



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO CONSUMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS



**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE SALSICHAS DE SARAMUNETE
(*Pseudopneus maculatus*- Bloch, 1793) SUBMETIDAS A
DIFERENTES FORMAS DE PASTEURIZAÇÃO**

INDIRA MARIA ESTOLANO MACEDO

Recife
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS CONSUMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

INDIRA MARIA ESTOLANO MACEDO

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE SALSICHAS DE SARAMUNETE
(*Pseudopneus maculatus*- Bloch, 1793) SUBMETIDAS A
DIFERENTES FORMAS DE PASTEURIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho

Recife

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M141a Macedo, Indira Maria Estolano
Avaliação da estabilidade de salsichas de saramunete (*Pseudopneus maculatus* - Bloch, 1793) submetidas a diferentes formas de pasteurização / Indira Maria Estolano Macedo. - 2020.
62 f. : il.
- Orientador: Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho.
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Recife, 2020.
1. Vida útil. 2. Produtos de Pescado. 3. Ultrassom. I. Filho, Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira, orient. II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE SALSICHAS DE SARAMUNETE
(*Pseudopneus maculatus*- Bloch, 1793) SUBMETIDAS A
DIFERENTES FORMAS DE PASTEURIZAÇÃO**

Por

Indira Maria Estolano Macedo

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em 18/02/2020 pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento em sua forma final.

Banca Examinadora:

Prof/a Dr/a. Enayde de Almeida Melo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof/a Dr/a. Daniele Silva Ribeiro
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof/a Dr/a. Maria Raquel de Moura Coimbra
Universidade Federal Rural de Pernambuco

*A minha família e meus amigos
com muito carinho e dedicação.*

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Maria de Fátima Estolano Macedo e ao meu pai Fernando Arcelino Macedo que sempre foram e continuam sendo meu porto seguro, minha inspiração e a quem quero dar orgulho sempre. Sem dúvidas, vocês são as pessoas mais importantes na minha vida, que me fizeram compreender o real valor do conhecimento e o grande prazer de se estudar.

A minha amiga e mãe acadêmica professora Neide Kazue Sakugawa Shinohara, pelo apoio, atenção e conselhos ao longo desses anos aqui na universidade, agradeço imensamente oportunidade e orientação desde a época da iniciação e estágio voluntário que me proporcionaram aprendizado imensurável.

Ao professor Paulo Roberto Campagnoli Oliveira Filho, muito obrigada pela sua orientação e aprendizado que suas aulas proporcionaram. Também agradeço pela paciência e atenção ao longo deste período do mestrado que me proporcionaram conhecimento muito significativo para minha formação acadêmica e pessoal.

À técnica Ângela pela amizade, ajuda e paciência nas análises físico-químicas. Aos estagiários do LATPESC (Rodrigo e Eloá) pela ajuda na execução do experimento e análises laboratoriais, aos amigos Thiago Ramos, Jairo Araujo, Allan, Amanda, Chirley Matilde, Eduardo Nascimento, Débora Laysa pela ajuda na execução do projeto de pesquisa.

Aos meus amigos: Anderson Antônio, Raimunda Borges, Marta Vieira, Fernanda Maciel, Daniel Máximo, Elizandra Michele, Caroline Santos, Maria Karoline, Jéssika Costa e Stéfane Mendes pela mão amiga e conselhos ao longo desta trajetória.

Aos professores da banca examinadora por todas as contribuições e correções na dissertação.

Agradeço a todos os colegas de sala pela troca de conhecimentos, especialmente Amanda Fenandes, Marcos Ubiratam e Thayná Leocádio.

Agradeço a Ana Engrácia pela mão amiga e por toda a sua ajuda na secretaria do PGCTA.

Por fim, agradeço a CAPES pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos e a Universidade Federal Rural de Pernambuco por ter concedido a oportunidade de obter o título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

*A educação é uma força libertadora,
e em nosso tempo também é uma
força democratizadora,
atravessando as barreiras de casta e
classe, suavizando as desigualdades
impostas pelo nascimento e outras
circunstâncias.*

Indira Gandhi

RESUMO

O saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) é uma espécie de peixe muito capturado no litoral do Nordeste brasileiro. Apesar de haver alguns estudos com esta espécie na área de tecnologia do pescado, ainda não foi avaliada a vida útil de embutido tipo salsicha, submetendo a diferentes formas de pasteurização pós-embalagem. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a estabilidade físico-química através da análise de cor (L^* , a^* e b^*) e textura instrumental (dureza, elasticidade e coesividade), pH, oxidação lipídica (TBARS), bases nitrogenadas voláteis (BNV) e nitrogênio não protéico (NPN) e estabilidade microbiológica (*Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e aeróbios psicrotróficos) das salsichas de saramunete quando submetidas a diferentes técnicas de pasteurização e mantidas por até 43 dias sob refrigeração (6°C). Após a confecção as salsichas foram embaladas à vácuo e submetidas aos seguintes tratamentos: pasteurização convencional a 80°C por 10 minutos (PA); em banho ultrassônico a 37 kHz por 10 minutos (US); combinando a pasteurização convencional a 80°C com ultrassom a 37 kHz por 10 min (PA+US) e controle, sem pasteurização (C), sendo posteriormente armazenadas por 43 dias a 6°C. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial (4x7) onde os níveis do fator 1 foram os 4 diferentes tipos de pasteurização das salsichas e os níveis do fator 2 foram os 7 tempos de análise (1, 8, 15, 22, 29, 32 e 43 dias). Foram realizadas análise de variância (Two way ANOVA) seguida do teste de Tukey com nível de significância de 5%. Dentre os métodos de pasteurização aplicados nas salsichas de saramunete, a combinação de pasteurização convencional com ultrassom (PA+US) proporcionou melhores resultados físico-químicos (maiores valores de L^* e b^* e estabilidade do pH, menores valores de TBARS, TVB-N, NPN e a_w) durante 43 dias de armazenamento a 6°C e contagens microbianas dentro do estabelecido pela legislação vigente no Brasil para produtos de pescado armazenados sob refrigeração, podendo ser uma técnica utilizada em escala industrial para a conservação de salsichas de saramunetes.

