.

The fish mortadella was offered sliced, refrigerated and codified, accompanied by salt crackers and a glass of water. Attributes of appearance, color, aroma, flavor (specific mortadella flavor), flavor (specific fish flavor), texture and overall assessment were evaluated using a mixed nine-point structured hedonic scale (1 = I greatly disliked it; 9 = I liked it a lot). Next, the tasters were asked to indicate their intention to purchase, also using a mixed five-point hedonic scale (1 = I would never buy it; 5 = I would buy it). The analyzed samples were considered accepted when they obtained a mean ≥ 5.0 (equivalent to the hedonic term “I neither liked it nor disliked it”).

An Acceptability Index (AI) was also calculated according to the equation:

$$AI (\%) = A \times 100 / B$$

(Eq. 2)

In which, A = average score obtained for the product and B = maximum score given to the product. An AI with good repercussion was considered $\geq 70\%$ (Dutcosky, 2007; Teixeira, Meinert, & Barbeta, 1987).

The overall preference for the different fish mortadella was also evaluated through the Preference Order test in decreasing order (from the most preferred to the least preferred).

2.6 Statistical analysis

Data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and Tukey test at 5% probability ($p < 0.05$) for comparison of means using the STATISTICA 7.0 program (Statistica, 2005). Principal component analysis (PCA) was performed for the different groups of variables and based on the correlation matrix of these variables in order to provide graphical representation of the significant sensorial attributes.

The results of sensorial preference ordering tests were analyzed according to the Friedman test using the Newell-MacFarlane table (Faria & Yotsuyanagi, 2002).

3 Results and discussion

3.1 Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) MSM quality assessment

The following mean values were found for the MSM: pH 7.17 (± 0.02); normal acidity 2.84% (± 0.28); moisture 69.01% (± 0.25); dry matter 30.99% (± 0.25); ash 1.53% (± 0.06); proteins 16.19% (± 0.09) and lipids 15.43% (± 0.00).

Regarding the pH, similar values in analyzing MSM from fish were reported by Cavenagui-Altemio, Alcade and Fonseca (2013) of 7.10, and Angelini et al. (2013) of 6.9. There is no legal parameter for the pH limit of fish MSM; however, for fresh fish a maximum value of 6.8 is imposed for this parameter (Brasil, 1952). The results of this study are justified

by the fact that fish have a close to neutral pH. In addition, the processing for obtaining MSM disintegrates tissue, which exposes muscle fibers to degrading substances and may facilitate an increase in pH values, according to Pereda et al. (2005).

Moisture, ash and protein values found (69.01%, 1.53% and 16.19%, respectively) were close to those found by Dallabona et al. (2013) (71.0%, 1.22% and 15.37%), by Oliveira Filho, Netto, Ramos, Trindade, & Macedo-Viegas (2010) (74.45%, 1.14% and 12.76%), and by Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho and San'ana (2015) (73.87% and 15.87%) for moisture and protein, respectively.

The values found for lipids (15.43%) were different from those found by Cavenagui-Altemio, Alcade and Fonseca (2013) of 2.53%, Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho and San'ana (2015) of 7.62%, and by Kirschnik and Macedo-Viegas (2009) of 2.91%, justified due to the fact that in the present study, the MSM had the presence of the ventral musculature which contains the highest fat content, around 15% (Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho, & San'ana, 2015).

The results found in this study comply with the parameters determined by the relevant legislation (Brasil, 2000), which recommends a minimum protein content of 12% and a maximum fat content of 30%, confirming that Tilapia MSM is a good protein source, and thus demonstrating its viability for use in protein products of good biological value (Rebouças, Rodrigues, Castro, & Vieira, 2012).

The MSM also presented results in the microbiological analyzes that complied with the relevant legislation (Brasil, 2001) regarding sanitary control. These data support the idea that it is possible for a small processing plant which receives fish from more than one producer and takes advantage of all the waste generated from the filleting process to produce the necessary quality in the processing.

3.2 Evaluation of the technological properties of the fish mortadella

The values obtained from the Emulsion Stability, Shear Force and Texture Profile evaluations are shown in Table 2.

3.2.1 *Emulsion stability*

In this study, the results found for emulsion stability (ES) (97.03; 93.30 and 91.74%) in the different fish mortadella treatments - M1, M2 and M3, respectively, were influenced by the fat content, so that the higher the pork fat concentration added, the lower the ES ($p < 0.05$). It is also important to point out that crude protein values (Table 4) corresponded to percentages that allowed formation of a good emulsion. In evaluating sausages made from MSM and fish surimi, Yousefi and Moosavi-Nasab (2014) concluded that crude protein values of around 19% resulted in products with greater hardness and better gel consistency.

The ES value of the M1 fish mortadella (97.03%) was higher than the results of Carraro, Machado, Espindola, Campagnol and Pollonio (2012), who found an average ES of 93.63% in lean mixed-meat and chicken MSM mortadella.

The findings of this study can be attributed to the balance achieved for the protein concentrations of between 16.54% and 18.09%, and fats between 16.31% and 24.38% (Table 4), which contributed to the formation of a good emulsion.

3.2.2 *Texture profile analysis – TPA*

Herrero et al. (2007) and Lai, Wong and Lii (2000) state that shear force and texture profile analysis (TPA) represent some of the most objective methods. The tests simulate the action of the mandible by compressing the sample between two consecutive cycles. Shear force and instrumental texture profile may vary according to the amount of water, proteins

and fats found in the sample (Cofrades, Guerra, Carballo, Fernández-Martín, & Jiménez Colmenero, 2000; Cengiz & Gokoglu, 2007).

In Table 2 can be observed that the percentage of MSM reduced and pork fat increased. There were also reduction in protein content with decrease in the others parameters evaluated, with the exception of adhesiveness which increased ($p < 0.05$) with the increase in fat concentration. Oliveira Filho, Netto, Ramos, Trindade and Macedo-Viegas (2010) observed an increase in the softness of sausages made with increasing amounts of Nile Tilapia MSM and decreasing amounts of fillet of the same fish, ranging from 0 to 100%, which resulted in a decrease in the amount of protein and an increase in the amount of fat in the formulation. Similarly, it was observed in the present study that the softness improved (considering the decrease in the hardness and shear force) with the increase in fat concentration instead of MSM. These data were already expected, considering that higher amounts of fat are responsible for a reduction in texture parameters, especially when fat increases are followed by a decrease in protein and water contents in the formulations, as observed in the present study (Dincer & Cakli, 2010; Hashemi & Jafarpour, 2016; Kin et al., 2013).

Corroborating with the data found in the present study, Sleder et al. (2015) also found that a reduction in the amount of protein and an increase in the amount of fat were determined to significantly decrease the shear force from 8.4 (N) to 5.92 (N) in sausages without added fat and with 95.5% of Tambaqui meat (*Colossoma macropomum*); and with 9% fat and 86.5% Tambaqui meat, respectively. In evaluating sausages prepared with fish MSM of fish surimi, Yousefi and Moosavi-Nasab (2014) found that those made with MSM presented superior shear force than those prepared with surimi - 1.75 N cm^2 and 1.08 N cm^2 , respectively, and concluded that it is the greater amount of protein present in the MSM rather than its quality that determined the best texture profile for MSM fish sausages.

According to Hedrick, Aberle, Forrest, Ludge and Merkel (1994), meat protein, represented mainly by myofibrillar proteins (actin and myosin), is the main factor responsible for the hardness in emulsified products. Colmonero, Barreto, Mota and Carballo (1995) also confirmed this relationship in their experiments with sausages, verifying that the higher the protein content, the greater the firmness of the final product; a similar characteristic observed with the fish mortadella in this research.

A correlation of the data for the instrumental texture and sensorial texture was observed, so that the increase in the fat content in the formulations corresponded to a reduction in the instrumental texture, which probably contributed to the reduction in the scores attributed to sensorial texture ($p < 0.05$). Nonetheless, all formulations presented mean scores equal to or above 6.0 (Table 7), demonstrating that the fish mortadella was sensorially well-accepted for this parameter; a behavior also similar to that found by Rahman et al. (2007), who observed a correlation between instrumental and sensorial texture in fish sausages.

Adhesiveness generally is high in traditional emulsified meat products (Campos, Gonçalves, Mori, & Gasparetto, 1989). However, the partial or total replacement of meaty matter by MSM and the inclusion of fats contribute to forming products with a softer consistency, as in this study (Table 2). As the fat content increased in the formulations, the formed products had a softer consistency, tending to disintegrate during slicing.

3.2.3 Instrumental color analysis

The parameters L^* (luminosity), a^* (red/green color intensity) and b^* (intensity of yellow/blue color) are shown in Table 3.

Color is correlated with the acceptance of food products (Dincer & Cakli, 2010; Bartolomeu et al., 2014). It was observed that by decreasing the MSM content and increasing

the fat content, the luminosity value (L^*) was increased between samples M1 and M2, as well as between M1 and M3 ($p < 0.05$), confirming the theory of Sánchez-Rodríguez and Santos (2001) that moisture and lipid contents have a considerable influence on L^* values. The L^* results found were below those determined by Moreira et al. (2008), which found an L^* value of 72.28 in a study with sausage formulated with Tilapia filets, and close to those found by Amaral et al. (2015), who also verified that the fat content positively affected luminosity indices in pork sausages as the fat content increased with values between 55 and 63. Guerra et al. (2012) also found that the higher content of fat, the higher the L^* and b^* values, with values between 52.0 and 59.4 (L^*) and 8.6 to 10.5 (b^*) for sheep-meat mortadella prepared with different levels of pork fat ranging from 10 to 30%, respectively. Similarly, differences ($p < 0.05$) were also found in the present study for the b^* parameter when the fish mortadella added with 5% of pork fat was compared with the other formulations; and the fish mortadella with 10 and 15% fat in the formulation presented higher values for yellow color intensity due to the higher fat percentage added to them.

No gradual decrease with the decrease in the amount of added MSM was observed for the a^* values, which indicate red color intensity. This fact is justified by the fact that in addition to the raw fish meat used being lighter, we chose to use isolated soybean protein to improve the acceptance of the fish mortadella, which probably contributed to an increase in the red color between the M1 fish mortadella and the other formulations ($p < 0.05$).

3.3 Evaluation of physical and physical-chemical characteristics of fish mortadella

The physical and physico-chemical parameters of the fish mortadella are shown in Table 4.

The results of Water activity (A_w) obtained for the fish mortadella were equal ($p > 0.05$), corresponding to 0.96 on average and above 0.85, which is the limit for considering

them as foods with high water activity. This characteristic favors the proliferation of microorganisms, indicating the need to keep these products under refrigeration during storage, as well as the adoption of other measures during processing to inhibit microbial proliferation. These results are similar to those established by Fellows (2006) for a cooked cured product (0.95); by Bartolomeu et al. (2014) who determined A_w of 0.98 for a smoked Tilapia mortadella; and to the values reported by Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010) of 0.98 for Tilapia MSM sausage; and also those by Dallabona et al. (2013) corresponding to 0.97-0.98 for Tilapia MSM smoked sausages under different heat treatment conditions and packaging.

The values found regarding pH were 7.11, 7.13 and 7.16 for M1, M2 and M3, respectively, reproducing the results obtained with MSM. Other researchers (Sleder et al., 2015) determined values below those identified in this study, finding mean pH values of 6.6 in Tambaqui sausages (*Colossoma macropomum*); Cavenaghi-Altemio, Alcade and Fonseca (2013) determined mean values of 6.76 in analyzing sausages produced from protein concentrates of Tilapia; and Mélo et al. (2011) found mean values of 6.39 in Tilapia MSM mortadella.

In the present study, the pH values can be justified since the material used was raw, which already has higher values of pH, as well as sodium polyphosphate in the formulation (Mélo et al., 2011) which has a pH between 9.5 and 10.5.

WRC values (57.93%, 58.51% and 58.15% for M1, M2 and M3, respectively) did not present significant differences between the different ($p>0,05$) fish mortadella formulations; however, these results were lower than those reported by Sleder et al. (2013), who identified WRC values ranging between 71.83 and 74.71% in Tambaqui mortadella with different fat percentages; and similar to those found by Mélo et al. (2011), who verified average values between 54 and 67% in fish mortadella produced with MSM and different levels of corn oil

ranging from 0 to 20%. Despite the low WRC values in this study, there was no damage to the structure of the formed emulsion, such as fat coalescence or syneresis, and it did not affect the sensory evaluations, as will be shown later.

Moisture tended to decrease with increasing lipid levels, and consequently decreasing MSM concentrations added to the formulation corresponding to 63.63, 59.58 and 56.73% for M1, M2 and M3, respectively ($p < 0.05$). Superior and/or similar results were found in the literature for different types of emulsified meat products with MSM. For example, Sleder et al. (2015) observed a decrease in moisture values (72.73%, 71.05% and 68.82%) as the fat content in the Tambaqui sausage formulation increased (0%, 4.5% and 9%, respectively). The results found in this study were similar to those of Yousefi et al. (2013), who studied MSM sausages or Tilapia surimi and found moisture values of 65.46 and 67.45%, respectively; and those of Mélo et al. (2011), who analyzed the moisture of Tilapia MSM mortadella and determined decreasing values between 75.90 and 59.38% as the fat percentage varied between 0 to 20%, a similar behavior to that verified in the present investigation.

Despite the variations observed according to the added pork fat content, all formulations prepared in this study remained within the limits of moisture recommended by legislation (BRASIL, 2000), which is 65%. This differs from other studies with other types of emulsified meat products in which the average moisture of their products was above those quantified here, such as Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010), who produced Tilapia MSM sausages and quantified a mean moisture content of 70.75%; and Cavenagui-Altemio et al. (2013), who processed emulsified meat products with concentrated Tilapia protein and found average moisture values of 75.83%.

Increasing pork fat content caused the dry matter content to increase ($p < 0.05$) in all formulations (36.37, 40.42 and 43.27% for M1, M2 and M3, respectively). In addition to the increasing pork fat concentration in the formulations, the quantified values are justified by the

composition of the MSM extracted from the abdominal muscle, which contains considerable adiposity (Bordignon et al., 2010; Oliveira, Lourenço, Sousa, Joele, & Ribeiro, 2015). It is worth mentioning that fish fat is a source of omega-3, a fatty acid beneficial to consumer health (Menegazzo, Petenucci, & Fonseca, 2016; Morais & Magalhães, 2004; Moreira, Visentainer, Souza, & Matsushita, 2001; Nestel, 2000).

The values identified for ash (3.90, 4.31, 3.85% for M1, M2 and M3, respectively) represent the overall mineral content of the formulations, which did not differ ($p>0.05$) between them despite the fat percentage and MSM variations. Similar results were found by Sleder et al. (2015), who found quantities between 3.86 and 4.20% in Tambaqui sausages with different fat contents; by Dallabona et al. (2013), who found values between 3.44% in pasteurized sausage and 3.97% in smoked sausage; and by Oliveira Filho, Netto, Ramos, Trindade and Macedo-Viegas (2010), who obtained similar results (3.40%) in cooked emulsified meat products. These authors attribute the high levels of ash in these products to the addition of ingredients such as salt and additives, as well as the incorporation of bone fragments to the mass.

The fish mortadella composition regarding proteins and fats varied significantly ($p<0.05$) as the amount of MSM decreased and the amount of pork fat increased. Consequently, a concomitant decrease in protein content (18.09%, 17.46% and 16.54%) and increase in lipid content (16.31%, 19.84% and 24.38%) was observed for M1, M2 and M3, respectively. The importance of these nutrients and their equilibrium in forming a good emulsion and maintenance of their shelf life stability is known, in addition to the importance of the amount of proteins for greater firmness of the formed gel (Yousefi et al., 2014). Thus, having a balanced percentage in the amount of proteins and fats is of fundamental importance to ensure obtaining a product with all the desirable characteristics present.

Values close to this were also determined in other studies, of which we can point out: Sleder et al. (2013), who found protein levels between 18.85 and 18.90% in Tambaqui sausages with different fat percentages; Dallabona et al. (2013), who found values between 16.45 and 19.30% and between 14.38 and 17.74% for proteins and fats, respectively, in Tilapia sausages under pasteurization and smoking treatments; and Oliveira Filho, Fávoro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010), who found values between 15.26 to 21.86% for proteins in sausages made with different percentages of Tilapia MSM - 0, 20, 40, 60 80 and 100%.

The fish mortadella formulated in the present study are products of good biological value and with reduced fat content, in addition to being a source of unsaturated fat (Morais & Magalhães, 2004; Oliveira, Lourenço, Sousa, Joele, & Ribeiro, 2015). This is especially true for the M1 formulation, which presented a percentage of 18.09% for proteins and 16.31% for fats (almost half of that recommended by the legislation, which is at most 30%). These results reinforce the relevance of this new product being proposed for the food industry.

In relation to sodium chloride, a statistical difference ($p < 0.05$) between the treatments was observed corresponding to 1.88%, 2.35% and 2.17% for M1, M2 and M3, respectively, probably due to the fact that the processing is semi-industrial and carried out in batches of 500 g each, which may have caused differences in the homogenization pattern of the ingredients.

Calcium levels varying between 0.21 and 0.32% were found, which are well below that recommended by the legislation of a maximum of 0.90% (Brasil, 2000). As expected, it was also observed that calcium values decreased ($p < 0.05$) as MSM was replaced by animal fat in the formulations. This fact is due to the reduction of the Tilapia filleting residues, which contain bone fragments in their composition (calcium source).

Although there are no legal standards limiting the levels of lipid oxidation via peroxide value, values above 1.51 mg of mEq/kg and 3.0 mEq/kg in fish and fish products,

respectively, are classified as unacceptable (Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro, & Viegas, 2010). Thus, it is essential to verify the presence of oxidation in emulsified meat products through an evaluation of the Peroxide Index (mEq/kg), considering that it is possible to have important alterations in the food depending on its presence in the product due to lipid oxidation.

No changes to this parameter were found in this study with results of 0.0 mEq/kg, which shows that all the processing was in accordance with what is recommended by Good Manufacturing Practices (Brasil, 1997), and unlike other studies such as Bartolomeu et al. (2014), who found levels of 0.99 mEq/kg in Tilapia mortadella; Angelini et al. (2013), who quantified a mean of 0.22 mEq/kg in Tilapia quenelles; and Oliveira Filho, Netto, Ramos, Trindade and Macedo-Viegas (2010), who found levels between 0.67 mEq/kg and 1.24 mEq/kg in sausages with percentages of Tilapia MSM ranging from 0 to 100%.

3.4 Microbiological evaluation of MSM and fish mortadella

All evaluated formulations were in accordance with RDC No. 12 of January 2001 - National Health Surveillance Agency (Brasil, 2001), and no viable cells were found for any of the tested microorganisms. These results corroborate with those found by Bartolomeu et al. (2014), who formulated smoked Tilapia MSM mortadella; and those of Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010) and Dallabona et al. (2013), who also elaborated Tilapia MSM mortadella and tested its microbiological quality. These findings affirm the feasibility of producing this type of emulsified meat product.

3.5 Sensorial evaluation

Sensorial acceptance of the evaluated attributes and intention to purchase the fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat are shown in Table 5.

Only the attributes texture and intention to purchase differed ($p>0.05$) among the treatments, with a correlation with instrumental texture (Table 2) according to the replacement of MSM by pork fat, as already reported. A positive correlation between instrumental hardness and fracturability with the sensory texture was observed, although they were higher for the M1 formulation (5% pork fat), with values of 1.87 and 2.03 kg, respectively (Table 2). There was good sensory acceptance for the texture attribute, presenting a higher mean score of 7.3 ($p<0.05$) when compared to the other formulations. These findings were similar to the data found by Rahman, Al-Waili, Guizani and Kasapis (2007), which showed that instrumental hardness was highly correlated with the sensorial hardness of fish sausage.

The sensorial scores for color, odor, flavor and texture were higher than from studies with other emulsified products such as by Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010), who found values ranging from 6.4-4.4, 5.7-6.6, 6.3-6.4 and 6.2-6.3, respectively, in sausages prepared with different percentages of Tilapia MSM; by Cavenaghi-Altemio, Alcade and Fonseca (2013), who processed and evaluated sausages with surimi from guts (T1) or Tilapia MSM (T2) and found the following scores: color (5.9 and 5.8), taste (5.2 and 5.7), texture (6.0 and 6.4) and overall assessment (5.4 and 5.7), respectively. In this study, scores were similar to the results of Bartolomeu et al. (2014), who evaluated smoked Tilapia MSM mortadella and found scores ranging from 7 (I moderately liked it) to 8 (I liked it a lot).

In addition, despite being a new product to the consumers, it was found that their overall acceptance varied between the hedonic terms “I slightly liked it” and “I liked it a lot”, with a mean score ranging from 6.8 (± 1.5) to 7.1 (± 1.4). Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010) found lower results than these for the overall assessment of sausages prepared with increasing percentages of MSM (0 to 100%), with scores ranging from 6.1 to 5.0.

In an emulsion, the lack of balance between the amounts of fat and protein can harm its sensorial evaluation (Yousefi & Moosavi-Nasab, 2014), which was not observed in this study considering that all formulations generally obtained average scores for the sensorial attributes between 6 and 7, with categories in the structured 9-point hedonic scale varying between “I slightly liked it” and “I moderately liked it”; the M1 formulation stood out with scores for the appearance attributes, mortadella flavor, texture and overall assessment between 7 and 8, whose hedonic terms correspond to “I moderately liked it” and “I liked it a lot”.

These scores were reinforced by the comments made by the judges in a space destined for this in the forms, in which 105 out of the 126 tasters made some kind of comment with an emphasis on taste and texture attributes, where about 32.38% and 10.47% reported that the samples presented “pleasant taste” and “pleasant texture”, respectively. The other comments were basically summarized as: “strong and/or smoky flavor” (13.33%), “fishy taste” (7.61%), “pleasant smell” (5.7%), among others.

Other important data relates to the purchase intention, whose attributed scores ranged from the hedonic terms of 3 (“I would perhaps buy it/maybe not buy it”) and 5 (“I would buy it”), with emphasis on the sample prepared with 5% pork fat in its formulation which had a higher mean score ($p < 0.05$) when compared to the other formulations.

Figure 2 shows the acceptability indexes (AI) for the fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat. According to Teixeira, Meinert and Barbetta (1987) and Dutcosky (2007), it is necessary that a product reaches an Acceptability Index of at least 70% in order for it to be considered as accepted in terms of sensorial properties. Thus, it was observed that the Acceptability Index for most of the attributes evaluated in the 3 fish mortadella formulations was above the minimum, with emphasis on the M1 fish mortadella which had 78.13% of acceptability for appearance, 75.93% for color, 75.84% for aroma, 71.69% for mortadella flavor, 79.81% for texture and 74.96% for overall assessment.

Corroborating the findings of this study, Sleder et al. (2015) verified that the best acceptance rates achieved in a study with Tambaqui meat sausages were for those with lower pork fat content (9%), with mean acceptance rates of 80% for all the tested parameters. Mélo et al. (2011) also found expressive acceptance levels (78.43%) for the overall assessment attribute in fish mortadella prepared with corn oil and wheat fiber.

The intent to purchase test indicated a tendency of purchasing fish mortadella with 5% pork fat by a large proportion of the judges who participated in the sensory evaluations (73.02%), as shown in Figure 2. Results similar to this were observed by Mélo et al. (2011), who reported an intent to purchase of 78.43% for mortadella prepared with MSM, corn oil and wheat fiber. On the other hand, lower results for acceptability were verified by Sleder et al. (2015), who found that 61% of judges demonstrated purchase intent for the formulation with a fat content of 9%; and by Cavenagui-Altemio, Alcade and Fonseca (2013), who identified 50% purchase intention for the surimi formulations of Tilapia MSM. The data obtained in this study indicate that there is room in the market for the product when it is available, increasing the supply of nutritious and healthier products.