Palavras-chave: Vida útil. Produtos de pescado. Ultrassom.

ABSTRACT

The saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) is a species of fish very much caught in the coast of the Brazilian Northeast. Although there are some studies with this species in the area of fish technology, the useful life of sausage-type sausages has not yet been evaluated, subjected to different forms of post-packaging pasteurization. Therefore, the objective of this research was to evaluate the physical-chemical stability through the analysis of color (L^* , a^* and b^*) and instrumental texture (hardness, elasticity and cohesiveness), pH, lipid oxidation (TBARS), volatile nitrogenous bases (BNV) and non-protein nitrogen (NPN) and microbiological stability (*Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and psychrotrophic aerobics) of saramunete sausages when subjected to different pasteurization techniques and kept for up to 43 days under refrigeration (6°C). After cooking, the sausages were vacuum-packed and subjected to the following treatments: conventional pasteurization at 80°C for 10 minutes (PA); in an ultrasonic bath at 37 kHz for 10 minutes (US); combining conventional pasteurization at 80°C with ultrasound at 37 kHz for 10 min (PA + US) and control, without pasteurization (C), being subsequently stored for 43 days at 6°C . The experimental design used was completely randomized in a factorial scheme (4x7) where factor 1 levels were the 4 different types of sausage pasteurization and factor 2 levels were 7 analysis times (1, 8, 15, 22, 29, 32 and 43 days). Analysis of variance (Two way ANOVA) was performed followed by the Tukey test with a significance level of 5%. Among the pasteurization methods applied to saramunete sausages, the combination of conventional pasteurization with ultrasound (PA + US) provided better physical-chemical results (higher values of L^* and b^* and pH stability, lower values of TBARS, TVB-N, NPN and aW) during 43 days of storage at 6°C and microbial counts within the established by the current legislation in Brazil for fish products stored under refrigeration, which may be a technique used on an industrial scale for the conservation of saramunete sausages.

Keywords: Shelf-life, Fish products, Ultrasound.

LISTA DE FIGURA

Figura1 – Espécime de saramunete (<i>Pseudopeneus maculatus</i>)	17
Figura 2 – Fluxograma do processo dos saramunetes (<i>Pseudopeneus maculatus</i>) utilizados na elaboração de salsichas.....	35
Figura 3 – Fluxograma da elaboração da salsicha de saramunete (<i>Pseudopeneus maculatus</i>).....	37
Figura 4 – Fluxograma dos tratamentos aplicados as salsichas de saramunete (<i>Pseudopeneus maculatus</i>).....	38
Figura 5 – Rendimento corporal e da carne mecanicamente separada de saramunete (<i>Pseudopeneus maculatus</i>).....	47

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Lista de ingredientes para formulação de 3kg de massa de salsichas de saramunete (*Pseudupeneus maculatus*).....36
- Tabela 2** – Valores (média ± desvio padrão) das análises físicas (dureza, cor L*, a*, b* e pH) de salsichas de saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) submetidas a diferentes tipos de pasteurização e armazenadas por 43 dias a 6°C.....47
- Tabela 3** – Valores (média ± desvio padrão) das análises químicas (oxidação lipídica – TBARs, bases nitrogenadas voláteis – BNV, nitrogênio não proteico – NNP e atividade de água – Aw) de salsichas de saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) submetidas a diferentes tipos de pasteurização e armazenadas por 43 dias a 6°C.....52
- Tabela 4** – Valores (média ± desvio padrão) das análises microbiológicas (Aeróbios psicrotróficos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp.) de salsichas de saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) submetidas a diferentes tipos de pasteurização e armazenadas por 43 dias a 6°C.....55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE:	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. Pescado: Produção Mundial e Nacional	15
3.2. Valor Nutricional do Pescado	15
3.3. Resíduos de Pescado	16
3.4. O Saramunete (<i>Pseudupeneus maculatus</i>)	17
3.5. Produtos Carneos	18
3.6. Produtos de Pescado	19
3.7. Métodos de Conservação do Pescado	20
3.7.1. Tecnologias emergentes e uso do ultrassom	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
4. RESULTADOS	
ARTIGO: AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE SALSICHAS DE SARAMUNETE (<i>Pseudupeneus maculatus</i>- BLOCH, 1793) SUBMETIDAS A DIFERENTES FORMAS DE PASTEURIZAÇÃO	32
RESUMO	32
ABSTRACT	32
4.1 INTRODUÇÃO	33
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	34
4.2.1 Obtenção e preparo da matéria-Prima	34
4.2.2 Formulação	35
4.2.3 Processamento	36
4.2.4 Pasteurização	38
4.2.5 Análises Laboratoriais	38