The principal component analysis of the evaluated attributes in the sensorial acceptance analysis of the fish mortadella was important to verify the sensorial attributes that most contributed to differentiating the three formulations, and which is shown in Figure 3.

In the PCA, the first main component contributed to 57.26% of the total variance and the second with 13.74%, representing the first two factorial axes (71%) in the total variance. If the first two or three components in a PCA accumulate a relatively high percentage of the total variance (generally above 70%), they will satisfactorily explain the variability manifested among the evaluated samples (Mardia et al., 1979), and corroborating the data found in the present study.

For the Principal Component 2, Color and Appearance were the attributes that most contributed to the group separation, as can be seen in Table 6. Thus, for the target audience in question who analyzed the fish mortadella formulations under study, the most important quality to differentiate them from one another were these sensorial attributes, with particularly little influence by the fish taste and mortadella flavor attributes.

The Preference Order test allowed us to determine which product is most preferred by a particular target audience through indications of the judges, ordering samples from the “most preferred” to “least preferred” (Della Lucia, Minim, & Carneiro, 2010). The results obtained in relation to the Preference Order are shown in Table 7.

According to the statistical analysis, a difference ($p < 0.05$) was observed between the M1 samples and the other formulations, in which the sample with 5% pork fat in its constitution was more preferred, most probably due to the texture attribute since it also presented a higher score ($p < 0.05$) on the sensorial acceptance test, also justifying its higher purchase intent.

When judges were asked which sensory characteristics they enjoyed the most in their preferred sample (M1), the majority of the answers were the flavor, the texture and the aroma. These attributes were similarly mentioned as characteristics that were not appreciated in the less preferred samples (M2 and M3).

These results are important for research, since one of the objectives of this step was to verify the best fat concentration which could influence the preference and acceptance of the judges, and then from those results use the formulation with the best results for future shelf-life studies of fish mortadella. In addition and as previously reported, we suggest that the production of this product can represent a viable technological alternative for the use of tilapia processing waste.

4. Conclusion

The development of this study proved that technological processing of an emulsified meat product from fish capture to its consumption is feasible from the logistic, sanitary, and technological points of view, among others. The use of MSM did not depreciate the quality of the final product. The analyzes carried out generally show an adequate product produced following current Brazilian legislation and specialized literature regarding the technological, physical, physico-chemical and sensorial parameters and indicating that all processing was conducted under adequate hygienic-sanitary conditions. Therefore, the subsequent marketing viability and competitive insertion of a new product into the market in order to increase the range of emulsified meat products processed by both small producers and large industries is feasible.

In general, it can be affirmed that the different fish mortadella formulations had a good acceptability, with emphasis on the fish mortadella with 5% of pork fat which, in addition to exceeding the minimum limits predicted to be considered approved by the consumer public, also presented excellent results for technological, physical parameters and nutritional value.

Therefore, future studies should be conducted to evaluate new ways of using tilapia processing waste so that it can contribute to generating income among groups that work with tilapia farming, and to improve the economy with investment in industries that are specialized in this type of food product.

5. Acknowledgements

The authors would like to thank the Coordination for Improvement of Higher Education Personnel (CAPES, Brazil) for the financial support and scholarship granted to the first author.

6. Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- Abularach, M. L. S., Rocha, C. E., & Felício, P. E. (1998). Characteristics of quality of the contrafilé (m. *L. dorsi*) of young bulls of the Nelore race. *Food Science and Technology*, 18, 205-210.
- Amaral, D. S., Cardelle-Cobas, A., Nascimento, B. M. S., Monteiro, M. J., Madruga, M. S., & Pintado, M. M. E. (2015). Development of a low fat fresh pork sausage based on Chitosan with health claims: impact on the quality, functionality and shelf-life. *Food & Functional*, 6, 2768-2778.
- Andrés, S. C., García, M. E., Zaritzky, N. E., & Califano, A. N. (2006). Storage stability of low-fat chicken sausages. *Journal of Food Engineering*, 72, 311-319.
- Angelini, M. F. G., Savay-da-Silva, L. K., & Oetterer, M. (2012). Minced e Surimi de Tilápia congelados atraem consumidor. *Visão Agrícola*, 11, 118-119 (in Portuguese).
- Angelini, M. F. C., Galvão, J. A., Vieira, A. M., Savay-da-Silva, L. K., Shirahigue, L. D., Cabral, I. S. R., ... Oetterer, M. (2013). Shelf life and sensory assessment of tilapia quenelle during frozen storage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48, 1080-1087.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (2012). *Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists*. (19th ed.). Association of Official Agricultural Chemists., Washigton, DC.

APHA. American Public Health Association. (2001). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. (4th ed.). American Public Health Association., Washington, DC.

Bartolomeu, D. A. F. S., Waszczynskyj, N., Kirschnik, P. G., Dallabona, B. R., Costa, F. J. O. G., & Leivas, C. L. (2014). Storage of vacuum-packaged smoked bologna sausage prepared from Nile tilapia. *Acta Scientiarum Technology*, 36, 561-567.

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, 109-116.

Bourne, M. (1982). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. (2th ed.). New York: Academic Press.

Brabo, M. F., Pereira, L. F. S., Santana, J. V. M., Campelo, D. A. V., & Veras, G. C. (2016). Current scenario of fish production in the world, Brazil and Pará State: emphasis on aquaculture. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 4, 50-58.

Brasil. Presidência da República. Federal Decree No. 30.691 of 1952: Regulation of the industrial and sanitary inspection of products of animal origin. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Ordinance No. 368 of 1997: Technical regulation on the hygienic-sanitary conditions and of good practices of elaboration for establishments/industrializadores of foods. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Normative Instruction No. 20 of 1999: Officializes official analytical methods for the control of meat products and their ingredients - salt and brine - DAS. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Normative Instruction No. 4 of 2000: Approves the Technical Regulations on the Identity and Quality of Mechanically Separated Meat, Mortadella, Sausage and Sausage. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Collegiate Board Resolution No. 12 of 2001. Approves the technical regulation on microbiological standards for food. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Campos, S. D. S., Gonçalves, J., Mori, E., & Gasparetto, C. (1989). *Rheology and texture in food*. Campinas: ITAL (in Portuguese).

Carraro, C. I., Machado, R., Espindola, V., Campagnol, P. C. B., & Pollonio, M. A. R. (2012). The effect of sodium reduction and the use of herbs and spices on the quality and safety of bologna sausage. *Food Science and Technology*, 32, 289-295.

Cavenagui-Altemio, A. D., Alcade, L. B., & Fonseca, G. G. (2013). Low-fat frankfurters from protein concentrates of tilapia viscera and mechanically separated tilapia meat. *Food Science & Nutrition*, 1, 445-451.

Cengiz, E., & Gokoglu, N. (2007). Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of Frankfurter-type sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 336-372.

Cofrades, S., Guerra, M. A., Carballo, J., Fernández-Martín, F., & Jiménez Colmenero, F. (2000). Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *Journal of Food Science*, 65, 281-287.

Colmonero, F. J., Barreto, G., Mota, N., & Carballo, J. (1995). Influence of protein and fat content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of bologna sausage. *Food Science and Technology*, 28, 481-487.

Commission Internationale de l'Éclairage [CIE]. (1986). *Colourimetry*. (2th. ed.). CIE Publication: Vienna, Austria.

Dallabona, B. R., Karam, L. B., Wagner, R., Bartolomeu, D. A. F. S., Mikos, J. D., Francisco, J. G. P., ... Kirschnik, P. G. (2013). Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 835-843.

Della Lucia, S. M. D., Minim, V. P. R., & Carneiro, J. D. S. (2010). Food Sensory Analysis. In MINIM, V. P. R. (Eds.), *Sensory analysis: studies with consumers*. (2th. ed. rev. and ampl.). (pp. 13-49). Viçosa: Ed. UFV (in Portuguese).

Dincer, T., & Cakli, S. (2010). Textural and sensory properties of fish sausage from rainbow trout. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19, 238-248.

Dutcosky, S. D. (2007). *Sensory analysis of food*. (2th. ed.) Curitiba: DA Champagnat.

FAOSTAT. (2017). Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Anuario - Estadísticas de pesca y acuicultura Tablas resumen. *Hojas de balance de alimentos 2013. Consumo aparente mundial por continentes*. Retrieved from: <http://www.fao.org/fishery/statistics/es>. Access in: 23 out 2017.

Faria, E. V., & Yotsuyanagi, K. (2002). *Sensory Analysis Techniques*. Campinas: ITAL/LAFISE (in Portuguese).

Fellows, P. J. (2006). *Food Processing Technology: principles and practice*. (2th. ed.). Porto Alegre: Artmed (in Portuguese).

Fernandes, C. E., Vasconcelos, M. A. S., Ribeiro, M. A., Sarubbo, L. A., Andrade, S. A. C., & Melo Filho, A. V. (2014). Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. *Food Chemistry*, 160, 67-71.

Fogaça, F. H. S., Otani, F. S., Portella, C. G., Santos-Filho, L. G. A., & San'ana, L. S. (2015). Characterization of surimi from mechanically deboned tilapia meat and *fishburger* preparation. *Semina: Ciências Agrárias*, 36, 765-776 (in Portuguese).

Folch, J., Less, M., & Stanley, S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.

Grau, R., & Hamm, R. (1953). Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. *Naturwissenschaften*, 40, 29-30.

Guerra, I. C. D., Meireles, B. R. L. A., Félex, S. S. S., Conceição, M. L., Souza, E. L., ... Madruga, M. S. (2012). Spent lamb meat in the preparation of mortadella with different levels of pork fat. *Ciência Rural*, 42, 2288-2294 (in Portuguese).

Hashemi, A., & Jafarpour, A. (2016). Rheological and microstructural properties of beef sausage bater formulated with fish fillet mince. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 601-610.

Hedrick, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Ludge, M. D., & Merkel, R. A. (1994). *Principles of Meat Science*. (3th. ed.). Dubuque: Kenda/Hunt.

- Herrero, A. M., Ordóñez, J. A., Avila, R., Herranz, B., Hoz, L., & Cambero, M. I. (2007). Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77, 331-338.
- Kin, S., Morrison, R., Tolentino, A. C., Pham, A. J., Smith, B. S., Kim, T., ... Schilling, M. W. (2013). Sensory and physicochemical properties of smoked catfish sausages. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22, 496-507.
- Kirschnik, P. G., & Macedo-Viegas, E. M. (2009). Effect of washing and increase of additives on minced stability of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during storage under -18°C . *Food Science and Technology*, 29, 200-206.
- Lai, V. M. F., Wong, P. A. L., & Lii, C. Y. (2000). Effects of cation properties on sol-gel transition and gel properties of kappa carrageenan. *Journal of Food Science*, 65, 1332-1337.
- Lin, K. W., & Chao, J. Y. (2001). Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. *Meat Science*, 59, 343-351.
- Liu, Y., Ma, D. H., Wang, X. C., Liu, L. P., Fan, Y. P., & Cao, J. X. (2015). Prediction of chemical composition and geographical origin traceability of Chinese export tilapia fillets products by near infrared reflectance spectroscopy. *LWT - Food Science and Technology*, 60, 1214-1218.
- Lopes, I. G., Oliveira, R. G., & Ramos, F. M. (2015). Profile of fish consumption by the Brazilian population. *Amazonian Biota*, 6, 62-65.

Mardia, L. V., Keni, J. T., & Bibby, J. M. (1979). *Multivariate analysis*. London: Academic Press.

Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*. London: CRP Press, Inc.

Mélo, H. M. G., Moreira, R. T., Dálmas, P. S., Maciel, M. I. S., Barbosa, J. M., & Mendes, E. S. (2011). Feasibility of using mechanically deboned meat (MDM) of Nile Tilapia to produce an emulsified type of sausage. *ARS Veterinaria*, 27, 22-29.

Menegazzo, L. M., Petenucci, M. E., & Fonseca, G. G. (2016). Quality assessment of Nile tilapia and hybrid sorubim oils during low temperature storage. *Food Bioscience*, 16, 1-4.

Morais, S. M., & Magalhães, E. F. (2004). Fatty acid profile and cholesterol content of chicken and quail eggs and tilapia meat from Northeastern Brazil. *Ciência Animal*, 14, 21-27 (in Portuguese).

Moreira, A. B., Visentainer, J. V., Souza, N. E., & Matsushita, M. (2001). Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon Freshwater Fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14, 565-574.

Moreira, R. T.; Lemos, A. L. S. C.; Harada, M. M.; Cipolli, K.; Mendes, E. S.; Guimarães, J. L.; Cristianini, M (2008). Development and acceptance of emulsified sausage type "mortadella" made with Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Revista Higiene Alimentar*, 22, 47-53 (in Portuguese).

- Nestel, P. (2000). Fish oil and cardiovascular disease: lipids and arterial function. *American Journal Clinical Nutrition*, 71, 228-231.
- Oliveira, I. S., Lourenço, L. F. H., Sousa, C. L., Joele, M. R. S. P., & Ribeiro, S. C. A. (2015). Composition of MSM from Brazilian catfish and technological properties of fish flour. *Food Control*, 50, 38-44.
- Oliveira Filho, P. R. C., Fávaro-Trindade, C. S., Trindade, M. A., Balieiro, J. C. C., & Viegas, E. M. M. (2010). Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submitted to cold storage. *Scientia Agricola*, 67, 183-190.
- Oliveira Filho, P. R. C., Netto, F. M., Ramos, K. K., Trindade, M. A., & Macedo-Viegas, E. M. (2010). Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53, 1383-1391.
- Olopade, O. A., Taiwo, I. O., Lamidi, A. A., & Awonaike, O. A. (2016). Proximate composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and Tilapia Hybrid (Red Tilapia) from Oyan Lake, Nigeria. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 73, 19-23.
- Parks, L. L., & Carpenter, J. A. (1987). Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems. *Journal of Food Science*, 52, 271-274.

Pereda, J. A. O., Rodriguez, M. I. C., Álvarez, L. F., Sanz, M. L. G., Minguillón, G. D. G. F., ... Cortecero, M. D. S. (2005). *Food Technology of Animal Origin*. Porto alegre: Artmed (in Portuguese).

Rahman, M. S., Al-Waili, H., Guizani, N., & KASAPIS, S. (2007). Instrumental-sensory evaluation of texture for fish sausage and its storage stability. *Fisheries Science*, 73, 1166-1176.

Rebouças, M. C., Rodrigues, M. C. P., Castro, R. J. S., & Vieira, J. M. M. (2012). Characterization of fish protein concentrate obtained From the Nile tilapia flleting residues. *Semina: Ciências Agrárias*, 33, 697-704 (in Portuguese).

Sánchez-Rodrigues, M. E.; Santos, A. B. (2001). Parâmetros de color de jamón ibérico de bellota Guijuello al final del período de maduración. *Alimentaria*, 1, 33-39.

Sleder, F., Cardoso, D. A., Savay-da-Silva, L. K., Abreu, J. S., Oliveira, A. C. S., & Almeida Filho, E. S. (2015). Development and characterization of a tambaqui sausage. *Ciência e Agrotecnologia*, 39, 604-612.

STATÍSTICA. (2005). *Statística 7.0*, EUA Software. Tucksa: StatSof.

Stone, H., & Sidel, J. L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*. (2th. ed.). London: Academic Press Incorporated.

Teixeira, E., Meinert, E., & Barbetta, P. A. (1987). *Sensory analysis of food*. Florianópolis: UFSC (in Portuguese).

Yousefi, A., & Moosavi-Nasab, M. (2014). Textural and chemical attributes of minced fish sausages produced from Talang Queenfish (*Scomberoides commersonnianus*) minced and surimi. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12, 228-241.

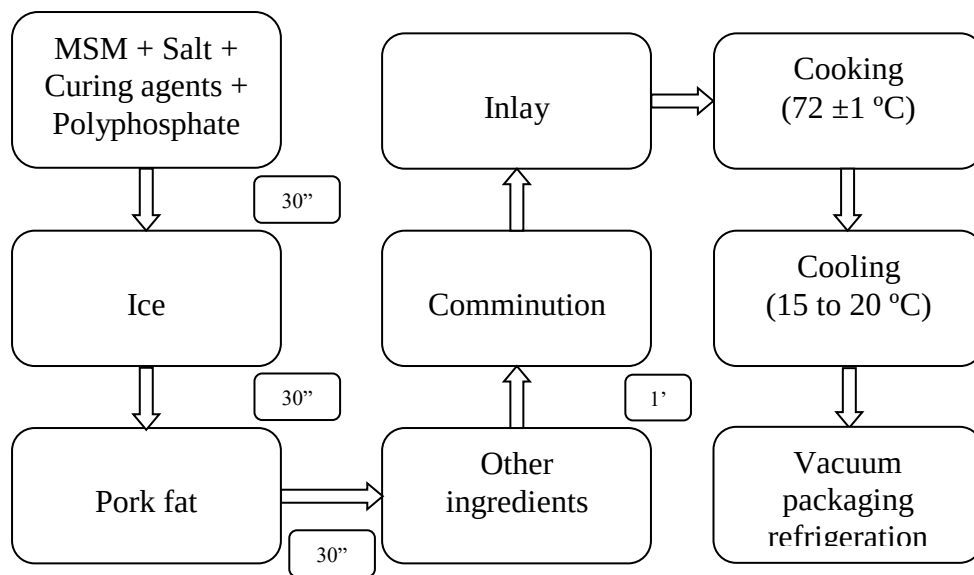
Zotos, A., & Vouzanidou, M. (2012). Seasonal Changes in composition, fatty acid, cholesterol and mineral content of six highly commercial fish species of Greece. *Food Science and Technology International*, 18, 1-11.

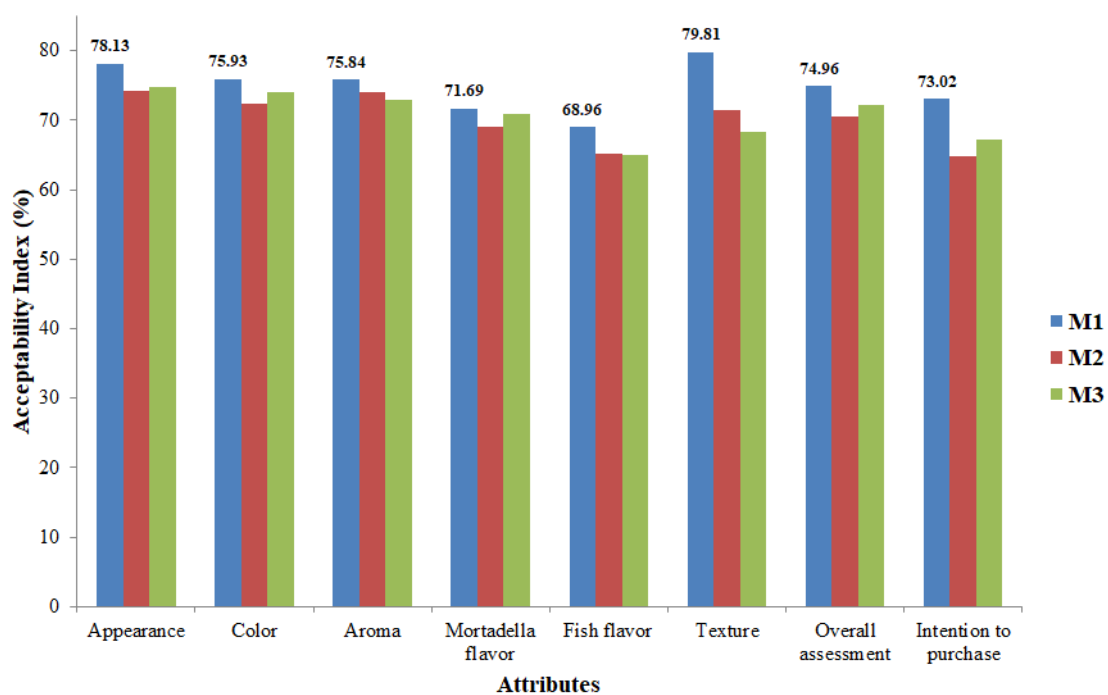
Fig. 1. Flowchart for preparing the fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

Fig. 2. Acceptability index of the sensorial attributes of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

Subtitle (Fig. 2): M1 - Fish mortadella with 5% pork fat; M2 - Fish mortadella with 10% pork fat; M3 - Fish mortadella with 15% pork fat.

Fig. 3. Projection of the ACP of the attributes in the sensorial analysis of samples of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

**Fig. 1.**

**Fig. 2.**

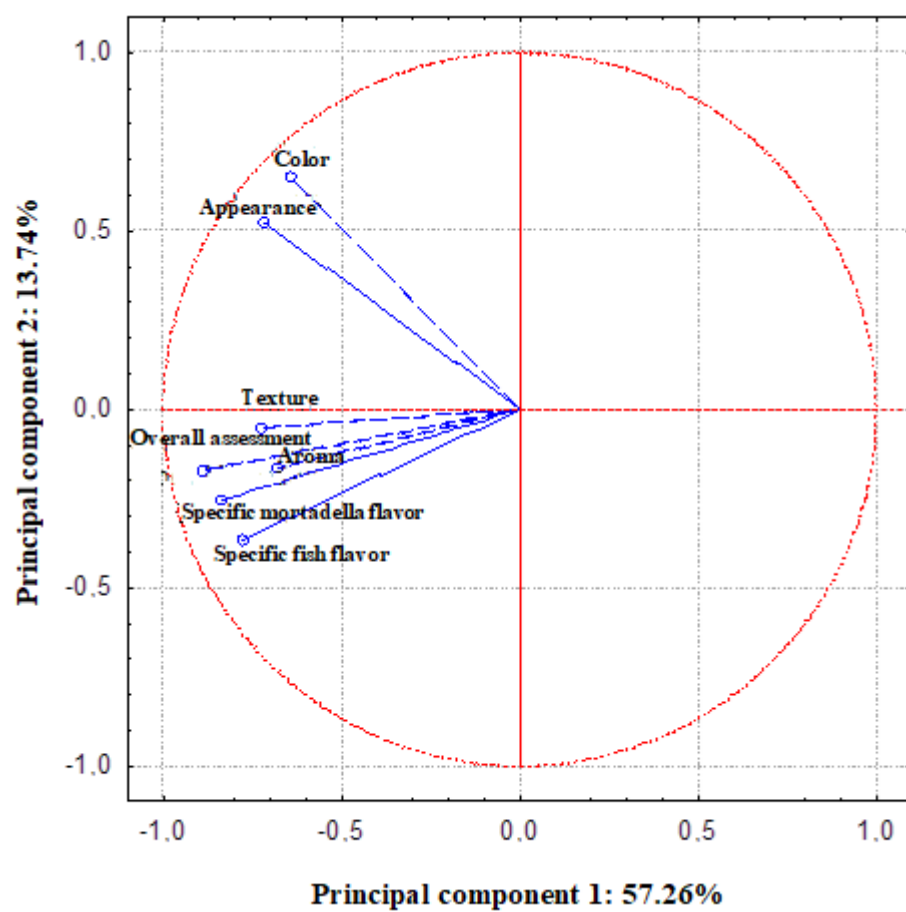
**Fig. 3.**

Table 1

Formulations for emulsified fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

Ingredients	Quantities in percentages and grams					
	Formulation in %			Formulation in grams		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
MSM	89	84	79	445	420	395
Pork lard	5	10	15	25	50	75
ISP	6	6	6	30	30	30
TOTAL	100	100	100	500	500	500

MSM – Mechanically Separated Meat; ISP – Isolated Soybean Protein.

Table 2

Mean values obtained in the emulsion stability, shear force and texture profile (TPA) analyses of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

Technological parameters	Mortadella		
	M1	M2	M3
Emulsion stability (%)	97.03 ±0.00 ^a	93.30 ±0.00 ^b	91.74 ±0.00 ^c
Shear force (N)	3.73 ±0.01 ^a	2.47 ±0.02 ^b	1.25 ±0.02 ^c
Texture profile (TPA)			
Hardness (Kg)	1.87 ±0.06 ^a	1.20 ±0.04 ^b	0.82 ±0.01 ^c
Springiness (mm)	0.80 ±0.03 ^a	0.67 ±0.04 ^b	0.49 ±0.08 ^c
Cohesiveness (Kg)	0.53 ±0.01 ^a	0.47 ±0.01 ^b	0.35 ±0.02 ^c
Chewiness (g.mm)	0.81 ±0.08 ^a	0.41 ±0.03 ^b	0.22 ±0.02 ^c
Fracturability (Kg)	2.03 ±0.02 ^a	0.94 ±0.03 ^b	0.61 ±0.04 ^c
Gumminess (Kg)	1.01 ±0.06 ^a	0.58 ±0.08 ^b	0.37 ±0.06 ^c
Resilience (Kg)	0.35 ±0.07 ^a	0.21 ±0.01 ^b	0.11 ±0.05 ^c
Adhesiveness (Kg.s)	-0.78 ±0.06 ^c	-0.34 ±0.07 ^b	-0.12 ±0.08 ^a

Means ± standard deviation with different letters on the same line differed by Tukey's test ($p < 0.05$). M1 - Fish mortadella with 5% pork fat; M2 - Fish mortadella with 10% pork fat; M3 - Fish mortadella with 15% pork fat.

Table 3

Mean values obtained in the instrumental color analyse of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

Instrumental Color	Mortadella		
	M1	M2	M3
L*	62.44 ±0.26 ^b	65.21 ±0.13 ^a	65.31 ±0.09 ^a
a*	9.57 ±0.25 ^b	10.23 ±0.17 ^a	10.76 ±0.31 ^a
b*	10.76 ±0.06 ^b	11.21 ±0.16 ^a	11.35 ±0.05 ^a

Means ± standard deviation with different letters on the same line differed by Tukey's test (p<0.05). M1 - Fish mortadella with 5% pork fat; M2 - Fish mortadella with 10% pork fat; M3 - Fish mortadella with 15% pork fat.

Table 4

Mean values obtained in the physical and physicochemical analyzes of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

Variable	Mortadella		
	M1	M2	M3
Aw*	0.96 ±0.00	0.96 ±0.00	0.96 ±0.00
pH	7.11 ±0.00	7.13 ±0.01	7.16 ±0.05
WRC** (%)	57.93 ±2.21	58.51 ±3.11	58.15 ±2.79
Normal acidity (%)	4.12 ±0.14	3.80 ±0.01	3.68 ±0.13
Moisture (%)	63.63 ±0.01 ^a	59.58 ±0.05 ^b	56.73 ±0.05 ^c
Dry matter (%)	36.37 ±0.01 ^c	40.42 ±0.05 ^b	43.27 ±0.05 ^a
Ashes (%)	3.90 ±0.20	4.31 ±0.15	3.85 ±0.46
Proteins (%)	18.09 ±0.01 ^a	17.46 ±0.02 ^b	16.54 ±0.03 ^c
Lipids (%)	16.31 ±0.00 ^c	19.84 ±0.05 ^b	24.38 ±0.02 ^a
Sodium chloride (%)	1.88 ±0.03 ^c	2.35 ±0.02 ^a	2.17 ±0.00 ^b
Calcium (%)	0.32 ±0.00 ^a	0.28 ±0.00 ^b	0.21 ±0.00 ^c

Means ± standard deviation with different letters on the same line differed by Tukey's test (p<0.05). M1 - Fish mortadella with 5% pork fat; M2 - Fish mortadella with 10% pork fat; M3 - Fish mortadella with 15% pork fat. *

Aw - Water Activity; **WRC – Water Retention Capacity.

Table 5

Mean scores of the sensory acceptance and purchase intention tests performed with of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

Attributes	Mortadella		
	M1	M2	M3
Appearance	7.0 ±1.5	6.7 ±1.6	6.7 ±1.6
Color	6.8 ±1.6	6.5 ±1.7	6.7 ±1.8
Aroma	6.8 ±1.8	6.7 ±1.7	6.6 ±1.7
Specific mortadella flavor	7.0 ±1.5	6.8 ±1.5	6.9 ±1.5
Specific fish flavor	6.8 ±1.4	6.7 ±1.4	6.5 ±1.5
Texture	7.3 ±1.4 ^a	6.6 ±1.7 ^b	6.0 ±1.1 ^c
Overall assessment	7.1 ±1.4	6.8 ±1.5	6.9 ±1.5
Intention to purchase	3.9 ±1.1 ^a	3.2 ±1.3 ^b	3.0 ±1.0 ^c

Means ± standard deviation with different letters on the same line differed by Tukey's test ($p < 0.05$). M1 - Fish mortadella with 5% pork fat; M2 - Fish mortadella with 10% pork fat; M3 - Fish mortadella with 15% pork fat.

Table 6

Contribution to the formation of the principal component of the attributes evaluated in the sensorial analysis of mortadella samples.

Analyzed Attributes	Principal Components	
	1	2
Appearance	-0.716321418	0.525993164
Color	-0.646015058	0.653195484
Aroma	-0.680966125	-0.166797201
Specific mortadella flavor	-0.836293394	-0.255792178
Specific fish flavor	-0.776311232	-0.366393328
Texture	-0.722781875	-0.0518572527
Overall assessment	-0.888551478	-0.168067918

Table 7

Distribution of grades according to the ordination of general preference by the judges (n = 126) in the sensorial analysis of fish mortadella with different concentrations of Tilapia MSM and pork fat.

Mortadella	Number of Judges per Order*			Sum of orders**
	1	2	3	
M1 (5% of swine fat)	34	33	59	277 ^a
M2 (10% of swine fat)	55	44	27	224 ^b
M3 (15% of swine fat)	57	44	25	220 ^b

* 1 = least preferred, 3 = most preferred.

** Sum of the orders of each sample = (1 x number of judges) + (2 x number of judges + (3 x n° judges). a, b - lower case letters indicate the significant differences between of the mortadellas (p<0.05) by the Friedman test.

APÊNDICE G – Artigo submetido ao periódico Innovative Food Science & Emerging Technologies (ISSN 1466-8564).

**DEVELOPMENT OF MORTADELLA FROM MECHANICALLY SEPARATED
MEAT OF NILE TILAPIA (*Oreochromus niloticus*) WITH LOW FAT CONTENT:
impact on the quality and shelf life**

Heloísa Maria Ângelo Jerônimo^a, Aryane Ribeiro da Silva^b, Ricácia de Sousa Silva^b, Juliana
Késsia Barbosa Soares^b, Vanessa Bordin Viera^b, Jerônimo Galdino dos Santos^c, Carlos
Eduardo Vasconcelos de Oliveira^d, Maria Elieidy Gomes de Oliveira^{e*}, Tânia Lúcia
Montenegro Stamford^a

^a Post-Graduate Program in Nutrition, Department of Nutrition, Health Sciences Center, Federal University of Pernambuco, 50670-901, Recife, Pernambuco, Brazil

^b Laboratory of Food Technology and Analysis, Education and Health Center, Federal University of Campina Grande, 58.175-000, Cuité, Paraíba, Brazil

^c Laboratory of Microbiology, Department of Agroindustrial Management and Technology, Human, Social and Agrarian Sciences Center, Federal University of Paraíba, 58.220-000, Bananeiras, Paraíba, Brazil

^d Laboratory of Bromatology, Department of Nutrition, Health Sciences Center, Federal University of Paraíba, 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brazil

^e Post-Graduate Program in Nutrition, Department of Nutrition, Health Sciences Center, Federal University of Paraíba, 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brazil

*Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail:

elieidynutri@yahoo.com.br (M.E.G. Oliveira); Tel.: +55 83 3216 7826; Fax: +55 83 3216 7094.

Abstract

The objective of this study was to prepare and evaluate the technological, nutritional, microbiological and sensorial characteristics of a mortadella-type emulsified products with low fat content produced with MSM of Nile Tilapia over 90 days under refrigeration. Two mortadella formulations were prepared: M1 without the addition of fat and M2 with 5% refined pork fat. It was observed that the product with low fat content met the expected legal and technological requirements, being able to be inserted into the market with an expiration date extended for up to 90 days while maintaining its nutritional, sensory and microbiological characteristics, in addition to presenting low cholesterol levels and excellent fatty acid profile. This proposal seeks to expand the supply of healthier fish products by the specialized food industry, increasing its consumption and minimizing damage by environmental pollution resulting from the disposal of this by-product by fish processing industries.

Keywords: MSM; mortadella, storage stability; nutritional aspects; fatty acid profile.

1. Introduction

Fishing and fish farming production are the fastest growing activities in the world among all animal production sectors. In addition, fish is an important source of food, nutrition, income and means of subsistence for several people (FAO, 2017). Thus, there has been an increase in the worldwide demand for the production of this product, which has increased in the last decades due to population growth and the search by consumers for healthier foods (FAO, 2014, Godfray et al., 2010; Kobayashi et al., 2015; Pieniak, Vanhonacker, & Verbeke, 2013). Projections indicate that fish will contribute significantly to the food and nutritional security of a global population of about 9.7 billion by 2050 (FAO, 2017).

Fish are a highly beneficial food to human nutrition as they are a source of vitamins and minerals, and contain a high proportion of long chain polyunsaturated fatty acids and all essential amino acids for humans (Angelini et al., 2013; Fernandes et al., 2014; Sleder et al., 2015; Zotos & Vouzanidou, 2012).

The Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) can be highlighted as being among the most cultivated species in the world. It has high productivity, good adaptation to diverse environments, good acceptance in the consumer market, reduced fat content and excellent fillet yield (Liu et al., 2015; Olopade, Taiwo, Lamidi, & Awonaike, 2016; FAO, 2017). Its cultivation has grown every year, reaching the value of 728.227 tons in 2014, behind only the production of carp (FAO, 2017).

However, as production increases, there are great losses in oil and fish meat from the filleting process, which can reach up to 70% of the fish weight *in natura*. This generated waste is treated as by-products and is mainly put into the production of flour for feeding fish, pigs and poultry, or simply disposed of into the environment (Carlucci et al., 2015; Vendramini, 2015; Haal & Amberg, 2013; Yan & Chen, 2015). It should be noted that better use of raw materials in using the waste generated from the filleting process and/or less commercially valued species, in addition to increasing the population supply of more nutritious foods can contribute to increasing the sustainability of the fishing industry, thus preserving the environment and natural resources, minimizing pollution and water consumption, and also improving the sector's productivity (Jayathilakan, Sultana, & Radhakrishna, 2012; Martín-Sánchez, Navarro, Pérez-Álvarez, & Kuri, 2009; Ravindran & Jaiswal, 2016).

In this sense, several studies have been conducted with Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its by-products (waste or discarded meat), mainly seeking to increase its consumption and maximize its utilization (Bartolomeu et al., 2014; Cavenagui-Altemio,

Alcade, & Fonseca, 2013; Cortez Netto, Oliveira Filho, Lapa-Guimarães, & Viegas, 2014; Surasani, 2016; Palmeira, Mársico, Monteiro, Lemos, & Conte Júnior, 2015). Among the generated co-products is Mechanically Separated Meat (MSM), which due to its versatile raw material characteristics is suitable for developing new products such as cured meats (hot-dogs, sausages or mortadella), nuggets, surimi, fishburgers, etc., all with significant added value (Angelini, Savay-da-Silva, & Oetterer, 2012; Bordignon et al., 2010; Hashemi & Jafarpour, 2016; Lago et al., 2017; Mélo et al., 2011; Mello et al., 2012; Oliveira Filho, Viegas, Kamimura, & Trindade, 2012). It also stands out for having good unsaturated fat content which can reduce the addition of animal fat without causing sensorial changes to the texture, flavor or consistency of the elaborated products (Bessa et al., 2016; Mélo et al., 2011; Bartolomeu et al., 2014; Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho, & San'ana, 2015).

Considering the above, the objective of this study was to evaluate the effect of reducing pork fat on the technological, nutritional, microbiological and sensorial characteristics of a mortadella-type cured meat produced with MSM of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during storage.

2. Material and Methods

2.1 Experimental Design

A completely randomized design was applied for evaluating the effect of pork fat content on the characteristics of Tilapia MSM mortadella, considering two variables: MSM and refined pork fat, with three processing replicates. Two mortadella formulations were prepared: M1 with 94% MSM and without the addition of pork fat; and M2 with 89% MSM and 5% pork fat, both added with 6% soy isolated protein (SIP). After preparation, the two mortadella formulations were subjected to technological, physical, physicochemical,

microbiological and sensorial analyzes in triplicate in order to obtain information on the stability of its quality throughout 90 days of refrigerated storage under refrigeration (4 ± 1 °C).

2.2 Preparation of mortadella with different concentrations of pork fat

The processing of mortadella obtained from MSM (pH $7.17 (\pm 0.02)$, acidity $2.84\% (\pm 0.28)$, moisture $69.01\% (\pm 0.25)$, dry matter $30.99\% (\pm 0.25)$, ashes $1.53\% (\pm 0.06)$, proteins $16.19\% (\pm 0.09)$ and lipids $15.43\% (\pm 0.00)$), was according to Bartolomeu et al. (2014) and by Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010), differentiating the content of MSM and pork fat. The other ingredients used in preparing the fish mortadella were added in the same proportions to all treatments: ice/cold water - 10%, Polyphosphate - 0.35%, curing salts - 0.3%, antioxidant - 0.75%, starch - 5%, mortadella seasoning - 0.8%, flavor enhancement - 0.2%, black pepper - 0.1%, garlic powder - 0.3%, smoke aroma - 0.6%, and salt - 1.5%.

The raw materials were weighed and processed, being combined with a cutter (METVISA[®], CUT 2.5 L, 1/3 HP motor). Comminution began with the MSM, salt, curing agents and polyphosphate for thirty seconds. Ice water, pork fat, and other ingredients were added at thirty-second intervals until the formation of a paste (similar to a pâté), at a controlled temperature with a skewer thermometer (INCOTERM[®] Digital thermometer) with a maximum temperature of 12 °C at the end of comminution.

The obtained pâté was packed into artificial shrinkable casings using a manual stuffer (METVISA[®], EL.10). The fish mortadella was cooked in moist heat until reaching the internal temperature of 72 ± 1 °C, monitored with the aid of a thermometer equipped with a thermocouple (FRANCE[®], Digital Cooking Thermometer). After the cooking was finished, the mortadella was submitted to thermal shock by immersing it into ice water for 15 minutes

until reaching temperatures between 15 to 20 °C, and then vacuum packed and stored for 90 days at a temperature of $(4 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C})$.

2.3 Quality assessment of the prepared fish mortadella

Quality assessment analyzes of the fish mortadella included technological, physical, physico-chemical, microbiological and sensorial analyzes which were performed in triplicate in the times 0, 30, 60 and 90 days of refrigerated storage $(4 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C})$, according to the methodologies described below.

2.3.1 *Evaluation of technological properties*

2.3.1.1 *Emulsion stability - ES*

Emulsion stability was performed according to the method described by Parks and Carpenter (1987). Emulsion stability values were obtained by calculating the weight loss and its percentage using the following formula:

$$\boxed{\% \text{ Emulsion stability} = 100 - \% \text{ loss}} \quad (\text{Eq. 1})$$

2.3.1.2 *Microstructure of the emulsion*

The morphology evaluation of the samples was carried out in a Quanta[®] 200 FEG/FEI Scanning Electron Microscope with images and secondary electrons, acceleration voltage of 20 kV, WD (Medium) 9.4 mm, an Everhart-Thomley Detector- ETD, Spot (Medium) 3.0, with metallization and high vacuum. Sample analyzes were performed using the same parameters (Acceleration Voltage and Spot) for secondary electron images. The samples were previously prepared for analysis according to the method described by Souza (1998), which consisted of double fixation (2.5% glutaraldehyde and 1% osmium tetroxide), dehydration and critical point CO₂-drying of the samples, which were then placed on metal adhesive tape

bonded to metal cylindrical supports (10 mm of diameter). Next, they were metallized with a thin gold layer in an evaporator (CPD-030 model) for 180 seconds under a current of 40 mA.

2.3.1.3 Texture profile analysis – TPA, Shear force and Instrumental color

Hardness, springiness, cohesiveness and chewiness parameters, were evaluated using the TA XT-2i Texturometer and Stable Micro System (UK)[®] with a probe of 35 mm diameter (SMS P/36R) moving at a constant speed of 0.8 mm/s, according to Bourne (1982).

A Warner Braztler accessory (3 mm thick) was used to measure shear force at a test speed of 200 mm/min (Andres et al., 2006). Mean and standard deviation were calculated from 16 determinations (Lin & Chao, 2001).

The instrumental color of each fish mortadella was determined according to the methodology described by Abularach, Rocha and Felício (1998), using a digital Minolta[®] colorimeter (Model CR-300, Minolta, Osaka, Japan). Luminosity parameters (L^*), green (-)/red (+) (a^*) and blue (-)/yellow (+) (b^*) were determined according to the specifications of the *Commision Internationale de L'éclairage* (CIE, 1986).

2.3.2 Physical and physical-chemical analyzes

The analyzes carried out were: water activity (A_w), pH, normal acidity, moisture, dry matter, proteins, cholesterol content, ashes, chlorides according to the Mohr Method, calcium content determined by EDTA volumetry (AOAC, 2012) and lipids (Folch, Less, & Stanley, 1957). Water Retention Capacity (WRC) was evaluated according to the methodology by Grau and Hamm (1953). The lipid oxidation was evaluated by distillation of thiobarbituric acid reactive substances - TBARS (mg MDA / kg) (Ganhão, Estévez, & Morcuende, 2011). The caloric value (Kcal/100 g) of the portions was calculated from the protein, lipid and total

sugar fraction contents, using the specific coefficients that take into account the heat of combustion 4.0; 9.0 and 4.0 kcal, respectively.

Methylation of the fatty acids present in the lipid extracts obtained by the method described by Folch, Less and Stanley (1957) was performed according to the methodology described by Hartman and Lago (1973). Identification and quantification of fatty acid esters were performed by gas chromatography (VARIAN 430-GC, California, USA) coupled with a flame ionization detector (FID) and a fused-silica capillary column (CP WAX 52 CB, VARIAN, California, USA) with dimensions of 60 m x 0.25 mm and 0.25 μm film thickness. Helium was used as carrier gas (flow rate of 1 mL/min). The chromatographic conditions were: Injector temperature at 250 °C; initial oven temperature was 40 °C for 2 minutes, increasing 10 °C min^{-1} until reaching 180 °C, remaining for 30 minutes, then increasing again 10 °C min^{-1} until reaching 240 °C, then fixed for 34 minutes, with a total running time of 86 minutes; the detector temperature was 260 °C. 1.0- μL aliquots of the esterified extract were injected into a Split/Splitless type injector. The chromatograms were recorded into *Galaxie Chromatography Data System* software. The fatty acids were identified by comparing the retention times of the methyl esters of the samples with Supelco ME19-Kit standards (*Fatty Acid Methyl Esters C4-C24*).

2.3.3 Microbiological analyzes

Coliform counts at 45° MPN/g, coagulase-positive Staphylococci CFU/g, sulfite-reducing Clostridial CFU/g, and checking for *Salmonella* sp./25 g counts were carried out as recommended for fish mortadella and for counting molds and yeasts (APHA, 2001; Brasil, 2001, Brasil, 2003).

2.3.4 Sensorial analysis

After approval of the project by the Research Ethics Committee under number 821.481, the fish mortadella was submitted to sensorial acceptance, intention to purchase and paired comparison test (Faria & Yotsuyanagi, 2002; Meilgaard, Civille, & Carr, 1991; Stone & Sidel, 1993).

One hundred (100) untrained consumers aged between 20 and 50 years of age who liked to consume fish and emulsified fish mortadella were recruited. These tasters evaluated the samples in individual booths with white artificial lighting, away from noise and odors, and at previously established times.

The fish mortadella was offered sliced, refrigerated and codified, accompanied by salt crackers and a glass of water. Attributes of appearance, color, aroma, flavor (specific mortadella flavor), flavor (specific fish flavor), texture and overall assessment were evaluated using a mixed nine-point structured hedonic scale (1 = I greatly disliked it; 9 = I liked it a lot). Next, the tasters were asked to indicate their intention to purchase, also using a mixed five-point hedonic scale (1 = I would never buy it; 5 = I would buy it). The analyzed samples were considered accepted when they obtained a mean ≥ 5.0 (equivalent to the hedonic term “I neither liked it nor disliked it”), according Teixeira, Meinert and Barbetta (1987).

An Acceptability Index (AI) was also calculated according to the equation:

$$\boxed{\text{AI (\%)} = A \times 100 / B} \quad (\text{Eq. 2})$$

In which, A = average score obtained for the product and B = maximum score given to the product. An AI with good repercussion was considered $\geq 70\%$ (Dutcosky, 2007; Teixeira, Meinert, & Barbetta, 1987).

The overall preference for the different fish mortadella was also evaluated through the Preference Order test in decreasing order (from the most preferred to the least preferred).

It was also evaluated the general preference of mortadellas by means of the paired comparison test, in which it was requested that, among the samples sampled, the most preferred should be chosen.

2.4 Statistical analysis

Data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and Tukey test at 5% probability ($p < 0.05$) for comparison of means using the STATISTICA 7.0 program (Statistica, 2005). The results of paired comparison test were analyzed according to the Friedman test using the Newell-MacFarlane table (Faria & Yotsuyanagi, 2002).

3. Results and Discussion

3.3 Evaluation of technological properties

3.3.1 *Emulsion Stability – ES*

The mean values obtained in evaluating emulsion stability were 98.20% (± 0.28) for mortadella without the addition of pork fat, and 97.30% (± 0.42) for mortadella with 5% pork fat in its formulation. The addition of 5% fat in mortadella M2 was not enough to influence this technological parameter, so that statistically, the mortadella without added fat did not differ ($p > 0.05$) from that with added pork fat.

The findings of this study can be attributed to the balance achieved in protein and lipid concentrations in mortadella on the first day right after the processing, which were 14.03% and 11.88% for mortadella without added pork fat (M1), respectively, and 13.61% and 14.59% for mortadella with 5% pork fat (M2), respectively (Table 3), which contributed to the formation of a good emulsion.

In this study, the results for ES on the analyzed mortadella formulations were higher than the results found by Carraro, Machado, Espindola, Campagnol and Pollonio (2012), who found an average ES of 93.63% in MSM mortadella of mixed lean meat and chicken.

3.3.2 Microstructure of the emulsion

An emulsion is a mixture of immiscible liquids, one of which is dispersed in the other in the form of small droplets. For meats these systems comprise two phases; a dispersed phase formed by fat particles and a continuous phase formed by water, in addition to soluble proteins which form a matrix that encapsulates fat globules (Berton-Carabin, Ropers, & Genot, 2014; Fogaça, Sant'ana, Lara, Mai, & Carneiro, 2014). In the gelatinization process, the crystalline structure forms an amorphous structure as the granules absorb water (Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho, & Sant'ana, 2015), distributed according to the amount of water and the cooking temperature (Couso, Alvarez, Solas, Barba, & Tejada, 1998). Analyzing and understanding the morphology of the particles through appropriate techniques is important because this morphology has substantial effects on the perception of a particular food product by the consumer (Burey, Bhandari, Howes, & Gidley, 2008; Marchetti, Andrés, & Califano, 2013).

The micrographs of the M1 and M2 mortadella emulsions are shown in Figures 1 and 2, respectively.