4.2.5.1	Rendimento Corporal	38
4.2.6	Estabilidade Físico e químicas.....	39
4.2.6.1	Textura Instrumental.....	39
4.2.6.2	Cor Instrumental.....	39
4.2.6.3	Determinação de pH.....	39
4.2.6.4	Oxidação Lipídica (TBARS).....	39
4.2.6.5	Bases Nitrogenadas Voláteis Totais	40
4.2.6.6	Nitrogênio Não Proteico (NPN)	40
4.2.6.7	Atividade de Água (A_w)	40
4.2.7	Estabilidade Microbiológica	40
4.2.8	Delineamento Experimental	41
4.2.9	Análise Estatística.....	41
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.3.1	Rendimento Corporal do Saramunete.....	41
4.3. 2	Estabilidade Física e Quimica	44
4.3.2.1	Textura Instrumental.....	44
4.3.2.2	Cor Instrumental.....	44
4.3.2.3	Determinação de pH.....	46
4.3.2.4	Oxidação Lipídica (TBARS).....	48
4.3.2.5	Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (TVB-N)	49
4.3.2.6	Nitrogênio Não Proteico (NPN)	50
4.3.2.7	Atividade de Água (A_w)	50
4.3.2.8	Estabilidade Microbiológica	53
4.4	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

A pesca e a aquicultura constituem um importante papel na dinâmica econômica mundial. O consumo habitual de pescado fornece uma variedade de nutrientes importantes para saúde humana como proteínas de alta digestibilidade, minerais, vitaminas além de ácidos graxos essenciais. Porém mesmo sendo uma carne de boa qualidade, o Brasil possui um baixo consumo deste produto, podendo estar associado a pouca diversidade e praticidade de produtos pesqueiros atualmente ofertados no mercado, sendo os predominantes aqueles de processamento simples como filé, peixe inteiro ou postas (SANTOS *et al.*, 2018; ALVARES *et al.* 2018). Diante do cenário de elevada competitividade do ramo alimentício e da crescente demanda por conveniência e praticidade, o surgimento de novos produtos, principalmente aqueles de rápido preparo mostram uma estreita relação com as tendências atuais de consumo. Desta forma, pesquisas vêm sendo desenvolvidas para o aprimoramento de novas técnicas de processamento, atribuindo melhor estabilidade e qualidade dos produtos pesqueiros (PEDRÓS-GARRIDO *et al.*, 2018).

Assim, devido à demanda do consumidor por produtos alimentícios mais seguros, surge o desenvolvimento constante de tecnologias de preservação dos alimentos. Entre as tecnologias emergentes de conservação está o uso do ultrassom que pode ser empregada a fim de promover uma melhor conservação do alimento, reduzindo a adição de conservantes, preservando as características originais do produto além de possuir baixo consumo de energia e alto grau de segurança (RANA *et al.*, 2017; CHICHOSKI *et al.*, 2015). Em produtos de pescado, estudos têm demonstrado efetividade na descontaminação de superfície sem utilização de tratamento térmico, preservando assim os aspectos sensoriais originais do produto (PEDRÓS-GARRIDO *et al.*, 2018).

O Nordeste brasileiro tem se destacado como maior produtor de pescado, com 24,4% da produção nacional (BRASIL, 2011). Dentre as espécies capturadas ao longo da costa brasileira destaca-se o saramunete (*Pseudopeneus maculatus*) que é comercializado em feiras livres, supermercados e também destinado à exportação (SANTOS *et al.*, 2016). A carne deste peixe possui boa aceitabilidade sensorial devido a sua coloração clara e sabor próximo a do camarão. Nos últimos anos, algumas pesquisas na área de tecnologia do pescado utilizando o saramunete têm sido desenvolvidas, como rendimento corporal para obtenção de filé (SANTOS *et al.*, 2016), desenvolvimento de silagem biológica com os resíduos (JATOBÁ, OLIVEIRA FILHO, 2017) além da elaboração de *fishburger* (SILVA

et al.,2016). Portanto, a proposta desta pesquisa foi avaliar a estabilidade de salsichas de saramunete submetidas a técnicas de pasteurização convencional e com ultrassom.

2. PROBLEMA DA PESQUISA E HIPÓTESE:

A demanda dos consumidores por produtos mais seguros leva a indústria alimentícia a investigar tecnologias alternativas afim substituir os tratamentos térmicos convencionais que podem afetar a qualidade dos alimentos. Portanto, é viável combinar pasteurização convencional, vácuo e ultrassom em embutidos de saramunete (*Pseudopenaeus maculatus*)? Será que a aplicação da pasteurização convencional com ultrassom irá melhorar a estabilidade física, química e microbiológica deste embutido? Por quanto tempo a salsicha de saramunete estará apta para consumo sob temperatura de refrigeração?