Figures 1A and 1B show a surface covered by fat globules trapped in a protein matrix in which fat globules are well distributed. The image in Figure 1C shows some fragments of what is possibly muscle fiber that can sporadically be visualized, exhibiting a surface with air holes and muscle portions with irregular and sporadic distribution, as described by Moreira et al. (2006). A microstructure similar to fish bones can be observed in Figure 1D, which are

probably fishbone fragments. Figures 1E and 1F show a surface that is characterized as a protein lattice structure, in which high and low protein density regions can be distinguished.

The presence of fat droplets trapped in the protein matrix in a very homogeneous and well-distributed manner in this sample demonstrate good interaction between these phases, possibly favored by the lower lipid concentration typical of Tilapia MSM. In fact, Carballo, Solas and Colmenero (1993) reported that the addition of up to 20% fat in the sausage emulsion effectively lowered the protein concentration, which in turn reduced the formation of membrane around the fat globules; whereas fat particles were perfectly integrated between the protein matrix with a lower content of lipids (5%), which can be justified in this study by the lower concentration of lipids present in this formulation (Table 3).

The presence of fat droplets (Figures 2A to 2D) indicates a higher percentage of lipids, which is in agreement with the higher value of this nutrient found in the physical-chemical analysis of this sample (Table 3), mainly resulting from the lipid content of Tilapia MSM used in addition to the 5% pork fat added to this formulation.

The micrographs in Figures 2A and 2B have high cohesiveness between the fragments with a thick protein matrix and its fat globules are not quite uniform (Fogaça, Sant'ana, Lara, Mai, & Carneiro, 2014). Images 2C and 2D show a surface covered by fat globules trapped in a protein matrix, in which the fat globules are well-distributed and which is a common characteristic of an emulsion. When fat globules are locally confined within the more dense non-meat protein matrix, the chances of fat coalescence during cooking can be reduced, so that emulsions with high fat and water binding properties are formed, thereby generating products with a firmer texture (Su, Bowers, & Zayas, 2000; Hashemi & Jafarpour, 2016; Álvarez, Xiong, Castillo, Payne, & Garrido, 2012) as observed in the present study.

A surface with air holes irregularly and sporadically distributed can be observed in Figures 2E and 2F. The presence of empty cells or alveoli may indicate residual fat loss

caused by the absence of a higher amount of thickener and emulsion stabilizer in some areas of the emulsion (Fogaça, Sant'ana, Lara, Mai, & Carneiro, 2014), or due to higher water retention during the processing and the occlusion of air expansion during the cooking (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas, 2005).

Overall, the micrographs (Fig 2A through 2F) show a surface which can be characterized as a protein lattice structure, and high and low protein density regions can be distinguished. These results are similar to those found by Fogaça, Sant'ana, Lara, Mai and Carneiro (2014) in analyzing surimi prepared with Nile Tilapia MSM (*Oreochromus niloticus*) subjected to washing cycles and the addition of manioc starch. They found that the starch acted as an emulsion stabilizer, allowing fat globules to be more stable and better distributed resulting in an emulsion with improved properties; similar to the present study, where cassava starch was also used to improve the final characteristics of the emulsion.

This behavior is due to the fact that the heat treatment causes starch granules to gelatinize, thus forming a homogeneous network of fatty globules bound to the protein matrix by the manioc starch layer used in the mortadella processing (Fogaça, Sant'ana, Lara, Mai, & Carneiro, 2014; Hashemi & Jafarpour, 2016). Moreover, Álvarez, Xiong, Castillo, Payne and Garrido, (2012) postulated that applying high temperatures during the mass configuration can coagulate the proteins due to the formation of hydrophobic interactions and disulfide bonds, which in turn inhibits the subsequent rearrangement of the proteins to form a fibrillary structure that is characteristic of a thermo-irreversible viscoelastic gel network. Thus, the process of starch gelatinization and protein coagulation with uniform distribution of fat globules in its network enables forming a firmer and higher quality gel.

Even with the 5% pork fat concentration in its formulation, no weakening of the interaction between the fat globules with the protein network was observed. As previously mentioned regarding a different study with sausages, Carballo, Solas and Colmoner (1993)

reported that the addition of up to 5% fat in the emulsion allowed these particles to be perfectly enveloped by the protein membrane, and their uniform distribution in the gel network enabled forming a high quality emulsion.

3.3.3 Texture Profile Analysis - TPA, Shear Strength and Instrumental Color

The values obtained in the TPA and shear strength evaluations are shown in Table 1.

Herrero et al. (2007) and Lai, Wong and Lii (2000) claim that texture profile analysis (TPA) and shear strength represent some of the most objective methods to evaluate the technological properties of foods. The tests simulate jaw action by compressing the sample between two consecutive cycles. An initial compression occurs during this action, followed by relaxation and then a second compression. These parameters may vary according to the amount of water, proteins and fats found in the sample (Álvarez, Xiong, Castillo, Payne, & Garrido, 2012; Cofrades, Guerra, Carballo, Fernández-Martín, & Jiménez Colmenero, 2000; Cengiz & Gokoglu, 2007; Daros, Masson & Amico, 2005).

In this study, it was observed that as the MSM percentage decreased and as the percentage of pork fat increased along with a consequent reduction in protein content, there was a significant decrease ($p < 0.05$) in some parameters for most of the evaluated times (hardness, shear force, chewiness and cohesiveness). These data were already expected, considering that higher amounts of fat are responsible for a reduction in texture parameters, especially when fat increases are followed by a decrease in protein and water contents in the formulations, as observed in the present study (Dincer & Cakli, 2010; Hashemi & Jafarpour, 2016; Kin et al., 2013; Sleder et al., 2015).

Only the elasticity parameter remained stable ($p > 0.05$) regardless of the increase in fat concentration. These results for elasticity were similar to those found by Hashemi and Jafarpour (2016) in evaluating sausages prepared with different beef concentrations. Kin et al.

(2013) also noted that no differences ($p>0.05$) were observed for this parameter among the tested formulations of smoked sausages with different percentages of Tilapia MSM and inulin, regardless of the meat matter content added to the formulations.

Decreasing the percentage of MSM and consequently the protein content can decrease the compressive strength of the formulations (Youssef & Barbut, 2010), thereby decreasing the shear strength (Yousefi & Moosavi-Nasab, 2014; Sleder et al., 2015). However, authors differ on the importance of quantity versus protein quality in hardness values. Hashemi and Jafarpour (2016) and Liu et al. (2013) claim that the quality or nature of the proteins and their bonds in the emulsion could potentially increase the texture quality of the resulting emulsion through forming more protein-protein bonds and thus creating a firmer thermo-irreversible gel network during the heating process. Dincer and Cakli (2010) affirm that higher values measured for texture profile parameters (hardness, cohesiveness, elasticity and chewability) do not necessarily mean better quality of proteins but rather their quantity, regardless of the origin.

It was also observed that there was only a significant difference between the times ($p<0.05$) with reduced hardness, cohesiveness and chewiness for mortadella with 5% pork fat, most probably influenced by the reduced protein content concomitantly following the increase in lipid content observed in this sample (Table 3).

The results for instrumental color parameters are shown in Table 2.

Despite being a subjective characteristic, color is the attribute with the greatest influence on consumers, playing a decisive role in the choice of food to be consumed and is directly correlated with food acceptance (Bloukas, Arvanitoyannis, & Siopi, 1999). In addition, the color of Tilapia muscle can be strongly affected by meat processing and consequently influence consumer acceptance (Bessa et al., 2016).

In this study, the mortadella presented a coloration tending to yellowish-red (more yellow than red). The increase of only 5% pork fat in the M2 formulation was not enough to interfere with the color parameters for most of the evaluated storage times. The luminosity (L^*) results found in the present study were lower than those found by Kin et al. (2013), who reported values of 76.2, 76.8 and 79.5 in sausages prepared with concentrations of 50%, 75% and 100% of catfish meat (*Ictalurus punctatus*), respectively. However, the results observed in this study for L^* color were within the range recorded for commercial fish sausages from Malaysia of 58.7-79.6 (Huda, Alistair, Lim, & Nopianti, 2012), similar to the values found in either smoked or raw pink salmon sausages (64.71 - 69.02, respectively) (Oliveira et al., 2014), and above the values determined in mollusc sausages from the Arabian Sea (Al-Bulushi et al., 2011) which was 55.24. In general, it was noticed that the M2 sample tended to decrease its luminosity with a concomitant increase in the yellowish tint (color b^*) throughout storage ($p < 0.05$).

Likewise, in evaluating color a^* which indicates the intensity of red coloration, it was verified that there was no difference ($p > 0.05$) among the mortadella samples for most of the evaluated times, possibly due to the addition of the same proportion of soybean protein in both formulations. Still, the values found were similar to those verified in other studies (Bartolomeu et al., 2014; Árica & Dilger, 2014).

Regarding color b^* , which indicates the intensity of the blue/yellow color, an increase in this parameter throughout storage ($p < 0.05$) was observed for both samples. Interestingly (as shown in Table 3), an increase in lipid concentration throughout storage was observed in these samples ($p < 0.05$), which may have contributed to the greater expression of the yellow color at 90 days of storage. Results similar to those identified herein have also been verified by Huda, Alistair, Lim and Nopianti (2012) in analyzing five brands of commercial sausages from

Malaysia, whose values were between 12.7 - 26.6; and by Kin et al. (2013) in evaluating smoked fish sausages, with results between 10.5 and 11.7.

3.3.4 Physical, physical-chemical and chemical analyzes

Results of the physical and physicochemical analyzes of the mortadellas prepared with Tilapia MSM and low fat content throughout refrigerated storage are presented below.

Figure 3 shows the acidity and pH data of the mortadellas throughout storage.

The acid values ranged from 4.43 to 5.01% (Fig. 3A). No statistical difference ($p>0.05$) was observed between the acidity treatments and a slightly increased tendency in this parameter was found after 90 days of storage ($p<0.05$), however without being indicative of contamination considering the results of the microbiological analyzes presented later. The pH values (Fig. 3B) (6.98-7.49) in the present study can be justified considering that the raw material (MSM) used was raw Tilapia, which has higher pH values (7.17), as well as the use of sodium polyphosphate in the formulation (Mélo et al., 2011), which has a pH between 9.5 to 10.5. Other researchers have found values somewhat below those identified in this study, such as: Sleder et al. (2015) who found mean pH values of 6.6 in Tambaqui sausage; Larosa, Carvalho, Vidotti, Lima and Alves (2012), who found a mean pH of 6.28 in preparing and evaluating Tilapia MSM; Cavenaghi-Altemio, Alcade and Fonseca (2013), who determined mean values of 6.76 in analyzing sausages produced from Tilapia protein concentrates; and Mélo et al. (2011) who found mean values of 6.39 in Tilapia MSM mortadella.

Table 3 presents the results of the physical and physicochemical analyzes of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content throughout refrigerated storage.

In analyzing the water retention capacity (WRC), a tendency of the formulations to increase their WRC throughout the analyzed times ($p<0.05$) was verified. These results (62.33 - 68.84%) were close to those found by Mélo et al. (2011), who reported mean values between

54 and 67% of WRC in mortadella made with MSM and corn oil contents ranging from 0 to 20%.

It is known that the WRC is a measurement that involves an interaction between food proteins and water, constituting a fundamental property in meat products due to its implication in the quality of the final product. The attributes of softness, juiciness and texture of the products are very dependent on this property. Foods that have a low WRC present great weight loss throughout storage, and water lost that accumulates inside the package is unattractive to the consumer, representing loss in the palatability and nutritional value of the product (Baer & Dilger, 2014; Dincer & Cakli, 2010; Lourenço, Galvão, Ribeiro, Ribeiro, & Park, 2012). This differed from the data obtained in this study, since there was a good correlation of WRC values with certain quality parameters such as nutritional value and sensory acceptance.

The WRC results determined in this study, as well as the increase in this parameter throughout storage justify the excellent texture profile presented by the formulations. In addition, there was no damage to the structure of the formed emulsion, such as fat coalescence or syneresis. This is important since minimizing water losses helps to maintain the taste and texture of the product, especially its softness and juiciness (Dincer & Cakli, 2010), which possibly contributed to the good sensorial acceptance of the formulations as discussed later on. In addition, we found that the water retained was in fact interacting with the proteins of the product, and thus improved the aforementioned characteristics, considering that the water activity (W_a) measurement (which represents the free water content in the sample) reduced throughout storage, evidencing that most of the water was interacting with other nutrients present such as proteins.

Water activity (A_w), moisture and pH values should be known since they affect physical, chemical and biochemical changes, and are also correlated to the development of

microorganisms and their metabolic activities which can have an impact on food quality and stability. As previously reported, the A_w tended to decrease throughout storage ($p < 0.05$), and although its values remained above 0.850 (which is the maximum limit to set for foods with high water activity and favors the proliferation of microorganisms) (Cavenagui-Altemio, Alcade, & Fonseca, 2013; Dallabona et al., 2013; Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro, & Viegas, 2010), this characteristic did not interfere in the microbiological quality of the studied formulations, as reported later on. The findings from the present study (0.970 - 0.975) are slightly below those established by Cavenagui-Altemio, Alcade and Fonseca (2013) for sausages prepared with surimi from Tilapia MSM, who reported A_w ranging from 0.984 to 0.998; by Bartolomeu et al. (2014) who found values of 0.980 for smoked Tilapia mortadella; the results verified by Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010) who found results of 0.980 in sausage from Tilapia MSM; and similar to the results found by Dallabona et al. (2013) corresponding to 0.970 - 0.980 for smoked Tilapia MSM sausages under different heat treatment conditions and packaging.

Regarding the moisture parameter, both formulations remained stable between 1 and 90 days of storage ($p > 0.05$). However, the addition of 5% pork fat with the consequent decrease in the amount of MSM in the formulation led to a lower moisture content in this treatment (M2) for all studied times ($p < 0.05$). In addition, practically all the prepared formulations remained within the moisture limits recommended by legislation (Brasil, 2000), which is at most 65%. The moisture values found in this study (61.90 - 65.76%) are justified mainly due to the quantified moisture content in the MSM used in the processing of mortadella (69.01%), and are close to those reported by Yousefi & Moosavi-Nasab (2014) who studied Tilapia surimi or MSM sausages and quantified moisture values of 65.46 and 67.45%, respectively. Moreover, the results of Mélo et al. (2011) in determining the moisture content of mortadellas from Tilapia MSM who found decreasing values between 75.90 and

59.38% as the percentage of fat varied from 0 to 20%, a behavior similar to that observed in the present study.

TDE values represent the total solids content of a sample. Similarly to what happened to moisture, TDE remained stable between 1 and 90 days of refrigerated storage ($p>0.05$), and increased as the fat content in the M2 formulation increased ($p<0.05$), as expected.

Exclusively using MSM as meat source for producing cured products exerts significant effects on several evaluated parameters; among them fat and total dry extract (TDE) content. Considering that the Tilapia MSM used in this study for the mortadella formulation had a moisture content of 69.01%, its partial replacement with about 5% pork fat contributed to a lower moisture content and higher total solids content found in M2 mortadella for all evaluated times. In addition, these results can also be justified by the composition of MSM extracted from the abdominal muscle, which contains considerable adiposity (Bordignon et al., 2010; Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho, & San'ana, 2015; Oliveira, Lourenço, Sousa, Joele, & Ribeiro, 2015), which together with the 5% pork fat added increased the TDE of the sample. In an evaluation of commercial sausages sold in bulk, Oliveira et al. (2012) found values close to those of the present study with a mean of 44.64% for four tested samples.

Ash values represent the overall mineral content of the formulations, and had no statistical difference between the samples nor between 1 and 90 days of refrigerated storage ($p>0.05$). Results close to those determined herein (4.19 - 4.50%) were also found by Sleder et al. (2015), who determined amounts between 3.86 and 4.20% in Tambaqui sausages with different fat contents; and lower than those found by Dallabona et al. (2013) of 3.44% for pasteurized sausage, and 3.97% for smoked sausage; and also by Oliveira Filho, Netto, Ramos, Trindade and Macedo-Viegas (2010) who obtained results of 3.40% in cooked sausages. According to these authors, the high ash content in processed products when

compared to the raw material used results from adding other ingredients to the formulation such as salt and additives, as well as to its production process, since bone fragments may be incorporated along with the mass/pate, which can cause elevations in the values of this variable when compared to those from raw materials. In fact, in this study we worked with Tilapia MSM that had 1.53% ash in its composition, which was lower than those detected for processed mortadella formulations.

The quantified calcium content represents an important finding, since the national legislation also establishes maximum standards for this variable in mortadella composition as a way of controlling the inclusion of bone material in the formulation. Calcium levels ranging from 0.53-0.80% were found in this study, which are well below those recommended in the legislation (Table 3) (a maximum of 0.90%) (Brasil, 2000). Oliveira et al. (2012) also found lower calcium levels (0.10 to 0.13%) by investigating the composition of sausages prepared with Nile Tilapia (*Oreochromus niloticus*) MSM with concentrations of washed and unwashed MSM. These data reinforce the viability of the production chain from obtaining MSM to the product elaboration and its commercial prospects, considering that only Tilapia filleting waste was used in the prepared and studied formulations, which has spine fragments in its composition (calcium source); however, that did not interfere in the quality of the product from the point of view considering the requirements of the current legislation for this type of sausage.

As expected, the amount of protein determined for the M1 formulation was greater than the amount found in the M2 formulation ($p<0.05$) for all studied storage times due to the protein content present in the MSM (16.19%) which was partially replaced by 5% pork fat. It was also verified that there was a reduction in this value throughout storage ($p<0.05$) for the two samples of mortadella studied, even though the values determined for this macro nutrient (12.02 - 14.03%) were above the minimum value recommended for this type of product

(which is 12%) (Brasil, 2000). These results were slightly higher than those found by Kin et al. (2013), who found an average amount of 11.1% in sausages made from catfish fillets (*Ictalurus Melas*); slightly below those found by Hashemi and Jafarpour (2016) of between 14.1 and 15.63% in meat sausages with different fish fillet contents; and similar to the values found by other researchers working with preparations and sausages/cured products prepared with Tilapia MSM (Angelini et al., 2013; Bessa et al., 2016; Cavenaghi-Altemio, Alcade, & Fonseca, 2013; Oliveira Filho, Viegas, Kamimura, & Trindade, 2012).

It is important to note that (among other properties) protein has the function of an emulsifying agent and is considered the third component of the formulation, since it has a hydrophilic (polar) and a hydrophobic (apolar) portion, having the function of allowing a union between oil and water as it acts at the interface between fat and water, reducing the surface tension between the two and joining them, thus avoiding the exit and coalescence of fat (Olivo & Shimokomaki, 2006). The protein values found in both formulations allowed for forming a good emulsion, resulting in products with greater hardness and better gel consistency as already reported, and therefore reflecting positively in the later sensorial evaluations.

A significant difference ($p < 0.05$) was observed for lipids among the treatments and throughout storage. As expected, the addition of 5% fat in the M2 formulation contributed to higher levels of this nutrient in this mortadella ($p < 0.05$). Still, these findings comply with the current legislation that recommends a maximum of 30% of fats for this type of product (Brasil, 2000). The results reported herein (11.08 - 15.85%) were lower than those identified by Kin et al. (2013), who found percentages of 21.7 and 20.8% for sausages and hot-dogs, respectively, prepared with fish meat; and similar to Hashemi and Jafarpour (2016), who found values between 14.26 and 14.63% in meat sausages prepared with different fish fillet percentages.

Variations in results when compared to those reported in the literature are justified due to the fact that the MSM used in this study had ventral musculature, which contains a higher fat content of around 15% (Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho, & San'ana, 2015; Bordignon et al., 2010; Oliveira, Lourenço, Sousa, Joele, & Ribeiro, 2015). In addition, we can highlight that the lipid composition of fish and their by-products depends on the species, nutritional status, seasonality, age, sex, size, body part, gonadal conditions and processing method, among other factors (Angelini et al., 2013; Beirão, Teixeira, Meinert, & Santo, 2000).

Furthermore, the profile found for proteins and lipids makes it possible (in the case of proteins) to supply a product with a desirable protein content with high biological value; and in the case of fats it enables the supply of a product with reduced fat content and other added values such as omega-3 content, which is a fatty acid that is beneficial to consumer health (Menegazzo, Petenucci, & Fonseca, 2016; Morais & Magalhães, 2004; Moreira, Visentainer, Souza, & Matsushita, 2001; Nestel, 2000). In addition, these balanced values regarding the amount of proteins and fats were of fundamental importance to ensure forming a good emulsion and a final product with all the desirable characteristics present.

The values found for cholesterol increased throughout storage for both mortadella formulations, and concomitant to the increase of observed lipids ($p < 0.05$). A difference was only observed at 1 and 90 days of storage between the samples, in which the formulation with 5% pork fat presented a higher amount of cholesterol ($p < 0.05$). There were no variations between the samples after that point ($p > 0.05$), despite the addition of pork fat which has cholesterol (TACO, 2011; Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 2002).

According to current guidelines on cholesterol consumption recommendations (U.S. Department of Health and Human Services & U.S. Department of Agriculture, 2015; Xavier et al., 2013), a maximum intake of 300 mg/day is recommended, especially in foods of animal

origin where it naturally occurs. The current national legislation determines that the portion of the mortadella product should be around 40 g, corresponding to 1 slice (Brasil, 2003). In the present study, the highest concentrations for M1 and M2 formulations were detected after 90 days of storage, corresponding to 74.72 and 82.80 mg/100 g of product, or 29.90 and 33.12 mg/portion of 40 g, respectively; values below the presented values for mortadella in the Brazilian Table of Food Composition (TACO, 2011), which is 83 mg/100 g of the product. These values also demonstrate that the consumption of 100 g or a 40 g (1 slice) portion of mortadella per day would still be below the daily limit established by the U.S. Department of Health and Human Services & U.S. Department of Agriculture (2015), and by the Brazilian Society of Cardiology (Xavier et al., 2013), which is 300 mg.

The calorie content found increased ($p < 0.05$) throughout storage for both evaluated samples, and it was higher ($p < 0.05$) in the mortadella with 5% pork fat added. It also presented higher amount of lipids, which probably contributed to this behavior, considering that 1 g of lipids contributes 9 Kcal to a food.

In comparing the findings for caloric value in this study (174.54 - 214.48 Kcal/100 g) by incorporating values from food composition tables in presenting food of the same category as cured products with higher calories ranging from 240 Kcal and 322 Kcal/100 g (TBCA, 2017) and 269 Kcal/100 g (TACO, 2011), it can be verified that the mortadella prepared from Tilapia MSM can also meet other current demands of an increasingly demanding consumer public in relation to the cost benefit of a food, which is the supply of foods with lower possible caloric value.

Thiobarbituric acid reactive substances index (TBARS) is one of the parameters for evaluating lipid oxidation and must be established, since it can irreversibly affect the physical and chemical characteristics of a food with significant negative results on its quality and stability (Angelini et al., 2013; Árica & Dilger, 2014; Bartolomeu et al., 2014; Chirife &

Buera, 1996). Thus, verifying the presence of oxidation through an evaluation of the Malonaldehyde Index (mg of MDA/kg) in cured products is essential, since there may be important changes to the food due to lipid oxidation depending on the quantity present in the product, and which is responsible for a series of changes that: provides a loss in nutritional value of the food; product rejection due to changes in its sensory characteristics (appearance of odor and rancid taste); and possibly the formation of toxic compounds (aldehydes, ketones, alcohol, acids and hydrocarbons), as according to Cáceres, García and Selgas (2008) and Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010).