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Pescado: Produção Mundial e Nacional

A pesca e a aquicultura constituem um dos segmentos agropecuários mundiais mais importantes, tendo em vista que o comércio internacional de pescado movimenta mais de 70 bilhões de dólares por ano. Estima-se que a produção da pesca e aquicultura tenha um crescimento de 104% até 2025 (FAO, 2018). Desta forma, o consumo per capita mundial de pescado dobrou de 9,9kg na década de 60 para cerca de 20 kg em 2016 (FAO, 2018).

No Brasil existem três tipos de pesca de acordo com a finalidade econômica, sendo amadora, artesanal e industrial. No entanto, a pesca extrativa artesanal é a modalidade mais utilizada. Conforme o último boletim estatístico brasileiro realizado em 2011, a pesca extrativista no Brasil produziu aproximadamente 803.270 toneladas, destacando-se a região Nordeste como maior produtor nacional, com 195.842 toneladas, o que corresponde a 24,4% do cenário nacional. Com relação à pesca marinha, ela detém de 68,9% do total da pesca extrativista (BRASIL, 2011).

3.2 Valor Nutricional do Pescado

A carne do pescado é um dos alimentos mais importantes na dieta humana, devido à sua alta qualidade nutricional, por apresentar boa quantidade de proteínas, lipídios, minerais e vitaminas (DA SILVA SANTOS, 2017). Possui uma boa fonte de ácidos graxos poli-insaturados, especialmente da família ômega 3 e 6, podendo prevenir doenças

cardíacas, reduzir triglicérides e pressão arterial. São fontes de minerais essenciais como Ferro (Fe), Cálcio (Ca), Zinco (Zn), Fósforo (P), Selênio (Se), Flúor (F) e Iodo (I), que devido a sua alta disponibilidade são facilmente absorvidos pelo organismo. As proteínas são de alto valor biológico pela fácil digestão e o bom perfil de aminoácidos essenciais. Além disso, apresenta também vitaminas A, D, E, K, e B que podem variar de acordo com a espécie (KHALILI TILAMI, SAMPELS, 2018; ALVARES et al., 2018; PAL, 2018).

3.3 Resíduos de Pescado

Os resíduos são compostos de características sólidas ou semi sólidas resultante de vários segmentos industriais. Esses compostos são divididos em duas classes: I (considerados perigosos) e II (considerados não perigosos) (BRASIL, 2004). Na industrialização do pescado geram-se resíduos considerados não perigosos (classe II), tais como vísceras, escamas, pele e cabeça que podem ser aproveitados na elaboração de silagem (JATOBÁ; OLIVEIRA FILHO, 2017), óleos (LOŽNJAK; JAKOBSEN, 2018), hidrolisados proteicos e composto orgânico (VILLAMIL et al., 2017). De acordo com Srikanya et al. (2017) o resíduo do processamento após a filetagem representa aproximadamente 75% do peso total do peixe. Esses subprodutos do pescado são uma fonte significativa de proteínas e outros componentes, como ácidos graxos poliinsaturados, fosfolípidios, vitaminas solúveis e compostos bioativos (SHIRAHIGUE et al., 2016), o que os torna atraentes para diversos usos em aplicações tecnológicas, promovendo o desenvolvimento e avanços significativos na indústria de pescado. Outro subproduto é o espinhaço que pode ser utilizado para a obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) (SANTOS et al., 2016).

A carne mecanicamente separada (CMS) é obtida por equipamentos específicos (CHRISTENSEN et al., 2015) e permite que a carne que está aderida nos ossos e carcaças de frango, bovinos, suínos e peixes (CORTEZ-VEJA et al., 2015; CORTEZ-VEJA et al., 2017; BORGOGNO et al., 2017) sejam aproveitadas. A composição da CMS pode variar de acordo com a espécie, idade do animal e tipo de equipamento utilizado no processo (TASIĆ et al., 2017). Nos últimos anos a CMS tem sido cada vez mais utilizada na indústria pesqueira por reduzir os resíduos e ser uma alternativa de inclusão em produtos processados (BORGOGNO et al., 2017) como por exemplo *nuggets* (LIMA et al., 2015) e salsichas (BESSA et al., 2016).

3.4 O Saramunete (*Pseudupeneus maculatus*)

Entre as diversas espécies de pescado capturados na região Nordeste do Brasil está o saramunete (Fig. 1) que é encontrado em recifes de coral por possuir o hábito de procurar alimentos em substratos mistos de areia, cascalho e rocha, sendo considerados predadores versáteis (SAZIMA et. al. 2006). É comumente encontrado no oceano Atlântico passando pelas Bermudas, Nova Jersey até Santa Catarina, região sul do Brasil (CARDOSO et al., 2017). São capturados em plataformas continentais em águas rasas e comercialmente valorizados, sendo a exploração voltada para o comércio externo e interno (CARDOSO et al., 2018). De acordo Nascimento et al. (2016), este peixe ocupa o segundo lugar dos mais capturados na região litorânea do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Figura 1 – Espécime do saramunete (*Pseudupeneus maculatus*)