Although there are no legal parameters limiting lipid oxidation levels, values above 1.51 mg of MDA/Kg and 3.0 mEq/Kg in fish and fish products, respectively, are classified as unacceptable according to the Malonaldehyde Index (Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro, & Viegas, 2010), or of 0.5 mg of MDA/Kg (Choi et al., 2010; Severini, De Pilli, & Baiano, 2003) in sausage products. Considering this, it can be noticed that according to what is shown in Table 3, despite increasing mg levels of MDA/kg throughout storage ($p < 0.05$), TBAR levels (0.14 – 0.36 mg of MDA/Kg) were well below the recommended limits for fish and its products. Similar results to those discussed herein were also quantified by other researchers in analyzing other cured products prepared with pork or fish meat (Angelini et al., 2013; Árica & Dilger, 2014; Bartolomeu et al., 2014; Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro, & Viegas, 2010).

Table 4 shows the fatty acid profile of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content throughout refrigerated storage.

Thirty (30) fatty acids were detected in this study, of which we can highlight the values found for C16:0 (Palmitic), C18:1 (Oleic), and C18:2 (Linoleic) for all formulations studied during refrigerated storage. Unsaturated fatty acids content (7.20 - 9.72 g/100 g) can be explained by the fact that MSM stands out for having a good amount of this type of fatty

acid (Mélo et al., 2011; Bartolomeu et al., 2014; Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho, & San'ana, 2015; Bessa et al., 2016), in addition to presenting considerable adiposity (Fogaça, Otani, Portella, Santos-Filho, & San'ana, 2015; Bordignon et al., 2010; Oliveira, Lourenço, Sousa, Joele, & Ribeiro, 2015) as previously mentioned.

It is worth pointing out that both formulations prepared in this study had almost half the amount of saturated fatty acids (SFA) (3.58 - 4.98 g/100 g) found in a conventional mortadella, considering that a 100 g portion has on average 7 g (TACO, 2011; TBCA, 2017). In addition to the reduced cholesterol content already reported, this characteristic and the amount of mono and polyunsaturated fatty acids suggest that the mortadella made from Tilapia MSM is a desirable food for consumption, as consumers increasingly seek to include "healthy foods" in their diet. This is a promising finding considering that high levels of saturated fat have been associated with the development of cardiovascular diseases (Johns et al., 2015; Micha & Mozzafarian, 2010; Phillips et al., 2012; Zhang et al., 2010).

Considering a daily recommended intake of 40 g of mortadella, (Brasil, 2003), the amount of saturated fat varied throughout the studied times between 1.43 - 1.52 g for M1 and between 1.83 - 1.99 g for M2. These values can be considered low when compared to the recommendation by the American Heart Association (AHA), which is a maximum daily intake of less than 16 g of saturated fat (<7% energy) to reduce the risk of cardiovascular disease in the general population (AHA 2006).

In relation to mono fatty acids (4.74 - 6.70 g/100 g) and polyunsaturated fatty acids (2.37 - 3.02 g/100 g), it was verified that the values were also lower than those referenced in the literature (AHA, 2006; WHO, 2003; Kris Etherton et al., 2012). However, this fact is justified since the elaborated formulations contained 0% and 5% of pork fat in their composition, which decreases the products' (in percentage) fatty acids content. Our results were also lower than those found by other researchers who modified the type of fat and/or

inputs in emulsified cured products prepared with pork or cow meat, in order to verify alterations of the lipid profile *a posteriori* (Árica & Dilger, 2014; Cáceres, García, & Selgas, 2008; Josquin, Linssen & Houben, 2012; Berasategi et al., 2014; Yunes et al., 2013).

The ISSFAL (International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids) suggests an adequate intake of DHA (C22:6) plus EPA (C20:5) to be 0.65 g/day (minimum 0.22 g/day) (Simopoulos, Leaf, & Salem Jr, 1999), while the World Health Organization (WHO Study Group, 2003) recommends regular consumption of fish to provide approximately 200-500 mg/week of EPA plus DHA (28.57 - 71.43 mg/day), and the substitution of saturated fats by monounsaturated equivalents. It is noteworthy that the DHA present in 100 g of either tested formulation (70-80 mg) would be sufficient to achieve the minimum recommended by WHO.

It was also verified that the sum of the unsaturated fatty acids (MUFA + PUFA) in both formulations was almost double in relation to the saturated fatty acids (SFA), as can be observed from the IFA/SFA ratio, and which is positive for this type of food. Among omega 3 and omega 6 fatty acids, the n6/n3 ratio ranged from 4.35 to 5.19 in mortadella M1 and from 5.41 to 6.74 in mortadella M2 throughout the shelf life, still remaining close to the ideal stipulated by Simopoulos, Leaf and Salem Jr. (1999), which is <4.

3.3.5 Microbiological analysis

All evaluated formulations were in accordance with RDC No. 12 of January 2001 - National Health Surveillance Agency (Brasil, 2001), and no viable cells were found for any of the tested microorganisms. These results corroborate with those found by Bartolomeu et al. (2014), who formulated smoked Tilapia MSM mortadella; and those of Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010) and Dallabona et al. (2013), who also elaborated Tilapia MSM mortadella and tested its microbiological quality. These findings affirm the feasibility of producing this type of emulsified meat product.

3.3.6 Sensory analysis

The mean scores assigned for the sensorial acceptance analysis and purchase intent of Tilapia MSM mortadella and low pork fat throughout storage are shown in Table 5.

In evaluating whether the content of pork fat added to the formulations influenced on the sensorial acceptance and on the purchase intent of the mortadellas, we found that the samples showed no differences ($p>0.05$) for all the analyzed sensorial attributes, and a difference was only found for purchase intent ($p<0.05$). The sensorial acceptance analysis revealed excellent acceptance for both prepared mortadella formulations, with hedonic terms varying between "I slightly liked it" to "I liked it very much" for the M1 mortadella; and between "I slightly liked it" to "I liked it a lot" for the M2 mortadella. The M1 mortadella only presented higher scores ($p<0.05$) for the purchase intent for all storage times studied. Moreover, scores for M2 mortadella had "I would possibly buy it" and "I would buy it" among its hedonic terms, thus demonstrating a potential for purchase if the product is marketed.

Only fish flavor attribute presented a statistical difference ($p<0.05$) throughout the refrigerated storage time, specifically for M2 mortadella which received larger scores after 90 days. No alterations in the scores were evidenced ($p>0.05$) in comparing time 1 with time 90 for the other attributes, demonstrating that this variable did not negatively influence the sensory perception of the evaluators for this type of food product.

Corroborating with these findings and comparing with the findings from other studies, we noticed that the products were well accepted, since these scores were higher than those reported in studies with emulsified cured products prepared with Nile Tilapia MSM, such as in the studies by Oliveira Filho, Fávaro-Trindade, Trindade, Balieiro and Viegas (2010), Cavenaghi-Altemio, Alcade and Fonseca (2013); and similar to the results found by Bartolomeu et al. (2014).

The mortadella Acceptability Index (AI) showed that the formulations were well accepted up to the end of their shelf life, with indices varying from 78.78 to 91.11% for the evaluated sensorial attributes (appearance, color, aroma, mortadella flavor, fish flavor, texture and overall evaluation) and from 80 to 91.20% for purchase intent, remaining above the minimum necessary to be considered accepted (70%) according to Teixeira, Meinert and Barbetta (1987) and Dutcosky (2007). Corroborating these results in a study with Tambaqui meat sausages, Sleder et al. (2015) obtained a mean acceptance of 80% for all parameters tested. Similarly, Mélo et al. (2011) also found expressive acceptance levels (78.43%) for the overall evaluation attribute in mortadella made with corn oil and wheat fiber.

A paired comparison test was performed to "force" the tasters to indicate the most preferred sample in overall terms, demonstrating that the sample without the fat addition (M1) was pointed out as the most preferred ($p < 0.05$) among the tasters.

According to Juárez et al. (2012), fat plays an important role in the acceptability of a meat. In addition to being associated with flavor, fat provides lubrication between muscle fibers, increasing the perception of softness and juiciness of the meat. However, the lack of balance between the amounts of fat and protein in an emulsion can damage its sensory evaluation, since it can translate into a decrease in the acceptance levels of sensorial attributes expected for the product (Yousefi & Moosavi-Nasab, 2014). However, considering the scores attributed for sensory acceptance tests, purchase intent, acceptability index and overall preference comparison between the mortadellas in this study, we could verify that it is possible to elaborate a cured product with low levels in fat without negatively affecting its sensorial perception by consumers, with the formulation M1 being the most preferred during the 90 days.

4. Conclusion

In this study, we found that processing mortadellas prepared with Tilapia MSM and low pork fat content is logistically and technologically feasible, as well as sanitary, among others. The analyzes carried out showed that the elaborated mortadellas were generally microbiologically stable up to 90 days of refrigerated storage, with characteristic texture for emulsified meat products, attractive color and characteristic flavor.

All formulations met the expected identity and quality requirements (TBA content, moisture, protein, lipid and calcium contents), in addition to reaching good acceptance and high levels of acceptability by the judges. They pointed to the M1 formulation, which presented a higher protein content, lower lipids and calories, as being the most preferred sample in sensorial terms. Moreover, the formulations exhibited high emulsion stability with characteristic microstructure according to the content of added pork fat, low cholesterol levels and an excellent fatty acid profile.

These results potentialize later marketing viability of mortadella made from Tilapia MSM with reduced fat content, thus allowing for the competitive insertion of a new product into the market in order to increase the range of sausages processed by both small producers and large industries. In addition, this proposal aims at expanding the supply of healthier fish-based products by the specialized food industry, increasing its consumption and minimizing damage by environmental pollution resulting from the disposal of this by-product by fish processing industries.

5. Acknowledgements

The authors would like to thank the Coordination for Improvement of Higher Education Personnel (CAPES, Brazil) for the financial support and scholarship granted to the first author.

6. Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- A. H. A. (American Heart Association). (2006). Diet and lifestyle recommendations revision: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circ.* 114, 82–96.
- Al-Bulushi, I. M., Kasapis, S., Dykes, G.A., Al-Waili, H., Guizani, N., & Al-Oufi, H. (2011). Effect of frozen storage on the characteristics of a developed and comercial fish sausages. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 1158-1164.
- Álvarez, D., Xiong, Y. L., Castillo, M., Payne, F. A., Garrido, M. D. (2012). Textural and viscoelastic properties of pork frankfurters containing canola–olive oils, rice bran, and walnut. *Meat Science*, 92, 8-15.
- Andrés, S. C., García, M. E., Zaritzky, N. E., & Califano, A. N. (2006). Storage stability of low-fat chicken sausages. *Journal of Food Engineering*, 72, 311-319.
- Angelini, M. F. G., Savay-da-Silva, L. K., & Oetterer, M. (2012). Minced e Surimi de Tilápia congelados atraem consumidor. *Visão Agrícola*, 11, 118-119 (in Portuguese).
- Angelini, M. F. C., Galvão, J. A., Vieira, A. M., Savay-da-Silva, L. K., Shirahigue, L. D., Cabral, I. S. R., ... Oetterer, M. (2013). Shelf life and sensory assessment of tilapia quenelle during frozen storage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48, 1080-1087(in Portuguese).

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (2012). *Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists*. (19th ed.). Association of Official Agricultural Chemists., Washighton, DC.

APHA. American Public Health Association. (2001). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. (4th ed.). American Public Health Association., Washington, DC.

Baer, A. A., & Dilger, A. C. (2014). Effect of fat quality on sausage processing, texture, and sensory characteristics. *Meat Science*, 96, 1242-1249.

Bartolomeu, D. A. F. S., Waszczynskyj, N., Kirschnik, P. G., Dallabona, B. R., Costa, F. J. O. G., & Leivas, C. L. (2014). Storage of vacuum-packaged smoked bologna sausage prepared from Nile tilapia. *Acta Scientiarum Technology*, 36, 561-567.

Beirão, L. H., Teixeira, E., Meinert, E. M., & Santo, M. L. P. E. (2000). Processing and industrialization of molluscs. In: Seminar and Workshop "Technology For Integral Fishing", 2000, Campinas. *Anais...* Campinas: ITAL/CTC, 38-84.

Berasategi, I., Navarro-Blasco, I., Calvo, M. I., Caverro, R. Y., Astiasarán, I., & Ansorena, D. (2014). Healthy reduced-fat Bologna sausages enriched in ALA and DHA and stabilized with *Melissa officinalis* extract. *Meat Science*, 96, 1185-1190.

Berton-Carabin, C. C., Ropers, M. H., & Genot, C. (2014). Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions: Involvement of the Interfacial Layer. *Comprehensive reviews in food Science and foos safety*, 13, 945-977.

Bessa, D. P., Teixeira, C. E., Franco, R. M., De Freitas, M. Q., Monteiro, M. L. G., Conte-Junior, C. A., ... Mársico, E. T. (2016). Functional sausage made from mechanically separated tilapia meat. *Italian journal of food Science*, 28, 426-439.

Bloukas, J. G., Arvanitoyannis, I. S., & Siopi, A. A. (1999). Effect of natural colourants and nitrites on colour attribute of frankfurters. *Meat Science*, 52, 257-265.

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, 109-116.

Bourne, M. (1982). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. (2th ed.). New York: Academic Press.

Bragagnolo, N., & Rodriguez-Amaya, D. B. (2002). Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22, 98-104.

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Normative Instruction No. 20 of 1999: Officializes official analytical methods for the control of meat products and their ingredients -

salt and brine - DAS. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Normative Instruction No. 4 of 2000: Approves the Technical Regulations on the Identity and Quality of Mechanically Separated Meat, Mortadella, Sausage and Sausage. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Collegiate Board Resolution No. 12 of 2001. Approves the technical regulation on microbiological standards for food. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Normative Instruction No. 62 of 2003. Officializes the Official Analytical Methods for Microbiological Analysis for Control of Animal and Water Products. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, Brazil (in Portuguese).

Burey, P., Bhandari, B. R., Howes, T., & Gidley, M. J. (2008). Hydrocolloidgel particles: formation, characterization and application. *Journal critical reviews in food Science and nutrition*, 48, 361–367.

Cáceres, E., García, M. L., & Selgas, M. D. (2008). Effect of pre-emulsified fish oil – as source of PUFA n-3 – on microstructure and sensory properties of *mortadella*, a Spanish bologna-type sausage. *Meat science*, 80, 183-193.

Carballo, J., Solas, M. T., & Colmenero, F. J. (1993). Effects of diferente levels of fat on rheological changes and microstructure of meat batters during heat processing. *European Food Research and Technology*, 197, 109–113.

Carlucci, D., Nocella, G., Devitilis, B., Viscecchia, R.; Bimbo, F.; & Nardone, G. (2015). Reseach review: Consumer purchasing behaviour towards fish and seafood products. Patterns and insights from a sample of international studies. *Appetite*, 84, 212-227.

Carraro, C. I., Machado, R., Espindola, V., Campagnol, P. C. B., & Pollonio, M. A. R. (2012). The effect of sodium reduction and the use of herbs and spices on the quality and safety of bologna sausage. *Food Science and Technology*, 32, 289-295.

Cavenagui-Altemio, A. D., Alcade, L. B., & Fonseca, G. G. (2013). Low-fat frankfurters from protein concentrates of tilapia viscera and mechanically separated tilapia meat. *Food Science & Nutrition*, 1, 445-451.

Cengiz, E., & Gokoglu, N. (2007). Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of Frankfurter-type sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 336-372.

Choi, Y., Choi, J., Han, D., Kim, H., Lee, M., Jeong, ... Kim, C. (2010). Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science*, 84, 557–563.

Chirife, J.; & Buera, M. P. (1996). Water activity, water glass dynamics, and the control of microbiological growth in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 465-513.

Cofrades, S., Guerra, M. A., Carballo, J., Fernández-Martín, F., & Jiménez Colmenero, F. (2000). Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *Journal of Food Science*, 65, 281-287.

Commission Internationale de l'Éclairage [CIE]. (1986). *Colourimetry*. (2th. ed.). CIE Publication: Vienna, Austria.

Cortez Netto, J. P., Oliveira Filho, P. R. C., Lapa-Guimarães, J., & Viegas, E. M. M. (2014). Physicochemical and sensory characteristics of snack made with minced Nile tilapia. *Food Science and Technology*, 34, 591-596.

Couso, I., Alvarez, C., Solas, M. T., Barba, C., & Tejada, M. (1998). Morphology of starch in surimi gels. *European Food Research and Technology*, 206, 38–43.

Dallabona, B. R., Karam, L. B., Wagner, R., Bartolomeu, D. A. F. S., Mikos, J. D., Francisco, J. G. P., ... Kirschnik, P. G. (2013). Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 835-843.

Daros, F. G., Masson, M. L., & Amico, S. C. (2005). The influence of the addition of mechanically deboned poultry meat on the rheological properties of sausage. *Journal of food engineering*, 68, 185–189.

Dincer, T., & Cakli, S. (2010). Textural and sensory properties of fish sausage from rainbow trout. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19, 238-248.

Dutcosky, S. D. (2007). *Sensory analysis of food*. (2th. ed.) Curitiba: DA Champagnat.

FAOSTAT. (2014). Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014. Consumo aparente mundial por continentes*. Roma. 253 p. Retrieved

from: <<http://www.fao.org/documents/card/en/c/097d8007-49a4-4d65-88cd-fcaf6a969776/>>.

Access in: 23 out 2017.

FAOSTAT. (2017). Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Anuario - Estadísticas de pesca y acuicultura Tablas resumen. *Hojas de balance de alimentos 2013. Consumo aparente mundial por continentes*. Retrieved

from: <http://www.fao.org/fishery/statistics/es>. Access in: 23 out 2017.

Faria, E. V., & Yotsuyanagi, K. (2002). *Sensory Analysis Techniques*. Campinas: ITAL/LAFISE (in Portuguese).

Fernandes, C. E., Vasconcelos, M. A. S., Ribeiro, M. A., Sarubbo, L. A., Andrade, S. A. C., & Melo Filho, A. V. (2014). Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. *Food Chemistry*, 160, 67-71.

Fogaça, F. H. S., Trinca, L. A., Bombo, A. J., & Sant'ana, L. S. (2013). Optimization of the surimi production from mechanically recovered fish meat (MRF) using response surface methodology. *Journal of Food Quality*, 36, 209–216.

Fogaça, F. H. S., Sant'ana, L. S., Lara, J., Mai, L. S., & Carneiro, D. J. (2014). Restructured products from tilapia industry by products: The effects of tapioca starch and washing cycles. *Food and bioproducts processing*, 94, 482-488. ·

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, 765-776 (in Portuguese).

Folch, J., Less, M., & Stanley, S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.

Ganhão, R., Estévez, M., & Morcuende, D. (2011). Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials. *Food Chemistry*, 126, 772-778.

Godfray, H. C. J., Crute, I. R., Haddad, L.; Lawrence, D.; Muir, J. F.; Nisbett, N., ... Whiteley, R. (2010). The future of the global food system. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 365, 1554.

Grau, R., & Hamm, R. (1953). Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. *Naturwissenschaften*, 40, 29-30.

Haal, T. E., & Amberg, S. M. (2013). Factors influencing consumption of farmed seafood products in the Pacific northwest. *Appetite*, 66, 1-9.

Hartman, L., & Lago, R. C. A. (1973). Rapid preparation of fatty acids methyl esters. *Laboratory Practice*, 22, 475-476.

Hashemi, A., & Jafarpour, A. (2016). Rheological and microstructural properties of beef sausage bater formulated with fish fillet mince. *Journal of Food science and Technology*, 53, 601-610.

Herrero, A. M., Ordóñez, J. A., Avila, R., Herranz, B., Hoz, L., & Cambero, M. I. (2007). Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77, 331-338.

Huda, N., Alistair, T. L. J., Lim, H. W., & Nopianti, R. (2012). Some quality characteristics of Malaysian commercial fish sausages. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11, 700–705.

Jayathilakan, K., Sultana, K., & Radhakrishna, K. (2012). Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 278-293.

Johns, D. J., Lindroos, A. K., Jebb, S. A., Sjöström, L., Carlsson, L. M. S., & Ambrosini, G. L. (2015). Dietary patterns, cardiometabolic risk factors, and the incidence of cardiovascular disease in severe obesity. *Obesity*, 23, 1063-1070.

Josquin, N. M., Linssen, J. P. H., & Houben, J. H. (2012). Quality characteristics of Dutch-style fermented sausages manufactured with partial replacement of pork back-fat with pure, pre-emulsified or encapsulated fish oil. *Meat Science*, 90, 81-86.

Juárez, N. Aldai, Ó., López-Campos, M. E. R., Dugan, B., Uttaro, & J. L. Aalhus. Beef texture and juiciness. In: Hui Y. H, editor. *Handbook of Meat and Meat Processing*. (2th. ed.). CRC. 2012. 177-188.

Kin, S., Morrison, R., Tolentino, A. C., Pham, A. J., Smith, B. S., Kim, T., ... Schilling, M. W. (2013). Sensory and physicochemical properties of smoked catfish sausages. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22, 496-507.

Kris-Etherton, P., Lefevre, M., Mensink, R., Petersen, B., Fleming, J., & Flickinger, B. (2012). Trans fatty acid intakes and food sources in the U.S. population: NHANES 1999–2002. *Lipids*, 47, 931–940.

Kobayashi, M., Msangi, S., Batka, M., Vannuccini, S., Dey, M. M., & Anderson, J. L. (2015). Fish to 2030: The Role and Opportunity for Aquaculture. *Journal aquaculture economics and management*, 19, 282-300.

Lago, A. M. T., Vidal, A. C. C., Schiassi, M. C. E. V., Reis, T., Pimenta, C., & Pimenta, M. E. S. G. (2017). Influence of the addition of minced fish on the preparation of fish sausage: effects on sensory properties. *Journal of Food Science*, 82, 492-499.

Lai, V. M. F., Wong, P. A. L., & Lii, C. Y. (2000). Effects of cation properties on sol-gel transition and gel properties of kappa carrageenan. *Journal of Food Science*, 65, 1332-1337.

Larosa, G., Carvalho, M. R. B., Vidotti, R. M., Lima, T. M. A., & Alves, V. F. (2012). Elaboration of meat product of Tilapia with antioxidants aiming its use as filling or accompaniment of the meal. *Alimentação e Nutrição*, 23, 609-617.

Liu, Y., Ma, D. H., Wang, X. C., Liu, L. P., Fan, Y. P., & Cao, J. X. (2015). Prediction of chemical composition and geographical origin traceability of Chinese export tilapia fillets products by near infrared reflectance spectroscopy. *LWT - Food Science and Technology*, 60, 1214-1218.

Lourenço, L. F. H., Galvão, G. C. S., Ribeiro, S. C. A., Ribeiro, C. F. A., & Park, K. J. (2012). Fat substitutes in processing of sausages using piramutaba waste. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1269-1277.

Marchetti, L., Andrés, S. C., & Califano, A. N. (2013). Textural and thermal properties of low-lipid meat emulsions formulated with fish oil and different binders. *LWT – Food Science and technology*, 51, 514-523.

Martín-Sánchez, A. M., Navarro, C., Pérez-Álvarez, J. A., & Kuri, V. (2009). Alternatives for efficient and sustainable production of surimi: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 359-374.

Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*. London: CRP Press, Inc.

Mélo, H. M. G., Moreira, R. T., Dálmas, P. S., Maciel, M. I. S., Barbosa, J. M., & Mendes, E. S. (2011). Feasibility of using mechanically deboned meat (MDM) of Nile Tilapia to produce an emulsified type of sausage. *ARS Veterinaria*, 27, 22-29.

Mello, S. C. R. P., Freitas, M. Q., São Clemente, S. C., Franco, R. M., Nogueira, E. B., & Freitas, D. D. G. C. (2012). Development and bacteriological, chemical and sensory characterization of fishburgers made of Tilapia minced meat and surimi. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64, 1389-1397.

Menegazzo, L. M., Petenucci, M. E., & Fonseca, G. G. (2016). Quality assessment of Nile tilapia and hybrid sorubim oils during low temperature storage. *Food Bioscience*, 16, 1-4.