Fonte: autor, 2020

Nos últimos anos, pesquisas tecnológicas utilizando o saramunete têm sido desenvolvidas. Por exemplo, Santos et al. (2016) avaliaram o rendimento corporal dos saramunetes submetidos a diferentes métodos de filetagem, concluindo que o melhor rendimento de filé é obtido quando a pele é removida após a filetagem. Em outro estudo, Silva et al. (2016) elaboraram *fishburger* com filés de saramunete utilizando três tipos de farinhas vegetais (trigo, banana verde, berinjela) e avaliaram aspectos físicos e sensoriais. Os autores observaram pouca variação nos aspectos físicos e a aceitação do odor, textura, sabor e aceitação global ficou acima dos 6 pontos (“gostei ligeiramente”). Jatobá e Oliveira Filho (2017) utilizaram resíduos da filetagem de saramunetes para elaboração de silagem biológica utilizando iogurte natural como fonte de bactérias lácticas e duas fontes de carboidratos, avaliando a composição centesimal do produto e estabilidade durante a

armazenagem sob temperatura ambiente. Os autores observaram que as silagens de saramunete apresentaram 70,4% de umidade, 16,4% de proteína, 3,1% de gordura e 4,6% de cinzas e estabilidade do pH (abaixo de 4,5) por até 4 meses de armazenagem, sendo uma ótima alternativa para agregar valor aos resíduos provenientes da industrialização desta espécie, bem como diminuir com emissão de poluentes ao meio ambiente. Apesar de haver alguns estudos tecnológicos com o saramunete, ainda não foi avaliado a utilização dos filés e carne mecanicamente separada para a elaboração e estudo de vida útil de embutidos tipo salsichas.

3.5 Produtos Cárneos

Os produtos cárneos são produtos alimentícios produzidos com carnes, miúdos, ingredientes de origem vegetal, condimentos, especiarias e aditivos autorizados (MOHAMED et al., 2016). Entre os diversos tipos de produtos cárneos estão os hambúrgueres, almôndegas, *nuggets* e embutidos tipo mortadelas, salames, salsichas e patês (ORDONEZ, 2005).

Os embutidos são produtos obtidos com a moagem da carne de acordo com sua granulometria, podendo variar de grossa a fina, conforme o produto a ser elaborado e classificados de acordo com o teor de umidade (secos ou frescal), curados, fermentados, cozidos e emulsionados, entre outros (ORDONEZ, 2005).

Os embutidos cárneos tipo frescal são produzidos com uma mistura de carne crua e demais ingredientes sem passar por processos térmicos (HUGO & HUGO, 2015). São produtos altamente perecíveis, por utilizar carne fresca o que favorece o desenvolvimento microbiano e a oxidação lipídica. A embalagem utilizada é a semipermeável ao oxigênio e mantidas em temperaturas de refrigeração (BOUJU-ALBERT et al., 2018).

Os embutidos fermentados são obtidos com o desenvolvimento controlado de microrganismos. Dentre as bactérias utilizadas para a fermentação estão a *Lactobacillus sakei*, *L. curvatus* e *L. plantarum* (JANßEN et al., 2018; FRANCIOSA et al., 2018) proporcionando modificação na textura, sabor e aroma (LEROY et al., 2013; MONTANARI et al., 2018).

Os embutidos emulsionados passam pelos tratamentos térmicos (estufa ou água) suficiente para o cozimento e posterior armazenamento sob refrigeração (DINCER et al., 2017). Esta emulsão ocorre devido às proteínas miofibrilares imobilizarem a água e gordura com o auxílio de uma proteína suplementar adicionada (MOHAMED et al., 2016). Para este tipo de embutido, alguns métodos de conservação podem ser aplicados tais como:

defumação (MALARUT & VANGNAI, 2018), cozimento e métodos combinados, promovendo assim a extensão da vida de prateleira do produto (KHADIJEH et al., 2018).

A salsicha é um produto emulsionado comumente produzido com carne moída, gordura animal ou vegetal, sal, temperos e condimentos (ESSIEN, 2003) embutido em envoltório natural ou artificial pelo método de extrusão sendo submetido a tratamento térmico (BRASIL, 2000).

3.6 Produtos de Pescado

O pescado é um recurso comercializado e valorizado mundialmente pelas suas boas propriedades químicas, biológicas e sensoriais (DE OLIVEIRA et al., 2017). Devido ao seu bom valor nutricional, produtos utilizando carne de pescado possuem alto potencial de ser consumidos pela população (ÖZPOLAT; GURAN, 2017). Atualmente vêm sendo desenvolvidas pesquisas com a elaboração de produtos pesqueiros tais como os *fishburgers*, empanados, almôndegas, linguças, salsichas e patês (MOOSAVI-NASAB et al., 2018; ZUANAZZI et al., 2017).

As salsichas de pescado são produzidas com métodos similares ao utilizados para embutidos de carne de animais terrestres (BOLGER et al., 2017). Oliveira Filho et al. (2010) avaliaram a inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) de resíduos da filetagem de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na elaboração de salsichas, obtendo-se produtos com boa qualidade nutricional e sensorial. Em outro estudo, observou-se que a incorporação de ossos de carpa (*Cyprinus carpio*) como fonte de cálcio nas emulsões, aumentou quinze vezes o teor desse macronutriente, contribuindo também para a melhoria na textura do produto (HEMUNG et al., 2018). O uso de proteína isolada de peixe lanterna (*Benthoosema pterotum*) em salsichas de pescado foi avaliado por Moosavi-Nasabet al. (2018). Com a inclusão desta proteína obteve-se um produto com maior estabilidade, rigidez e elasticidade além da aceitação sensorial positiva. Zakaria e Sarbon (2018) constataram que a adição de proteínas isoladas além de contribuir para melhoria na textura promoveu também o retardo da oxidação lipídica durante o armazenamento refrigerado da salsicha de “Shortfinscad” (*Decapterus macrosoma*). Lago et al. (2017) avaliaram a inclusão de diferentes porcentagem de CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na preparação de salsichas. Os autores constataram que a adição de até 50% de CMS na formulação obteve alta aceitação sensorial.

3.7 Métodos de Conservação do Pescado

As técnicas de conservação dos alimentos têm como objetivo diminuir as alterações de origem microbiana, enzimática, física ou química (MUKHOPADHYAY et al., 2017), sendo que as principais técnicas de conservação dos alimentos são o calor, frio (CARBALLO et al., 2018), controle da umidade (CEROLI et al., 2018), defumação (GOLY et al., 2017) e fermentação.

A carne do pescado é um alimento passível de deteriorações químicas e microbiológicas (DA SILVA SANTOS, 2017). Esta perecibilidade ocorre devido o pH próximo da neutralidade, alta atividade de água, ser rico em ácidos graxos poliinsaturados e aminoácidos livres (DE OLIVEIRA et al., 2017). Dentre os principais métodos tradicionais de conservação aplicados ao pescado está o resfriamento, congelamento, salga, secagem, defumação e enlatamento.

O uso do frio age sobre os alimentos de maneira inibitória, atuando sob as reações enzimáticas, químicas e desenvolvimento microbiano. Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal RIISPOA (BRASIL, 2017), considera-se peixe fresco aquele que não passou por nenhum processo de conservação, com exceção do uso do gelo ou métodos de conservação similar, mantendo em temperaturas próximas a gelo fundente ou aqueles que são comercializados vivos. Assim o peixe resfriado deve ser embalado e mantido a temperatura de refrigeração (0,5 a 2°C). No entanto como a temperatura de refrigeração não inibe todos os microrganismos presentes, seu tempo de vida útil é reduzido.

O pescado congelado é aquele submetido a processos de congelamento rápido, ultrapassando os limites de temperatura de cristalização máxima e atingindo a temperatura de -18°C (BRASIL, 2017). Ao aplicar técnicas de congelamento, as porções de água formam cristais de gelo que irão reduzir a sua mobilidade e disponibilidade. Com isso, irá atribuir uma vida útil maior ao observado no peixe fresco e resfriado (WASHBURN et al., 2017). No entanto, o congelamento pode ocasionar danos no produto como a queima superficial além de não inibir o processo oxidativo. Assim, para evitar estes danos é recomendado realizar o glaziamento do pescado, no qual consiste em uma camada fina de água congelada na superfície do produto (REBOUÇAS & GONÇALVES, 2017).

Apesar das técnicas de conservação pelo frio serem comumente utilizadas pelas indústrias, novos métodos de conservação estão sendo estudados e aplicados, a fim de estender a vida útil do produto sem perder a qualidade.

A pasteurização é um tratamento térmico convencional suave baseado no binômio tempo e temperatura, que tem como objetivo geral reduzir a carga microbiana patogênica e deteriorante. Stormo et al. (2018) investigaram a pasteurização superficial e armazenagem à vácuo de lombos de bacalhau (*Gadus morhua*) sobre a estabilidade dos produtos mantidos a 4°C. Os autores observaram um retardo eficiente no desenvolvimento microbiano quando aplicado a pasteurização a temperatura de 90°C durante 97 segundos.

Para aumentar a eficiência da pasteurização convencional pelo calor pode ser combinado com outras tecnologias, como ultrassom por exemplo, no qual poderá reduzir o tempo de exposição do alimento ao calor e assim obter maiores rendimentos (CONDÓN-ABANTO et al., 2018).

3.7.1 Tecnologias emergentes e o uso de ultrassom

Devido à demanda do consumidor por produtos alimentícios mais seguros e que mantenham suas características organolépticas, surge o desenvolvimento constante de tecnologias de preservação dos alimentos. Os métodos emergentes de conservação tem por objetivo eliminar ou reduzir a multiplicação de microrganismos e inativar enzimas. As principais técnicas emergentes de conservação do pescado são: atmosfera modificada, uso de biofilmes, irradiação (BEART, SIEGRIST, 2018), ultrassom (GALINDO-PÉREZ et al., 2018), bem como a combinação desses métodos.

A atmosfera modificada consiste em substituir a composição de gases ao redor do alimento. Na embalagem pode ser utilizado um gás ou a combinação de gases tais como O₂, CO₂ e N₂, com base nas interações entre a respiração do produto e a transferência dos gases através da embalagem (HERNÁNDEZ et al., 2017). A modificação da atmosfera permite o controle de reações enzimáticas e microbiológicas (MEDINA et al, 2017). O emprego desta técnica para pescado tem sido realizado em combinação com outros métodos de conservação para obter melhor estabilidade do produto. Silbande et al. (2018) avaliaram o efeito da combinação de embalagem à vácuo e atmosfera modificada na qualidade dos filés de tambores vermelhos (*Sciaenops ocellatus*) comparando com os peixes congelados e eviscerados. Os autores se baseando em análises microbiológicas, químicas e sensoriais, verificaram que o uso combinado de vácuo e atmosfera modificada causou maior vida útil em comparação ao peixe eviscerado, resultando em pouca diferença nas análises\ sensoriais e microbianas.