Micha, R., & Mozaffarian, D. (2010). Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. *Lipids*, 45, 893-905.

Morais, S. M., & Magalhães, E. F. (2004). Fatty acid profile and cholesterol content of chicken and quail eggs and tilapia meat from Northeastern Brazil. *Ciência Animal*, 14, 21-27 (in Portuguese).

Moreira, R. T., Lemos, A. L. S. C., Mendes, E. S., Honório, Y. F., Guimarães, J. L., & Cristianini, M. (2006). Microstructural characterization of an emulsified Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) product. *Journal of food technology*, 9, 217-221.

Moreira, R. T., Lemos, A. L. S. C., Harada, M. M., Cipolli, K., Mendes, E. S., ... Cristianini, M.. (2008). Development and acceptance of "mortadela" emulsified sausage elaborated with Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Revista Higiene Alimentar*, 22, 47-53 (in Portuguese).

Moreira, A. B., Visentainer, J. V., Souza, N. E., & Matsushita, M. (2001). Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon Freshwater Fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14, 565-574.

Nestel, P. J. (2000). Fish oil and cardiovascular disease: lipids and arterial function. *The American Journal Clinical Nutrition*, 71, 228-231.

Oliveira, A. C. M., Himelbloom, B. H., Montazeri, N., Davenport, N., Biceroglu, H., ... Crapo, C. A. (2014). Development and characterization of fish sausages supplemented with salmon oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 1641-1652.

Oliveira, I. S., Lourenço, L. F. H., Sousa, C. L., Joele, M. R. S. P., & Ribeiro, S. C. A. (2015). Composition of MSM from Brazilian catfish and technological properties of fish flour. *Food Control*, 50, 38-44.

Oliveira Filho, P. R. C., Fávaro-Trindade, C. S., Trindade, M. A., Balieiro, J. C. C., & Viegas, E. M. M. (2010). Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submitted to cold storage. *Scientia Agricola*, 67, 183-190.

Oliveira Filho, P. R. C., Netto, F. M., Ramos, K. K., Trindade, M. A., & Macedo-Viegas, E. M. (2010). Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53, 1383-1391.

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, 222–237.

Olivo, R., & Shimokomaki, M. (2006). Factors influencing the characteristics of raw materials and their technological implications. In: Shimokomaki, M.; Olivo, R.; Terra, N. N.; Franco, B. D. G. M. *Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes*. São Paulo: Varela, pp. 17-27.

Olopade, O. A., Taiwo, I. O., Lamidi, A. A., & Awonaike, O. A. (2016). Proximate composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and Tilapia Hybrid (Red Tilapia) from Oyan Lake, Nigeria. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 73, 19-23.

Palmeira, K. R., Mársico, E. T., Monteiro, M. L. G., Lemos, M., & Conte Júnior, C. A. (2015). Ready-to-eat products elaborated with mechanically separated fish meat from waste processing: challenges and chemical quality. *CyTA - Journal of Food*, 14, 227-238.

Parks, L. L., & Carpenter, J. A. (1987). Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems. *Journal of Food Science*, 52, 271-274.

Pieniak, Z., Vanhonacker, F., & Verbeke, W. (2013). Consumer knowledge and use of information about fish and aquaculture. *Food Police*, 40, 25-30.

Phillips, C. M., Kesse - Guyot, E., Mcmanus, R., Hercberg, S., Lairon, D.; Planells, R., & Roche, H. M. (2012). High dietary saturated fat intake accentuates obesity risk associated with the fat mass and obesity-associated gene in adults. (Biochemical, Molecular and Genetic Mechanisms). *The journal of nutrition*, 142, 824-828.

Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016). Review: Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology*, 34, 58-69.

Severini, C., De Pilli, T., & Baiano, A. (2003). Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in 'salami' products: Effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Science*, 64, 323-331.

Simopoulos, A.P., Leaf, A. & Salem Jr., N. (1999). Workshop on the essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. *Journal of the American College of Nutrition*, 18, 487-489.

- Sleder, F., Cardoso, D. A., Savay-da-Silva, L. K., Abreu, J. S., Oliveira, A. C. S., & Almeida Filho, E. S. (2015). Development and characterization of a tambaqui sausage. *Ciência e Agrotecnologia*, 39, 604-612.
- Souza, W. (1998). *Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicada às ciências biológicas*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise.
- Statística. (2005). *Statística 7.0*, EUA Software. Tucksá: StatSof.
- Stone, H., & Sidel, J. L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*. (2th. ed.). London: Academic Press Incorporated.
- Su, Y. K., Bowers, J. A., & Zayas, J. F. (2000). Physical Characteristics and Microstructure of Reduced-fat Frankfurters as Affected by Salt and Emulsified Fats Stabilized with Nonmeat Proteins. *Journal of Food Science*, 65, 123-128.
- Surasani, V. K. R. (2016). Application of food extrusion process to develop fish meat-based extruded products. *Food engineering reviews*, 8, 448-456.
- Tabela Brasileira de Composição Química de Alimentos (TACO). Universidade Estadual de Campinas. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Versão 2. Retrieved from: http://www.unicamp.br/nepa/taco_ Access in: 25 set 2017.
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRD). Versão 6.0. São Paulo, 2017. Retrieved from: <http://www.fcf.usp.br/tbca/>. Access in: 25 jan 2018.

Teixeira, E., Meinert, E., & Barbetta, P. A. (1987). *Sensory analysis of food*. Florianópolis: UFSC (in Portuguese).

Tabilo-Munizaga, G., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white: microstructure and water-holding capacity. *LWT – Food Science and technology*, 38, 47–57.

U.S. Department of Health and Human Services & U.S. Department of Agriculture, 2015.

Vanderzant, C.; Spillstoesser, D. F. (1992). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. (3th. ed.). Washington: APHA.

Vendramini, A. L. A. Beneficiamento do pescado. (2015). Caminhos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da URFJ. In: Addor, F. (Org.). *Extensão e políticas públicas: o agir integrado para o desenvolvimento social*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.

WHO Study Group (2003). Technical report series, No. 916. Geneva: World Health Organization.

Xavier, H. T., Izar, M. C., Faria Neto, J. R., Assad, M. H., Rocha, V. Z., Sposito A. C., ... Ramires, J. A. F. (2013). Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 100, 30.

Yan, N., & Chen, X. (2015). Don't waste seafood waste: Turning cast-off shells into nitrogen-rich chemicals would benefit economies and the environment. *Nature*, 524, 155-158.

Yousefi, A., & Moosavi-Nasab, M. (2014). Textural and chemical attributes of minced fish sausages produced from Talang Queenfish (*Scomberoides commersonianus*) minced and surimi. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13, 228-241.

Youssef, M. K., & Barbut, S. (2010). Physicochemical Effects of the Lipid Phase and Protein Level on Meat Emulsion Stability, Texture, and Microstructure. *Journal of food Science s: sensory and food quality*, 75, 108-114.

Yunes, J. F. F., Cavaleiro, C. P., Milani, L. I. G., Scheeren, M. B., Blazquez, F. J. H., ... Terra, N. N. (2013). Efeito da substituição da gordura suína por óleos vegetais nas características de qualidade, estabilidade oxidativa e microestrutura de mortadela. *Semina: Ciências Agrárias*, 34, 1205-1216.

Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J. & Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86, 15–31.

Zotos, A., & Vouzanidou, M. (2012). Seasonal Changes in composition, fatty acid, cholesterol and mineral content of six highly commercial fish species of Greece. *Food Science and Technology International*, 18, 1-11.

Fig. 1. Micrograph of secondary electrons of sample M1.

Fig. 2. Micrograph of secondary electrons of sample M2.

Fig. 3. Acidity (A) and pH (B) of mortadella with Tilapia CMS and low pork fat during refrigerated storage. M1 (—■—) - Mortadella without added pork fat and M2 (—●—) - Mortadella added with 5% swine fat.

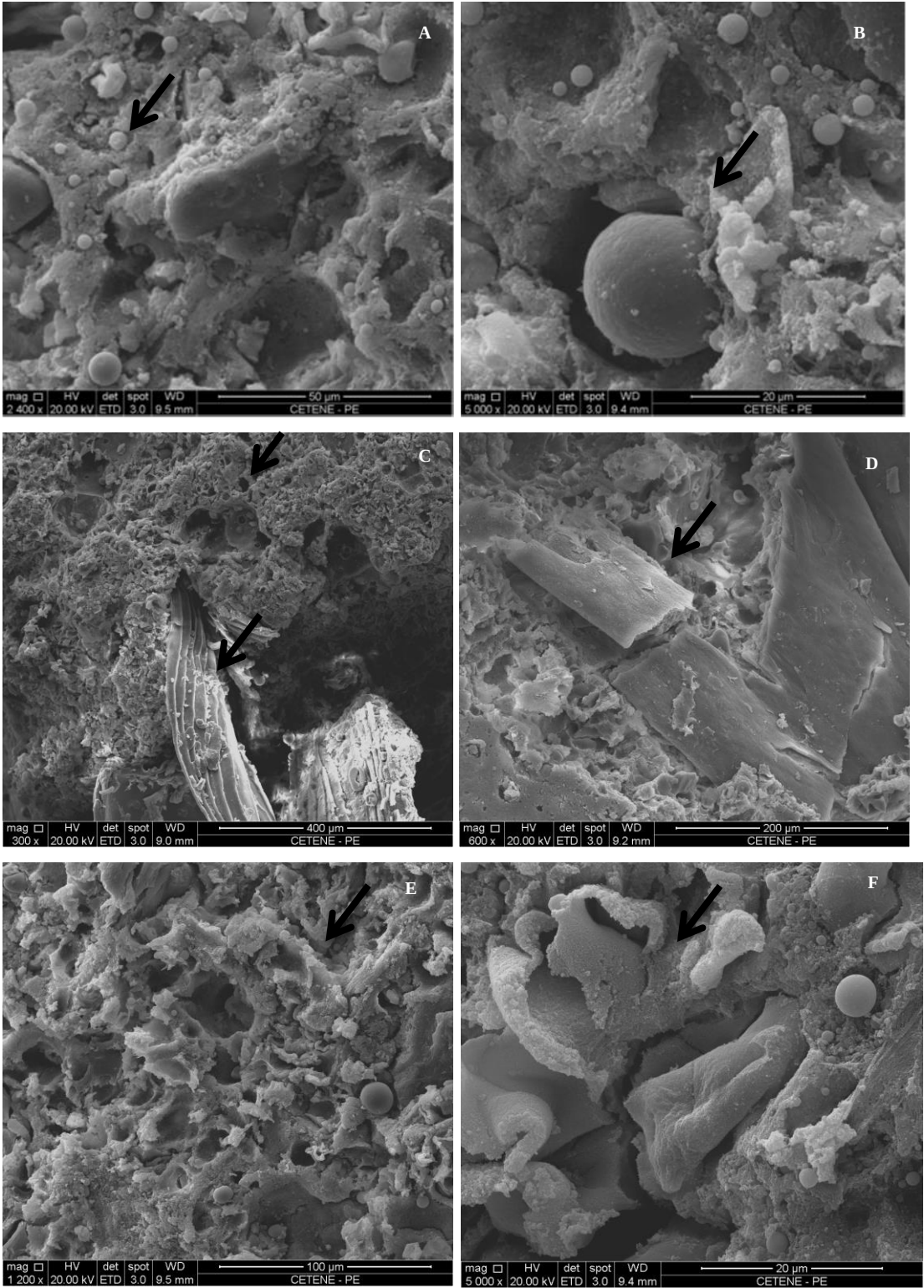


Fig. 1.

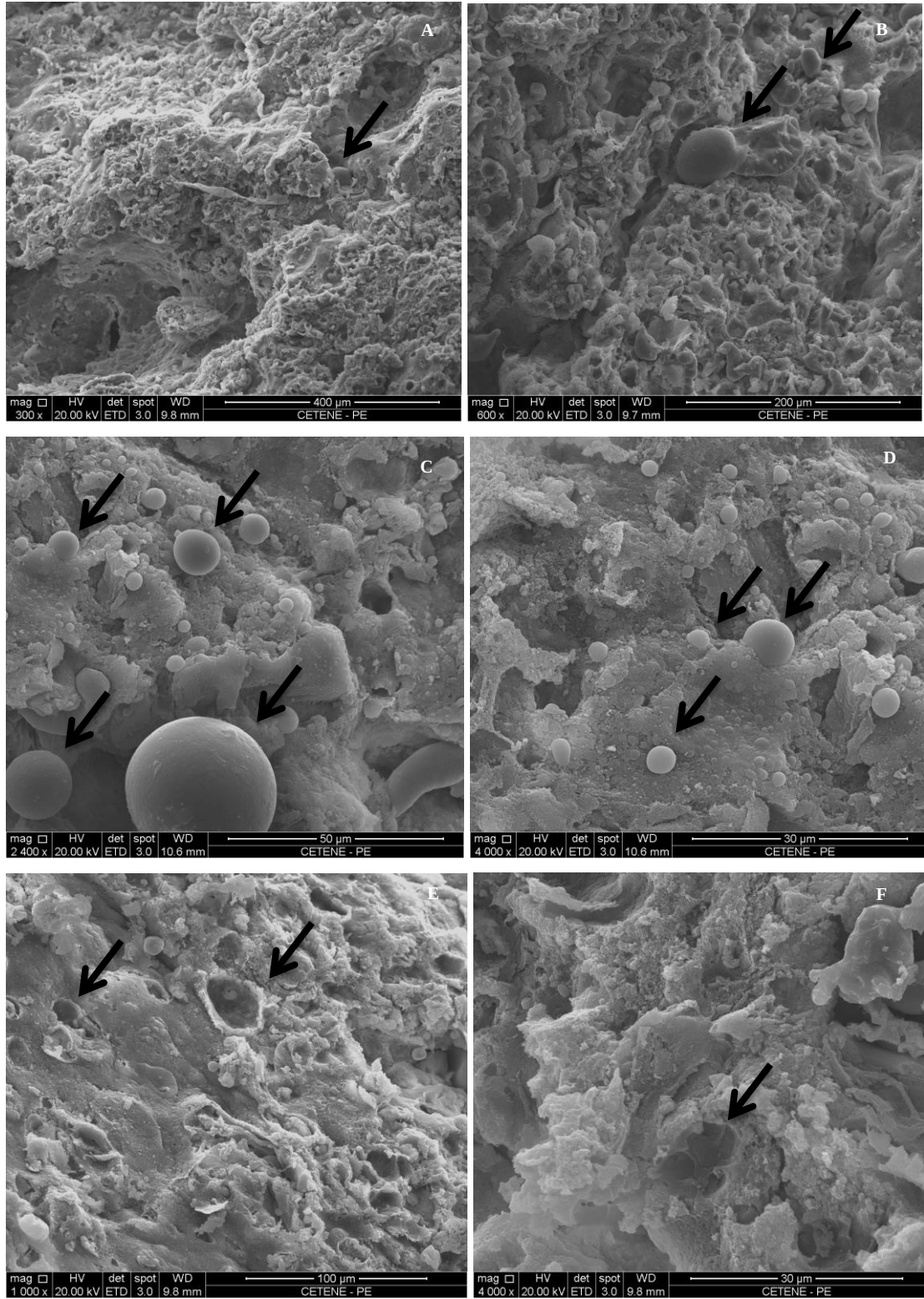


Fig. 2.

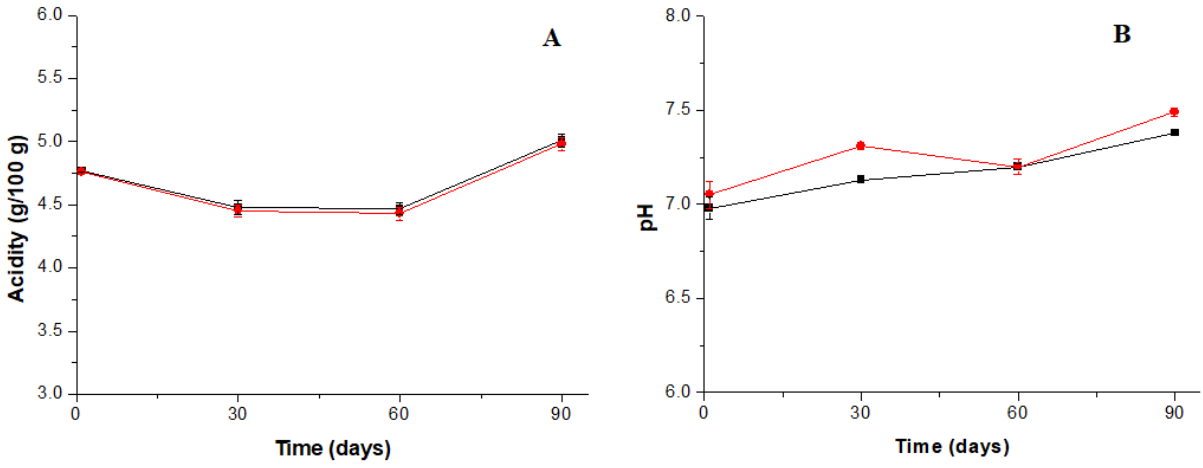


Fig. 3.

Table 1. Mean values obtained in the analysis of the texture profile (TPA) and shear force of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.

Technological parameters	Days	Mortadella	
		M1	M2
Hardness (Kgf)	1	2.87 ±0.85 ^{ab}	2.76 ±0.38 ^a
	30	3.07 ±0.25 ^{a*}	1.79 ±0.40 ^b
	60	3.27 ±0.45 ^{a*}	2.64 ±0.24 ^a
	90	2.30 ±0.58 ^{b*}	1.18 ±0.21 ^c
Springiness (mm)	1	0.88 ±0.03	0.86 ±0.02
	30	0.89 ±0.04	0.87 ±0.04
	60	0.88 ±0.01	0.87 ±0.01
	90	0.86 ±0.09	0.85 ±0.03
Cohesiveness (Kg)	1	0.57 ±0.01	0.55 ±0.02 ^a
	30	0.57 ±0.01 [*]	0.45 ±0.09 ^b
	60	0.54 ±0.06	0.54 ±0.06 ^a
	90	0.52 ±0.08 [*]	0.39 ±0.05 ^c
Chewiness (g.mm)	1	1.41 ±0.37	1.30 ±0.18 ^a
	30	1.57 ±0.12 [*]	0.80 ±0.20 ^b
	60	1.56 ±0.31 [*]	1.27 ±0.16 ^a
	90	1.35 ±0.17 [*]	0.39 ±0.07 ^c
Shear force (Kgf)	1	0.64 ±0.05 [*]	0.50 ±0.08 ^{ab}
	30	0.64 ±0.08 [*]	0.54 ±0.08 ^a
	60	0.63 ±0.09 [*]	0.54 ±0.10 ^a
	90	0.58 ±0.09 [*]	0.43 ±0.09 ^b

M1 - Mortadella without the addition of pork fat; M2 - Mortadella added with 5% pork fat.

*Mean ± standard deviation differed by Student t-test ($p < 0.05$) between treatments.

^{a-c}Mean ± standard deviation with different lowercase letters in the same column differed by Tukey's test ($p < 0.05$) over time.

Table 2. Mean values obtained in the instrumental color analyse of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.

Instrumental Color	Days	Mortadella	
		M1	M2
L*	1	62.97 ±0.61 ^{ab}	63.93 ±0.81 ^a
	30	63.20 ±1.49 ^{ab}	63.69 ±0.36 ^a
	60	61.09 ±0.68 ^b	63.41 ±0.23 ^{ab*}
	90	63.81 ±0.46 ^a	62.48 ±0.41 ^b
a*	1	8.62 ±0.34	8.48 ±0.14 ^{ab}
	30	9.02 ±0.23 [*]	8.60 ±0.23 ^{ab}
	60	8.65 ±0.30	8.65 ±0.22 ^a
	90	8.46 ±0.31	8.23 ±0.16 ^b
b*	1	11.58 ±0.16 ^b	12.02 ±0.24 ^{c*}
	30	11.91 ±0.16 ^{ab}	12.20 ±0.19 ^{bc}
	60	12.24 ±0.57 ^{ab}	12.74 ±0.43 ^b
	90	12.59 ±0.11 ^a	13.50 ±0.17 ^{a*}

M1 - Mortadella without the addition of pork fat; M2 - Mortadela added with 5% pork fat.

*Mean ± standard deviation differed by Student t-test ($p < 0.05$) between treatments.

^{a-c}Mean ± standard deviation with different lowercase letters in the same column differed by Tukey's test ($p < 0.05$) over time.

Table 3. Mean values obtained in the physical and physicochemical analyzes of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.

Variable	Days	Mortadella	
		M1	M2
WRC (%)	1	62.33 $\pm$ 0.64 ^c	66.00 $\pm$ 0.25 ^{b*}
	30	65.01 $\pm$ 0.33 ^b	63.54 $\pm$ 0.20 ^d
	60	66.93 $\pm$ 0.05 ^{a*}	65.06 $\pm$ 0.14 ^c
	90	67.27 $\pm$ 0.29 ^a	68.84 $\pm$ 0.02 ^a
Aw	1	0.975 $\pm$ 0.002 ^a	0.972 $\pm$ 0.002 ^a
	30	0.968 $\pm$ 0.001 ^b	0.970 $\pm$ 0.000 ^b
	60	0.970 $\pm$ 0.000 ^b	0.970 $\pm$ 0.000 ^b
	90	0.970 $\pm$ 0.000 ^b	0.970 $\pm$ 0.000 ^b
Moisture (g/100 g)	1	64.49 $\pm$ 0.05 ^{c*}	61.90 $\pm$ 0.07 ^c
	30	64.89 $\pm$ 0.08 ^{b*}	63.16 $\pm$ 0.02 ^a
	60	65.76 $\pm$ 0.08 ^{a*}	62.32 $\pm$ 0.11 ^b
	90	64.60 $\pm$ 0.05 ^{c*}	62.03 $\pm$ 0.18 ^{bc}
Dry matter (g/100 g)	1	35.48 $\pm$ 0.06 ^a	38.10 $\pm$ 0.07 ^{a*}
	30	35.11 $\pm$ 0.08 ^b	36.84 $\pm$ 0.02 ^{c*}
	60	34.24 $\pm$ 0.09 ^c	37.71 $\pm$ 0.17 ^{b*}
	90	35.40 $\pm$ 0.05 ^a	37.97 $\pm$ 0.18 ^{ab*}
Ashes (g/100 g)	1	4.29 $\pm$ 0.04 ^{bc}	4.32 $\pm$ 0.03
	30	4.38 $\pm$ 0.06 ^{ab}	4.23 $\pm$ 0.29
	60	4.45 $\pm$ 0.03 ^a	4.50 $\pm$ 0.10
	90	4.19 $\pm$ 0.05 ^c	4.26 $\pm$ 0.06
Calcium (g/100 g)	1	0.53 $\pm$ 0.00	0.80 $\pm$ 0.00 ^{*a}
	30	0.53 $\pm$ 0.01	0.80 $\pm$ 0.01 ^{*a}
	60	0.53 $\pm$ 0.00	0.53 $\pm$ 0.01 ^b
	90	0.53 $\pm$ 0.00	0.53 $\pm$ 0.01 ^b
Sodium chloride (g/100 g)	1	2.74 $\pm$ 0.03	2.79 $\pm$ 0.09
	30	2.70 $\pm$ 0.03	2.74 $\pm$ 0.09
	60	2.86 $\pm$ 0.09	2.90 $\pm$ 0.03
	90	2.83 $\pm$ 0.09	2.88 $\pm$ 0.03
Proteins (g/100 g)	1	14.03 $\pm$ 0.10 ^{*a}	13.61 $\pm$ 0.02 ^a
	30	12.75 $\pm$ 0.05 ^{*b}	12.37 $\pm$ 0.07 ^{bc}
	60	13.71 $\pm$ 0.25 ^{*a}	12.61 $\pm$ 0.24 ^b
	90	12.84 $\pm$ 0.08 ^{*b}	12.02 $\pm$ 0.13 ^c
Lipids (g/100 g)	1	11.88 $\pm$ 0.01 ^b	14.59 $\pm$ 0.13 ^{*c}
	30	12.43 $\pm$ 0.01 ^a	14.48 $\pm$ 0.01 ^{*c}
	60	11.08 $\pm$ 0.05 ^c	15.06 $\pm$ 0.16 ^{*b}
	90	12.41 $\pm$ 0.02 ^a	15.85 $\pm$ 0.06 ^{*a}
Cholesterol (mg/100 g)	1	65.56 $\pm$ 1.86 ^b	73.09 $\pm$ 1.46 ^{*b}
	30	74.03 $\pm$ 1.20 ^a	71.27 $\pm$ 0.19 ^b
	60	71.54 $\pm$ 0.36 ^a	72.82 $\pm$ 0.30 ^b
	90	74.72 $\pm$ 0.90 ^a	82.80 $\pm$ 1.31 ^{*a}
Calories (Kcal/100 g)	1	184.14 $\pm$ 0.23 ^c	208.09 $\pm$ 0.88 ^{*b}
	30	192.00 $\pm$ 0.33 ^a	195.89 $\pm$ 1.47 ^{*c}

	60	174.54 ±0.53 ^d	207.97 ±0.17* ^b
	90	186.90 ±0.19 ^b	214.48 ±0.67* ^a
	1	0.15 ±0.00 ^d	0.14 ±0.01 ^c
TBARs (mg de MDA/Kg)	30	0.21 ±0.02* ^c	0.17 ±0.01 ^b
	60	0.24 ±0.00 ^b	0.36 ±0.17* ^a
	90	0.30 ±0.01 ^a	0.35 ±0.01* ^a

M1 - Mortadella without the addition of pork fat; M2 - Mortadella added with 5% pork fat. WRC – Water

Retention Capacity; Aw - Water Activity; TBARs - Index of thiobarbituric acid reactive substances.

*Mean ± standard deviation differed by Student t-test ($p < 0.05$) between treatments.

^{a-d}Mean ± standard deviation with different lowercase letters in the same column differed by Tukey's test ($p < 0.05$) over time.

Table 4. Profile of fatty acids¹ of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.

Fatty Acids	Mortadella			
	1° day		90° day	
	M 1	M2	M1	M2
C12:0	0.01	0.01	0.01	0.01
C14:0	0.32	0.33	0.31	0.33
C14:1	0.02	0.02	0.02	0.02
C15:0	0.02	0.02	0.02	0.02
C16:0	2.51	3.12	2.68	3.36
C16:1	0.65	0.67	0.67	0.69
C17:0	0.03	0.04	0.03	0.04
C17:1	0.01	0.04	0.03	0.04
C18:0	0.64	1.00	0.70	1.13
C18:1	0.07	0.07	0.07	0.08
C18:1	4.05	5.17	4.29	5.7
C18:2	0.07	0.04	0.05	0.05
C18:2	1.61	2.1	1.61	2.23
C20:0	0.02	0.03	0.02	0.03
C18:3	0.11	0.10	0.11	0.10
C18:3	0.31	0.34	0.19	0.23
C20:1	0.00	0.00	0.15	0.17
C21:0	0.00	0.00	0.02	0.02
C20:2	0.07	0.09	0.07	0.1
C22:0	0.01	0.02	0.01	0.02
C20:3	0.09	0.08	0.09	0.09
C20:3	0.00	0.00	0.02	0.02
C22:1	0.02	0.03	0.00	0.00
C20:4	0.12	0.11	0.12	0.11
C22:2	0.01	0.00	0.00	0.00
C20:5	0.03	0.03	0.03	0.03
C24:0	0.01	0.00	0.01	0.01
C24:1	0.00	0.00	0.08	0.08
C22:5	0.05	0.04	0.05	0.05

C22:6	0.07	0.07	0.08	0.07
SFA	3.58	4.57	3.81	4.98
MUFA	4.74	5.93	5.24	6.70
PUFA	2.46	2.98	2.37	3.02
Trans-isômeros totais	0.14	0.11	0.12	0.13
Ômega 3 (n3)	0.46	0.48	0.37	0.39
Ômega 6 (n6)	2.00	2.49	2.00	2.63
n6/n3	4.35	5.19	5.41	6.74
IFA:SFA	2.01	1.95	2.00	1.95

M1 - Mortadella without the addition of pork fat; M2 - Mortadella added with 5% pork fat.

¹Fatty acids in g/100 g of total fatty acids. SFA: saturated fatty acids; MUFA: monounsaturated fatty acids;

PUFA: polyunsaturated fatty acids; IFA: unsaturated fatty acids (MUFA + PUFA).

Table 5. Mean scores of the sensory acceptance and purchase intention tests of mortadellas with Tilapia MSM and low pork fat content during refrigerated storage.

Attributes	Days	Mortadella	
		M1	M2
Appearance	1	7.80 ±0.97	7.62 ±1.14
	30	8.03 ±0.78	7.97 ±0.88
	60	7.85 ±0.77	7.77 ±0.84
	90	7.91 ±0.82	7.83 ±0.91
Color	1	7.53 ±1.15 ^b	7.39 ±1.16 ^b
	30	7.94 ±0.79 ^a	7.94 ±0.78 ^a
	60	7.64 ±0.84 ^{ab}	7.64 ±0.86 ^{ab}
	90	7.71 ±0.82 ^{ab}	7.71 ±0.83 ^{ab}
Aroma	1	7.62 ±1.21	7.63 ±1.15
	30	7.88 ±0.89	7.78 ±1.00
	60	7.69 ±1.05	7.62 ±1.02
	90	7.66 ±1.07	7.61 ±1.04
Specific mortadella flavor	1	7.67 ±1.16 ^b	7.56 ±1.34
	30	8.20 ±0.74 ^a	7.96 ±1.05
	60	7.82 ±1.04 ^b	7.62 ±1.16
	90	7.77 ±1.11 ^b	7.67 ±1.07
Specific fish flavor	1	7.32 ±1.25 ^b	7.09 ±1.49 ^b
	30	7.96 ±0.93 ^a	7.69 ±1.10 ^a
	60	7.70 ±0.96 ^{ab}	7.61 ±1.01 ^a
	90	7.62 ±1.09 ^{ab}	7.64 ±1.01 ^a
Texture	1	7.67 ±1.26	7.55 ±1.23 ^b
	30	8.06 ±0.91	7.98 ±0.90 ^a
	60	7.90 ±0.98	7.73 ±1.05 ^{ab}
	90	7.88 ±0.99	7.82 ±0.93 ^{ab}
Overall assessment	1	7.88 ±0.81 ^b	7.70 ±1.02 ^b
	30	8.17 ±0.73 ^a	8.06 ±0.79 ^a
	60	7.94 ±0.74 ^{ab}	7.82 ±0.87 ^{ab}
	90	7.88 ±0.89 ^b	7.73 ±0.93 ^b
Intention to purchase	1	4.44 ±0.70*	4.03 ±1.00
	30	4.55 ±0.72*	4.32 ±0.90
	60	4.56 ±0.69*	4.02 ±1.05
	90	4.36 ±0.77*	4.00 ±0.95

M1 - Mortadella without the addition of pork fat; M2 - Mortadella added with 5% pork fat.

*Mean ± standard deviation differed by Student t-test ($p < 0.05$) between treatments.

^{a-b}Mean ± standard deviation with different lowercase letters in the same column differed by Tukey's test ($p < 0.05$) over time.

APÊNDICE H – Capítulo de Livro publicado no livro *Nutrição e saúde: os desafios da interdisciplinaridade nos ciclos da vida humana* (ISBN: 978-85-92522-10-0 - on-line).

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS CÂRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

CAPÍTULO 15

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS CÂRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Heloísa Maria Ângelo JERÔNIMO ¹

Jéssica Lima de MORAIS ²

Aryane Ribeiro da SILVA ³

Tânia Lúcia Montenegro STAMFORD⁴

¹ Professora do CES/ UFCG; ²Aluna do curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos UFPB; ³ Graduanda do curso de Nutrição UFCG/CES; ⁴ Orientadora/Professora do Departamento de Nutrição/UFPE. Jessicamorais-pb@hotmail.com

RESUMO: O aproveitamento dos resíduos de pescado para a elaboração de novos produtos, representa uma excelente alternativa para solucionar a problemática do baixo consumo de pescado no Brasil, uma vez que o principal entrave para o aumento do seu consumo eram a falta de praticidade e de padronização do produto, nos quesitos sabor, presença ou não de espinhas, forma de preparo e valor nutricional. O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre como assunto vem sendo abordado e trabalhado no Brasil, no âmbito da indústria de beneficiamento de pescado e na tecnologia de alimentos cárneos embutidos. A revisão foi realizada de artigos científicos e periódicos datados de 2002 a 2016, pesquisados em bases de dados – Sciense Direct, Scielo, Pubmed. Com base na revisão realizada pode-se observar que o aproveitamento dos resíduos de pescado para a elaboração de novos produtos, representa uma excelente alternativa a elaboração de embutido emulsionado de CMS de Tilápia pode ser uma alternativa viável, do ponto de vista econômico, social,

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

nutricional, para contribuir com a ampliação do consumo de pescado, a oferta de um alimento com um ótimo teor de proteínas e aumentar a produtividade dos negócios da área. Ressalta-se também a escassez de estudos com ênfase no processamento de embutido emulsionado, o que impulsiona a realização de mais estudos sobre o tema.

Palavras-chave: Tilápia. Embutidos emulsionados. Gordura animal.

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura mundial está se destacando mais do que qualquer outro setor de atividade primária, provavelmente pelo aumento crescente da população e, conseqüentemente, em virtude do aumento da demanda por alimentos saudáveis e ricos em nutrientes (SIMÕES et al., 2007).

A tilápia apresenta características típicas dos peixes preferidos pelo consumidor, tais como carne branca de textura firme, sabor delicado e fácil filetagem, não tendo espinha em “Y” nem odor desagradável (SOUZA, 2002), além de possuir características que a colocam como uma das principais espécies cultivadas comercialmente. Dentre essas características se destacam: facilidade de reprodução e obtenção de lavinos, a possibilidade de manipulação hormonal do sexo para produção de machos, aceitação de diversos alimentos, excelente crescimento em cultivo extensivo e resistência a doenças (SIMÕES et al., 2007).

Todavia, apesar da produção de peixes está em constante crescimento no Brasil, ainda tem-se registrado um dos menores índices de consumo de pescado *per capita* em todo mundo. Atribuindo-se o baixo consumo a falta de tradição

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

(gosto e hábitos do consumidor), assim como a falha da indústria processadora em não desenvolver produtos de conveniência e fácil preparo (UYHARA et al., 2008).

Moreira (2005) afirmou que a indústria de pescado não tem sido inovadora, quando comparada às indústrias de carnes e aves, que fazem melhor uso da matéria-prima e desenvolvem outra via de incorporação da mesma, na forma de diferentes opções de produtos alimentícios contribuindo para a melhor satisfação do consumidor.

O termo resíduo refere-se a todos os subprodutos e sobras do processamento dos alimentos que são de valor relativamente baixo. Os resíduos da industrialização do pescado podem ser divididos em 4 categorias de acordo com seu aproveitamento: ração para animais, consumo humano, fertilizantes, óleos e produtos químicos, sendo o mais utilizado a elaboração de farinha e óleo de pescado (OETTERER et al., 2001; VIEGAS; SOUZA, 2004).

Os resíduos de filetagem podem ser aproveitados principalmente na elaboração de silagem para a nutrição animal (OLIVEIRA et al., 2006) ou para a extração da carne mecanicamente separada a qual pode ser usada como matéria-prima para a elaboração de diversos produtos, dentre os quais, os embutidos tipo mortadela.

A carne de pescado é reconhecida por ser um alimento saudável e de ótima qualidade nutricional, destaca-se, portanto que a produção de embutidos de pescado elaborado com gorduras de origem vegetal representa uma alternativa promissora para atrair consumidores que nos dias atuais buscam alimentos que além de saudáveis sejam de fácil preparo, acessíveis e de alto valor nutricional.

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

A substituição da gordura animal por óleos vegetais poderá promover uma melhora substancial na qualidade nutricional, através da relação n-6/n-3, aumento na relação poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) e redução do teor de colesterol dos embutidos (YUNESI et al., 2013). O desenvolvimento desses produtos, por serem de fácil preparo e livre de espinhas, pode favorecer o aumento do consumo da carne de pescado, uma vez que o consumo de pescado no Brasil é considerado baixo se comparado a outras fontes proteicas de origem animal.

Considerando-se que a produção de produtos que visem tanto o aproveitamento dos resíduos da tilápia, como o desenvolvimento de alimentos de fácil consumo e ricos em nutrientes que atraiam o consumidor, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre como assunto vem sendo abordado e trabalhado no Brasil, no âmbito da indústria de beneficiamento de pescado e na tecnologia de alimentos cárneos embutidos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se uma revisão de literatura que utiliza as bases de dados LILACS, MEDLINE PERIODICOS CAPES, SCIENCE DIRECT, SCIELO E PUBMED a fim de identificar artigos científicos publicados no período de 2002 a 2016. A busca nas fontes supracitadas foi realizada tendo como termo indexador "*Embutidos emulsionados*" AND "*tilápia*", e seu correspondente em inglês "*nutrition education*" AND "*Emulsified emulsions*" e "*tilápia*". As publicações foram pré-

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

selecionadas pelos títulos, os quais deveriam conter como primeiro critério o termo completo e/ou referências a composição nutricional de embutidos/tecnologia aplicadas a elaboração de embutidos ou utilização de gordura animal na elaboração de embutidos e no caso dos artigos acompanhada da leitura dos resumos disponíveis.

Foram incluídas publicações em inglês e português que atenderam aos critérios de se tratar de uma pesquisa, um estudo de utilização de novas tecnologias na produção de embutidos; de apresentar como metodologia a descrição, aplicação dessas novas tecnologias, reaproveitamento de carne mecanicamente separada de pescados no desenvolvimento de embutidos. Em seguida foram excluídos artigos repetidos em diferentes bases de dados. Realizou-se então uma pesquisa complementar no portal de periódicos da Capes e nas referências dos artigos selecionados com intuito de ampliar o campo empírico a ser analisado, e incluíram-se publicações que atendiam aos critérios supracitados. Ao final, foram selecionados artigos resultantes das pesquisas nas bases e da pesquisa complementar para compor esta revisão.

A análise do material empírico selecionado tomou como referência a categorização dos estudos de acordo com o tipo do estudo e objetivos, local de realização da pesquisa, ano de publicação, as revistas nas quais foram veiculados, metodologias utilizadas e principais resultados encontrados.

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O CONSUMO DE PESCADO NO BRASIL

O brasileiro está consumindo mais pescado. O estudo realizado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura revela um aumento no consumo de pescado *per capita* no país. Ocorreu um crescimento de 6,46 kg para 9,03 kg por habitante/ano entre 2003 e 2009, o que representou um aumento de 40 % nos últimos sete anos. Entretanto, o consumo de pescado *per capita* no Brasil ainda não atende a recomendação da OMS que é de 12 kg habitante ano. O Brasil está entre os maiores consumidores de carne bovina do mundo, enquanto que em relação ao consumo de pescado o país ocupa uma das últimas posições (PESTANA; OSTRENSKY, 2008).

Os produtos industrializados, oriundos da aquicultura, têm um grande mercado para ser explorado no Brasil, a exemplo do que ocorre em vários países, onde a diversidade de produtos industrializados é muito grande. O processamento e a industrialização permitem não só agregar valor, como também contribuir para a popularização do consumo do produto, como ocorreu na cadeia produtiva do frango, cuja expansão e a consolidação da atividade só se deram após uma mudança significativa nas formas de apresentação dos produtos (OSTRENSKY; BOEGER; CHAMMAS, 2008).

3.2 VALOR NUTRITIVO E COMPOSIÇÃO DO PESCADO

De acordo com Amaral et al., (2015), o pescado é um alimento altamente benéfico à nutrição humana, principalmente

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

pela composição química da carne a qual é composta de vitaminas hidrossolúveis do complexo B e lipossolúveis A e D, importantes ao organismo humano, minerais como fósforo, cálcio, ferro, cobre, selênio, e no caso de peixes de água salgada, iodo. A composição lipídica dos peixes contrasta com a de mamíferos por conter elevada proporção de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa com cinco ou seis duplas ligações (mais de 40%), o que impacta tanto na saúde (atividade benéfica antitrombótica), quanto na tecnologia aplicada durante o processamento destes alimentos (rápida deterioração e rancificação). As proteínas contêm todos os aminoácidos essenciais para o ser humano e, assim como as proteínas do leite, do ovo e de carnes de mamíferos, têm elevado valor biológico. Adicionalmente, são excelentes fontes dos aminoácidos lisina, metionina e cisteína, encontrados em baixa quantidade em dietas a base de grãos de cereais.

Além disso, o valor do pescado não se resume apenas no valor nutritivo, mas em qualidade sensorial e capacidade de armazenamento. Podemos encontrar algumas alterações na composição química do pescado, que são influenciadas pelo sexo, idade, época do ano, habitat, estado nutricional e maturação sexual, zona do corpo e tipo do músculo amostrado. A composição química de peixes é composta de aproximadamente: umidade (60-85%), proteína (16-22%), cinzas ou minerais (0,4-1,5%) e lipídios (0,2-15%), sendo a umidade e os lipídios os componentes que mais variam durante o ano (ZAITSEV et al., 2004; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O pescado se destaca pelo tipo de gordura predominante e pela composição em ácidos graxos (AG). Apresenta elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados, os quais

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

possuem número de duplas ligações maior ou igual a 2, principalmente das séries (ou famílias) ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6), sendo o ácido alfa linolênico (ALA - 18:3n-3) e o ácido linoléico (LA - 18:2n-6), precursores dos demais ácidos das séries n-3 e n-6, respectivamente. Ambos são essenciais, ou seja, não são sintetizados pelo organismo humano, sendo necessária sua ingestão na dieta (BADOLATO et al., 1994).

Sendo assim o pescado representa uma importante fonte nutritiva para alimentação humana, sendo de fundamental importância a elaboração de produtos de fácil preparo elaborados a partir do pescado, que impulsiona e estimula o seu consumo.

3.3 A TILÁPIA DO NILO E OS RESÍDUOS DO PROCESSO DE FILETAGEM

A tilápia é considerada um peixe magro e com bom nível de proteína muscular. Segundo Kubitza (2000), todas essas características, de ordem zootécnica, nutricional e sensorial fazem com que a tilápia do Nilo seja uma das espécies de peixes mais cultivada no mundo.

Denomina-se resíduo, todo material que não é aproveitado durante a sua produção ou consumo devido á limitações tecnológicas ou mercadológicas, que não apresenta valor de uso ou mercado, podendo resultar em danos ao meio ambiente quando não é manejado de forma adequada (SOUZA, 2012).

A filetagem mecânica de 46 kg de tilápia produz cerca de 14 kg de filés e 32 kg de subprodutos (resíduos ou carne de descarte), resultando em grandes perdas em óleo e carne de

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

peixe. Nas últimas duas décadas, paralelamente ao crescimento mundial da aquicultura, houve um grande aumento da quantidade de subprodutos gerados a partir do processamento de peixes (JACZYNSKI, 2006).

A produção de resíduos de frigoríficos processadores de filés de tilápia representa entre 62,5 e 66,5% da matéria-prima utilizada, sendo fundamental o processamento destes subprodutos para redução dos possíveis impactos ambientais causados pelo lançamento destes na natureza. Além disso, a transformação deste material é uma opção para as indústrias, podendo aumentar sua rentabilidade (KIRSCHNIK, MACEDO-VIEGAS 2009).

De Souza (2012) relata que o aproveitamento dos resíduos de pescado para a elaboração de novos produtos, representa uma excelente alternativa para solucionar a problemática do baixo consumo de pescado no Brasil, uma vez que o principal entrave para o aumento do seu consumo eram a falta de praticidade e de padronização do produto, nos quesitos sabor, presença ou não de espinhas, forma de preparo e valor nutricional.

3.4 EMBUTIDO EMULSIONADO TIPO MORTADELA E EMBUTIDO DE PESCADO

De acordo com Allais (2010), emulsão cárnea é um produto cozido, cuja fabricação utiliza carne ou órgãos comestíveis que podem ser curados ou não, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório tripa natural (podendo ser bexiga ou outra membrana animal) ou artificial (RIISPOA, 2010).

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Como definida por Bartolomeu (2013), a emulsão é uma suspensão coloidal de dois líquidos imiscíveis, que se mantém harmoniosamente dispersos um no outro, pela ação de um agente emulsificante interfacial ou, emulsão óleo em água, na qual a fase dispersa é o óleo ou gordura e a fase contínua é o meio aquoso. O agente emulsificante, a proteína, é considerado o terceiro componente da formulação – já que possui uma porção hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apolar) e tem a função de viabilizar a união entre óleo e água, pois atua na interface entre a gordura e a água, diminuindo a tensão superficial entre as duas, unindo-as e evitando a saída e coalescência da gordura.

Os embutidos em geral são feitos de carne cominuída (reduzida a fragmentos), condimentada, curada ou não, embutida em tripas ou formas, cozidas e defumadas ou não. A depender do grau de fragmentação, os embutidos são caracterizados como de cominuição grosseira, como as linguiças e os salames, ou fina, quando se forma uma massa viscosa com características de emulsão, como nas salsichas, mortadelas e fiambres. Para elaboração desse tipo de produto, é permitido o uso de uma grande variedade de cortes de carne, sem prejuízo à qualidade do produto final. Assim como, faixas mais amplas de temperatura podem ser utilizadas, controlando-se o tempo de exposição do produto à mesma (RIBEIRO, 2016).

Moreira et al. (2008) em suas pesquisas constataram que foi possível elaborar emulsionados tipo “mortadela” formulada com carne de tilápia, utilizando associações de gordura vegetal e proteína isolada de soja.

Como afirma Gerhardt et al. (2012), há uma demanda crescente por produtos semi-prontos ou prontos para o

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

consumo, mas que possuam elevado valor nutritivo, custos acessíveis, boa apresentação e embalagem de qualidade (SANTOS et al., 2011). Em adição, destaca-se entre os consumidores, uma preocupação maior com a saúde e o meio ambiente, o que os motiva a procurar por produtos “ecologicamente corretos”, com um mínimo de aditivos químicos possíveis e que não agredam o meio ambiente.

3.5 IMPORTÂNCIA DA GORDURA ANIMAL NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS

De acordo com Spada (2013), a gordura é o componente mais concentrado em energia da dieta, fornecendo cerca de 125% mais calorias que as proteínas e os carboidratos. Tem uma função fisiológica muito importante, visto que é uma fonte solúvel de vitaminas, ácidos graxos essenciais e precursores de prostaglandinas.

Em adição, a gordura dos alimentos contribui como chave nos benefícios sensoriais e fisiológicos, quando combinados com a percepção dos sentidos na boca, tato e aroma, além de aumentar a sensação de saciedade durante as refeições. Lin e Lin (2012) afirmam que, além de contribuir com as características sensoriais e tecnológicas desejáveis, a gordura animal pode influenciar também a vida de prateleira de produtos cárneos. Ao reduzir o teor de gordura, os teores de proteína e água aumentam e isso reflete diretamente no aumento dos fatores favoráveis ao crescimento de micro-organismos.