Desde a sua descoberta no início do século XX, o método de ultrassom tem sido explorado devido à variedade de finalidades no âmbito da medicina, indústria química e

engenharia. Tem sido amplamente utilizado no diagnóstico clínico e atualmente aplicado para transferência de genes utilizando a interação de ultrassom e microbolhas, induzindo efeitos biológicos (ZHANG et al., 2018, TRAN et al., 2018).

O ultrassom caracteriza-se em uma tecnologia que utiliza ondas sonoras de baixa frequência e alta intensidade (20 a 100 kHz), transmitidas em um meio líquido e que possui a capacidade de promover a cavitação. Neste processo, as ondas longitudinais são induzidas no momento em que as ondas sônicas estão em meio líquido, criando assim regiões de compressão e expansão alternadas, causando mudanças de pressão que resultam na formação de bolhas no meio (ARVANITOYANNIS et al., 2015; ÁLVAREZ et al., 2018; ALARCON-ROJO et al., 2018).

Apesar de ser amplamente utilizada na área clínica, a aplicação do ultrassom tem se mostrado eficiente na indústria de alimentos. Conforme Ojha et al. (2017), o ultrassom de baixa potência e alta frequência (> 2MHz) produz efeitos químicos e físicos mínimos na qualidade dos alimentos. Em baixa frequência (<1 MHz) promove mudanças físicas e químicas desejadas, sendo aplicadas principalmente no processamento de alimentos.

Os sistemas de contato por ultrassom possuem várias aplicações no processamento de alimentos tais como: emulsificação (REBOREDO RODRÍGUEZ et al., 2014), degaseificação de líquidos (JAMBRAK et al., 2017), separação de gordura (TORKAMANI et al., 2016), intensificação do calor e transferência de massa (GONDREXON et al., 2015), hidratação do pó (BHANDARI, ZISU, 2016), pasteurização (CZANK et al., 2010), esterilização KUMARI, et al., 2018), extração de compostos bioativos (LYU et al., 2017), aumento da taxa de secagem (MAGALHÃES et al., 2017) e congelamento (ISLAM et al., 2017).

Comumente, os tratamentos térmicos como pasteurização e esterilização atuam como métodos tradicionais para garantir a qualidade dos alimentos. Porém, a eficiência desses tratamentos depende do tempo e temperatura, o que pode promover a redução das propriedades nutricionais e sensoriais (KRASULYA et al., 2018; ÁLVAREZ et al., 2018). Em estudo de Monteiro et al. (2018) avaliando dois métodos de pasteurização convencional e com ultrassom em achocolatados, observaram que a pasteurização com ultrassom foi mais efetiva, uma vez que melhorou as características microbiológicas, físicas e químicas, além auxiliar na preservação de compostos bioativos e qualidade nutricional do produto.

Assim, o atual desafio é combinar métodos de preservação térmica moderada ao ultrassom com o objetivo de acelerar a taxa de mortalidade microbiana no alimento. Embora o processamento utilizando ultrassom seja recente, observou-se que ondas de alta

intensidade podem promover a lise de células e desnaturar enzimas (CAO et al., 2018). Assim, combinações de tecnologias promovem uma melhor conservação do alimento, redução na adição de conservantes, preservação das características originais do produto além de baixo consumo de energia e alto grau de segurança.

Jalilzadeh et al. (2018) avaliaram as diferenças na resistência de esporos bacterianos e de fungos de várias espécies microbianas a tratamentos térmicos com ultrassom de potência combinadas com calor e alta pressão. Os autores observaram que a sonicação reduziu significativamente o crescimento de *Escherichia coli* O157: H7, *Staphylococcus aureus*, *Penicillium chrysogenum* e *Clostridium* em queijo, obtendo maior taxa de inativação de *E. coli* O157: H7 e *S. aureus* a 60 kHz. A aplicação do ultrassom em diferentes frequências não afetaram o perfil de textura do queijo branco e melhorou as propriedades sensoriais devido a maior lipólise e proteólise sonicado a 60 kHz.

A combinação do calor com a ultrassom tem sido eficiente na inativação de enzimas em sucos de frutas. Cao et al. (2018) avaliaram o efeito do processo térmico, ultrassom e ultrassom com diferentes temperaturas da água sobre a inativação das enzimas polifenoxidase e peroxidase. Observou-se que as enzimas foram inativadas em todos os processos estudados além de constatar que o ultrassom pode encurtar o tempo e melhorar a eficiência de inativação em comparação com o tratamento térmico. Illera et al. (2018) utilizaram a termossonicação para inativação enzimática em sucos de maçã. Os autores verificaram que o tratamento foi eficiente para a polifenoxidase, mas resistente para pectinametilesterase.