Apesar dos benefícios que a presença de gordura ocasiona aos produtos cárneos, há um consenso dos muitos

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

malefícios que seu consumo provoca, quando ingerida acima dos limites preconizados pelos órgãos de saúde pública, como doenças cardiovasculares e até câncer (PAULINO, 2015).

Nesse sentido, como a gordura está fortemente relacionada ao sabor dos alimentos e vislumbrando-se a possibilidade de agregar valor a alimentos já tradicionalmente aceitos, várias pesquisas têm sido conduzidas para avaliar os efeitos da sua substituição em produtos diversos. Ao estudar o efeito do teor de gordura em alterações lipídicas e compostos voláteis, durante o processamento de salame, Olivares, Navarro e Flores (2011) observaram que a redução da gordura em salames diminuiu os processos químicos de lipólise e oxidação lipídica e a quantidade de compostos voláteis durante o processamento, porém houve aumento de compostos voláteis produzidos por micro-organismos durante os primeiros estágios da maturação. Além disso, na análise sensorial os julgadores demonstraram maior preferência pelo aroma e qualidade de salames com alto teor de gordura.

Contudo, há várias pesquisas, indo na direção oposta, como afirma Barendse (2014), que, ao contrário do que se convencionou até esse momento, a gordura animal, apesar de conter elevados níveis de ácido oleico, baixa razão entre n-6:n-3, tem micronutrientes específicos, incluindo ácidos graxos essenciais e vitaminas que são sabidamente benéficos à saúde humana, desde que obtidas e processadas de forma que preserve essas características. Em adição, outros estudos têm afirmado a prevalência da ingestão aumentada de carboidratos simples e outros nutrientes, nas hiperlipidemias (CHAPMAN et al., 2011; MILLER et al., 2011) e que, mesmo que se controle a ingestão de gorduras saturadas, o aumento da ingestão de

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromus niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

outros nutrientes, como carboidratos, tem sido determinante para a prevalência de obesidade, circunferência da cintura, e risco aumentado para doenças cardiovasculares (BORTOLI et al., 2011).

4 CONCLUSÕES

Pode-se inferir que a maioria dos estudos demonstram que a utilização dos resíduos do beneficiamento da Tilápia, um pescado que apresenta maiores índices de produção na aquicultura nacional, para a elaboração de novos produtos, pode se tornar uma forma atrativa e lucrativa de incluir o pescado no mercado, inseridos no contexto de praticidade, saudabilidade e sustentabilidade, o que com certeza irá atrair novos consumidores.

Ressalta-se também a escassez de estudos com ênfase no processamento de embutido emulsionado elaborado a partir de carne de descarte de tilápia e adicionado de substâncias com atividade antimicrobiana, destacando-se assim a importância da realização de mais estudos científicos sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D. S.; CARDELLE-COBAS, A.; NASCIMENTO, B. M. S.; MONTEIRO, M. J.; MADRUGA, M. S.; PINTADO, M. M. E. Development of a low fat fresh pork sausage based on Chitosan with health claims: impact on the quality, functionality and shelf-life. **Food & Functional**, n. 6, p. 2768-2778, 2015.
- AQUERRETA, Y., ASTIASARÁM, I., MOHINO, A., BELLO, J. Composition of pâtés elaborated with mackerel flesh (*Scomber scombrus*) and tuna liver (*Thunnus thynnus*): comparison with commercial fish pâtés. **Food Chemistry**, v. 77, p. 147-153, 2002.

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

- BARENDSE, W. Should animal fats be back on the table? A critical review of the human health effects of animal fat. **Animal Production Science**, v. 54, p. 831-855, 2014.
- BARTOLOMEU, D. A. F. S.; WASZCZYNSKYJ, N.; KIRSCHNIK, P. G.; DALLABONA, B. R.; COSTA, F. J. O. G.; LEIVAS, C. L. Storage of vacuum-packaged smoked bologna sausage prepared from Nile tilapia. **Acta Scientiarum Technology**, v. 36, n. 3, p. 561-567, Jul-Set. 2014.
- BORTOLI, C., BONATTO, S., BRUSCATO, N. M., SIVIERO, J. Ingestão dietética de gordura saturada e Carboidratos em adultos e idosos com dislipidemias oriundos do Projeto Veranópolis. **Revista Brasileira de Cardiologia**, v. 24, n. 1, p. 33-41, jan-fev, 2011.
- CHAPMAN, M. J., GINSBERG, H. N., AMARENCO, P., ANDREOTTI, F., BOREN, J., CATAPANO, A. L. et al. Triglyceride-rich lipoproteins and high-density lipoprotein cholesterol in patients at high risk of cardiovascular disease: evidence and guidance for management. **European Heart Journal**, v. 32, p. 1345–1361, 2011.
- FAROUK, M.M.; FROST, D.A.; KRSINIC, G.; WU, G. Phase behavior, rheology and microstructure of mixture of meat proteins and kappa and iota carrageenans. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1627-1636, 2011.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **State of world aquaculture 2006**. FAO Fisheries Technical Paper 500. Rome, 2006.
- FISCHER, A. Tecnologia de la produccion y elaboracion de productos carnicos. In: PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H.J. **Tecnologia e Higiene de la carne**. Zaragoza-Espanha, Ed. Acribia, p. 511-539, 1994.
- GERHARDT, C.; WIEST, J. M.; GIROLOMETTO, G.; SILVA, M. A. S.; WESCHENFELDER, S. Aproveitamento da casca de citros na perspectiva de alimentos: prospecção da atividade antibacteriana. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, [SN], p. 11-17, 2012.
- JACZYNSKI, J. Proteins, lipid recovered from fish-processing by-products. **Global Aquaculture Advocate**, v. 8, n. 2, p. 34-36, 2006.
- KIRSCHNIK, P. G.; MACEDO-VIEGAS, E. M. 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**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 200-206, 2009.
- KEETON, J.T. Fat Substitutes and fat modification in processing. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**, v. 44, p. 79-91, 1991.
- LIN, K. W.; LIN, S. N. Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausage. **Meat Science**, v. 60, p. 147-154, 2002.

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

- MINOZZO, M.G.; WASZCZYNSKYJ, N.; BEIRÃO, L.H. Características físico-químicas do patê de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) comparado a produtos similares comerciais. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 2, p. 101-105, 2004.
- MORAIS, C.; AGUIRRE, J.M.; PIZZINATO, A.; FIGUEIREDO, I.B.; PAULON, S.R.; KAI, M. 1983. Utilização da fauna acompanhante na captura do camarão setebarbas (*xiphopenaeus kroyeri*, Heller) para obtenção de farinha mista de polpa de peixe a arroz. **Boletim do ITAL**, v. 20, n. 3, p. 217-237.
- MOREIRA, R. T.; LEMOS, A. L. da S. C.; HARADA, M. M.; CIPOLLI, K.; MENDES, E. S.; GUIMARÃES, J. L.; CRISTIANINI, M. Desenvolvimento e aceitação de embutido emulsionado tipo mortadela elaborado com tilápia (*Oreochromis niloticus* L.) / Development and acceptance of embedded emulsified type Mortadella prepared with tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Higiene Alimentar**, v. 22, n.159, p. 47-52, 2008.
- MILLER, M., STONE, N. J., BALLANTYNE, C., BITTNER, V., CRIQUI, M. H., GINSBERG, H. N., et al. Triglycerides and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation** v.123, p. 2292–2333, 2011.
- MUGUERZA, E. et al. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona - a traditional Spanish fermented sausage. **Meat Science**, v.59, p.251-258, 2001.
- OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Emulsões Cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. (Ed.). **Atualidades em ciência e Tecnologia de carnes**. São Paulo, SP: Varela, 2006.
- OLIVEIRA, M. M.; PIMENTA, M. E. S. G.; CAMARGO, A. C. S.; F., J. E.; PIMENTA, C. J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmica-análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciências Agrotecnicas de Lavras**, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, 2006.
- OLIVARES, A.; NAVARRO, J. L.; FLORES, M. Effect of fat content on aroma generation during processing of dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 87, p. 264-273, 2011.
- ORDÓÑEZ, J.A.; RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnologia de Alimentos – Alimentos de Origem Animal**, v. 2. São Paulo: Artmed, 2005.234p.
- RIBEIRO, E. M. G.; CAVALCANTE, A. F.; SEABRA, L. M. J.; DAMASCENO, K. S. F. S. C. Avaliação Sensorial de formulações de

UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) E GORDURA ANIMAL NA PRODUÇÃO DE EMBUTIDOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

- lingüiças de peixe-voador (*Cheilopogon cyanopterus*). **Revista Higiene Alimentar**, v. 22, n. 162, p. 51-56, 2008.
- SEIBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 333-337, 2013.
- SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 608-613, 2007.
- SOUZA, M. L. R. Comparação de Seis Métodos de Filetagem, em Relação ao Rendimento de Filé e de Subprodutos do Processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2012.
- TARLADGIS, B. G.; PEARSON, A. M.; DUGAN, L. R. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods – II formation of the TBA – Malonaldehyde complex without acid-heat treatments. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 15, n. 9, p. 602-607, 1964.
- WHITE J. A.; HART R. J.; FRY J. C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. **Journal of Automatic Chemistry**, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986.
- YUNESI, J. F. F. et al. Perfil de ácidos graxos e teor de colesterol de mortadela elaborada com óleos vegetais. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, p. 234-244, 2013.
- YANAR Y.; CELIK, M.; AKAMCA, E. Effects of brine concentration on shelf-life of hot-smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4 °C. **Food Chemistry**, v. 97, n. 2, p. 244-247, 2006.
- UYHARA, C. N. S.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; TRINDADE, M. A.; VIEGAS, E. M. M. Adição de corantes em salsichas de tilápia do Nilo: efeito sobre a aceitação sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 4, p. 223-233 2008.

APÊNDICE I – Patente depositada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI (BR 10 2017 023676 5).



Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2017 023676 5

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - PB

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 05055128000176

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: AV. APRIGIO VELOSO, 882 - UNIVERSITÁRIO

Cidade: Campina Grande

Estado: PB

CEP: 58429900

País: Brasil

Telefone: (83) 2011601

Fax: (83) 21011601

Email: nitt@ufcg.edu.br

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 01/11/2017 às 16:59, Petição 870170084464

Dados do Inventor (72)

Inventor 1 de 9**Nome:** HELOÍSA MARIA ÂNGELO JERÔNIMO**CPF:** 49691325420**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Professor do ensino superior**Endereço:** Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Saúde, Laboratório de Tecnologia e Análise Sensorial de Alimentos, Campus de Cuité/PB**Cidade:** Cuité**Estado:** PB**CEP:** 58175-000**País:** BRASIL**Telefone:** (83) 337 21809**Fax:** (83) 337 21922**Email:** helogero@yahoo.com.br**Inventor 2 de 9****Nome:** TÂNIA LÚCIA MONTENEGRO STAMFORD**CPF:** 06949860463**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Professor do ensino superior**Endereço:** Rua Jáder Andrade,335, casa forte**Cidade:** Recife**Estado:** PE**CEP:** 52061-060**País:** BRASIL**Telefone:** (81) 212 68464**Fax:****Email:** tlmstamford@yahoo.com.br**Inventor 3 de 9****PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 01/11/2017 às 16:59, Petição 870170084464

Nome: MARIA ELIEIDY GOMES DE OLIVEIRA

CPF: 01187544400

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Saúde, Programa de Pós Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia, Campus de Cuité/PB

Cidade: Cuité

Estado: PB

CEP: 58175-000

País: BRASIL

Telefone: (55) 833 216782

Fax:

Email: elieidynutri@yahoo.com.br

Inventor 4 de 9

Nome: JULIANA KÉSSIA BARBOSA SOARES

CPF: 01106650409

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Saúde, Laboratório de Tecnologia e Análise Sensorial de Alimentos, Campus de Cuité/PB

Cidade: Cuité

Estado: PB

CEP: 58175-000

País: BRASIL

Telefone: (83) 337 21809

Fax: (83) 337 21922

Email: julianakessia2@gmail.com

Inventor 5 de 9

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 01/11/2017 às 16:59, Petição 870170084464

Nome: ANA CRISTINA SILVEIRA MARTINS

CPF: 08440765460

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Mestrando

Endereço: Rua 25 de janeiro, 409, Centro

Cidade: Cuité

Estado: PB

CEP: 58175-000

País: BRASIL

Telefone: (83) 998 044807

Fax:

Email: nutricionistaanamartins@hotmail.com

Inventor 6 de 9

Nome: ARYANE RIBEIRO DA SILVA

CPF: 04248684586

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Estudante de Graduação

Endereço: Rua Pedro Gondim, S/N, Centro

Cidade: Cuité

Estado: PB

CEP: 58175-000

País: BRASIL

Telefone: (83) 999 316123

Fax:

Email: ariyaneribeiro1@hotmail.com

Inventor 7 de 9

Nome: RICÁCIA DE SOUSA SILVA

CPF: 10786089466

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Estudante de Graduação

Endereço: Rua Pedro Gondim, S/N, Centro

Cidade: Cuité

Estado: PB

CEP: 58175-000

País: BRASIL

Telefone: (81) 992 553852

Fax:

Email: ricacia_souza1@hotmail.com

Inventor 8 de 9

Nome: ANTÔNIO ROSENDO DA COSTA

CPF: 03621104410

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Trabalhador de outras instalações agroindustriais

Endereço: Sítio Alagamar

Cidade: Bananeiras

Estado: PB

CEP: 58220-000

País: BRASIL

Telefone: (83) 993 525958

Fax:

Email: antoniorosendo@bol.com

Inventor 9 de 9

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 01/11/2017 às 16:59, Petição 870170084464

Nome: CARLOS EDUARDO VASCONCELOS DE OLIVEIRA

CPF: 04335272421

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Rua Iolanda Eloy de Medeiros, 216, apartamento 107, Bloco A, Água Fria,

Cidade: João Pessoa

Estado: PB

CEP: 58053-018

País: BRASIL

Telefone: (83) 321 67826

Fax:

Email: eduardovasconcelosnutri@gmail.com

Documentos anexados

Tipo Anexo	Nome
GRU	29409161710056494GRU.pdf
Comprovante de pagamento de GRU 200	Pagamento.pdf
Resumo	RESUMO (16).pdf
Relatório Descritivo	RELATÓRIO DESCRITIVO (11).pdf
Reivindicação	REIVINDICAÇÕES (11).pdf
Desenho	FIGURA 1 (5).pdf

Acesso ao Patrimônio Genético

- ☒ Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

Declaração de veracidade

- ☒ Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 01/11/2017 às 16:59, Petição 870170084464

ANEXOS

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP.

Comitê de Ética
em Pesquisa
Envolvendo
Seres Humanos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DA EMENDA**

Título da Pesquisa: Elaboração, caracterização e avaliação da qualidade de embutido emulsionado tipo mortadela de Carne Mecanicamente Separada de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com diferentes concentrações de lipídios

Pesquisador: HELOÍSA MARIA ÂNGELO JERÔNIMO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 34909514.4.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.783.075

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pedido de emenda para alteração de título da Tese de Doutorado - Nutrição - Ciência de Alimentos, anteriormente intitulado: "Elaboração e caracterização de um embutido emulsionado tipo "mortadela" a partir de Carne Mecanicamente Separada - CMS de Tilápia com diferentes teores de lipídeos e adicionada de quitosana e óleo essencial de orégano" para o novo título: Elaboração, caracterização e avaliação da qualidade de embutido emulsionado tipo mortadela de Carne Mecanicamente Separada de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com diferentes concentrações de lipídios.

Pesquisadora: Heloísa Maria Ângelo Jerônimo

Orientadora - Tânia Lucia Montenegro Stamford

Co-Orientadora - Maria Elieidy Gomes de Oliveira

Desenho da pesquisa: Experimental

Projeto planejado para ser executado em dois diferentes momentos.

Metodologia descrita detalhadamente

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.740-600

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br

Comitê de Ética
em Pesquisa
Envolvendo
Serres Humanos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-



Continuação do Parecer: 1.783.075

Objetivo da Pesquisa:

Geral: "Caracterizar e avaliar um embutido emulsionado tipo mortadela a partir de CMS obtida de resíduos da filetagem de Tilápia, com reduzido teor de gordura".

Específicos:

- "1. Avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da matéria-prima a ser utilizada na elaboração dos embutidos emulsionados tipo "mortadela";
2. Submeter os produtos elaborados às avaliações tecnológicas, físicas, físico-químicas, microbiológicas, sensoriais, para a escolha da formulação com melhor perfil de concentração de gordura;
3. Realizar estudo de vida de prateleira do produto refrigerado a 4 °C, avaliando as características tecnológicas, físicas, físico-químicas, microbiológicas, sensoriais, composição de aminoácidos e perfil de ácidos graxos;
4. Promover a difusão da técnica de elaboração da mortadela de CMS da Tilápia com alto valor biológico e teor reduzido de gordura aos tilapicultores da Paraíba".

Critérios de inclusão: pessoas com idade superior a 18 que apreciam peixe de água doce e embutidos tipo mortadela e, ainda, que tenham se alimentado no máximo duas horas antes do início da degustação.

Critérios de exclusão: "...pessoas portadoras de hipertensão arterial, hiperlipidemias, que estivessem fazendo uso de medicamentos que afetassem a sua capacidade de avaliação sensorial de alimentos, menores de 18 anos, ou que já tivessem tido alguma reação alérgica a pescado ou a embutidos".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios devidamente avaliados

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Segundo a pesquisadora,

- 1 - "A pesquisa obedeceu rigorosamente ao que normatiza a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, que trata dos "Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos". Neste sentido, esse projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa - CEP, e a pesquisa/avaliação

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.740-800

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br

**Comitê de Ética
em Pesquisa
Envolvendo
Serres Humanos**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-**



Continuação do Parecer: 1.783.075

sensorial só foi iniciada após a sua aprovação no CEP, conforme PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP (Anexo A), sob o número 821.481 e o cronograma foi devidamente cumprido. Também foi informado aos provadores acerca dos riscos e benefícios da pesquisa, assim como, se estabeleceu os seguintes critérios de inclusão e exclusão para participação na pesquisa:

2 - "...o projeto foi planejado para ser executado em dois diferentes momentos, para atender às suas metas e objetivos. No primeiro..., foi realizada a padronização da metodologia, assim como a escolha da formulação com o melhor percentual de gordura suína refinada ... a ser usada na próxima etapa. Foram feitas análises microbiológicas, físico-químicas, sensoriais e tecnológicas, para se obter informações quanto à manutenção da segurança sanitária do produto e das suas características desejáveis".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Anexados e adequados

Recomendações:

...

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

nenhuma

Considerações Finais a critério do CEP:

Emenda aprovada.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.740-600

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br

Comitê de Ética
em Pesquisa
Envolvendo
Serres Humanos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-



Continuação do Parecer: 1.783.075

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_806969 E1.pdf	10/10/2016 08:58:23		Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_10_10_16.pdf	10/10/2016 08:56:51	HELOÍSA MARIA ÂNGELO	Aceito
Outros	JUSTIFICATIVA_DE_EMENDA.pdf	08/10/2016 00:00:50	HELOÍSA MARIA ÂNGELO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP_UFPE_07_10_16_ATUALIZADO.pdf	07/10/2016 22:22:11	HELOÍSA MARIA ÂNGELO JERÔNIMO	Aceito
Outros	CRONOGRAMA_DE_EXECUCAO_07_10_16.doc	07/10/2016 22:10:03	HELOÍSA MARIA ÂNGELO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_EM_ANDAMENTO_07_10_2016.doc	07/10/2016 22:03:09	HELOÍSA MARIA ÂNGELO JERÔNIMO	Aceito
Outros	CARTA RESPOSTA 06.10.pdf	06/10/2014 10:48:58		Aceito
Outros	QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO DE PROVADORES.pdf	18/08/2014 22:08:43		Aceito
Outros	ORÇAMENTO.pdf	16/08/2014 23:29:44		Aceito
Outros	FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO SENSORIAL pdf.pdf	16/08/2014 23:26:37		Aceito
Outros	CV Heloísa MA Jerônimo 08.2014.pdf	16/08/2014 17:28:10		Aceito
Outros	CV Maria Elieidy Gomes de Oliveira.pdf	16/08/2014 16:24:15		Aceito
Outros	CV Tânia L M Stamford.pdf	16/08/2014 16:16:19		Aceito
Outros	Carta Anuencia LTASA.UFCG.jpg	16/08/2014 16:12:22		Aceito
Outros	Carta Anuencia LABROM.UFPB 1.jpg	16/08/2014 16:10:43		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaração Heloísa (2).jpg	05/08/2014 10:46:20		Aceito
Outros	Comprovante compra Eqtos.jpg	05/08/2014 10:17:18		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.740-600

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br

Comitê de Ética
em Pesquisa
Envolvendo
Serres Humanos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-



Continuação do Parecer: 1.783.075

RECIFE, 20 de Outubro de 2016

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.740-800

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br

ANEXO B – Comprovante de submissão do artigo 1 ao periódico Meat Science (ISSN 0309-1740).

● Successfully received: submission TECHNO...



Meat Science <EvisSupport@elsevier.com>

Hoje em 20:50

Para elieidynutri@yahoo.com.br

This message was sent automatically. Please do not reply.

Ref: MEATSCI_2018_48

Title: TECHNOLOGICAL, NUTRITIONAL AND SENSORIAL PROPERTIES OF EMULSIFIED FISH MORTADELLA FROM NILE TILAPIA (*Oreochromus niloticus*) MECHANICALLY SEPARATED MEAT WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF ANIMAL FAT

Journal: Meat Science

Dear Dr. Oliveira,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in Meat Science. Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® at:

[http://www.evis.com/evis/faces/pages/navigation/NavController.jspx?](http://www.evis.com/evis/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=MEATSCI)

[JRNL_ACR=MEATSCI](http://www.evis.com/evis/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=MEATSCI) and locate your submission under the header 'My Submissions with Journal' on your 'My Author Tasks' view.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Meat Science

Have questions or need assistance?

For further assistance, please visit our [Customer Support](#) site. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about EVISE® via interactive tutorials. You can also talk 24/5 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

Copyright © 2018 Elsevier B.V. | [Privacy Policy](#)

Elsevier B.V., Radarweg 29, 1043 NX Amsterdam, The Netherlands, Reg. No. 33156677.

ANEXO C – Comprovante de submissão do artigo 2 ao periódico Innovative Food Science & Emerging Technologies (ISSN 1466-8564).

• Successfully received: submission IMPACT ...



Innovative Food Science and Emerging Technologies <EvisSupport@elsevier.cc

Hoje em 18:18

Para elieidynutri@yahoo.com.br

This message was sent automatically. Please do not reply.

Ref: IFSET_2018_112

Title: IMPACT OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF ANIMAL FAT ON THE TECHNOLOGICAL, NUTRITIONAL AND SENSORIAL PROPERTIES OF EMULSIFIED FISH MORTADELLA FROM NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) MECHANICALLY SEPARATED MEAT

Journal: Innovative Food Science and Emerging Technologies

Dear Dr. Oliveira,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in Innovative Food Science and Emerging Technologies. Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® at:

[http://www.evis.com/evis/faces/pages/navigation/NavController.jspx?](http://www.evis.com/evis/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=IFSET)

[JRNL_ACR=IFSET](http://www.evis.com/evis/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=IFSET) and locate your submission under the header 'My Submissions with Journal' on your 'My Author Tasks' view.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Innovative Food Science and Emerging Technologies

Have questions or need assistance?

For further assistance, please visit our [Customer Support](#) site. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about EVISE® via interactive tutorials. You can also talk 24/5 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

Copyright © 2018 Elsevier B.V. | [Privacy Policy](#)

Elsevier B.V., Radarweg 29, 1043 NX Amsterdam, The Netherlands, Reg. No. 33156677.