Esta combinação de calor e ultrassom tem sido eficiente em produtos cárneos, diminuindo assim a duração e intensidade do tratamento térmico e danos resultantes. Entre as vantagens do ultrassom em relação à esterilização por calor incluem: a minimização da perda de sabor, maior homogeneidade e economia de energia (RANA et al., 2017). Pesquisa realizada por Cichoski et al. (2015) propôs reduzir a temperatura e acelerar o processo de pasteurização de salsichas embaladas à vácuo utilizando banho ultrassônico (25 kHz, 200 W) durante 10 minutos e 53 segundos a 74 °C e pasteurização convencional (82°C por 16 minutos). Durante o estudo observou-se que o tratamento com ultrassom inibiu o crescimento de bactérias psicrófilas e lácticas, reduziu a oxidação lipídica, promoveu pequenas modificações de pH e textura durante o armazenamento. Em estudos com salsichas produzidas por Krasulya et al. (2016) observou-se que a aplicação da ultrassom melhorou a emulsificação de acordo com um modelo baseado na estabilidade de gotículas de emulsão em campo de cavitação acústica, tornando o produto mais elástico e

com melhor sabor.

Em pescado, a tecnologia de ultrassom tem sido eficiente no processo de congelamento e descontaminação superficial sem utilização do calor. Sun et al. (2019 a) avaliaram o efeito do congelamento por imersão assistido por ultrassom, avaliando a velocidade do congelamento e qualidade da carpa (*Cyprinus carpio*) em diferentes níveis de potências ultrassônicas. Os autores observaram que o congelamento por imersão com potência ultrassônica apropriada diminui o tempo de congelamento das amostras de peixes e melhora na qualidade do produto. Em outro estudo, Sun et al. (2019 b) avaliaram o comportamento das estruturas primárias, secundárias e terciárias da proteína miofibrilar de carpa (*Cyprinus carpio*). Observou-se que o tratamento utilizando ultrassom promoveu a formação de cristais de gelo menores e mais uniformes, reduzindo o dano ao tecido muscular e mantendo a integridade do sarcômero. De modo geral, o tratamento utilizando ultrassom com potência de 175 W protegeu a estabilidade térmica da proteína da carpa durante o processo de congelamento.

Outra aplicação do ultrassom tem sido a descontaminação superficial do pescado sem a utilização de processamento térmico. Pedrós-Garrido et al. (2017) avaliaram o efeito da aplicação do ultrassom de alta intensidade para descontaminação de superfície e qualidade de filés de salmão (*Salmo salar*), cavala (*Scomber scombrus*), bacalhau (*Gadus morhua*) e pescada (*Merluccius merluccius*). Observou-se que as contagens microbiológicas e oxidação lipídica foram reduzidas significativamente. O conteúdo lipídico não se alterou e houve um aumento de 8% de umidade no músculo dos peixes.

REFERÊNCIAS

- ALARCON-ROJO, A. D., et al. Ultrasound and meat quality: A Review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 50, p. 0-0, 2018.
- ALVARES, T. S. et al. Acute effect of fish protein hydrolysate supplementation on vascular function in healthy individuals. **Journal of Functional Foods**, v. 46, p. 250-255, 2018.
- ÁLVAREZ, C., et al. Optimised protein recovery from mackerel whole fish by using sequential acid/alkaline isoelectric solubilization precipitation (ISP) extraction assisted by ultrasound. **LWT-Food Science and Technology**, v. 88, p. 210-2016, 2018.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC international**. Gaithersburg: AOAC Internacional. 19ª edição, 2012.

ARVANITOYANNIS, I. S., et al. Use of ultrasounds in the food industry—Methods and effects on quality, safety, and organoleptic characteristics of foods: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, p. 109–128, 2015.

BEARTH, A., SIEGRIST, M. As Long as It Is Not Irradiated”—Influencing Factors of US Consumers’ Acceptance of Food Irradiation. **Food Quality and Preference**, v.71, p.141-148, 2018.

BESSA, D. P., et al. Functional sausage made from mechanically separated tilapia meat. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, p. 426-439, 2016.

BHANDARI, B., ZISU, B. Effect of ultrasound treatment on the evolution of solubility of milk protein concentrate powder. **Handbook of Ultrasonics and Sonochemistry**, v.0, p.1-19, 2016.

BOLGER, Z. et al. Comminuted meat products—consumption, composition, and approaches to healthier formulations. **Food Reviews International**, v.33, p. 143-166, 2017.

BORGOGNO, M. et al. Technological and nutritional advantages of mechanical separation process applied to three European aquacultured species. **LWT-Food Science and Technology**, v. 84, p. 298-305, 2017.

BOUJU-ALBERT, A., PILET, M. F., GUILLOU, S. Influence of lactate and acetate removal on the microbiota of French fresh pork sausages. **Food Microbiology**, v. 76, p.328-336, 2018.

BOURNE, M. C. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. New York: Academic Press Inc.

BRASIL. **Decreto Nº 9.013, de 29 de Março de 2017. Regulamento** Inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial, Brasília, 29 de março de 2017.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 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 Linguiça e de Salsicha. Diário Oficial, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p.6-10.

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

CAO, X., et al. The inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in bayberry juice during thermal and ultrasound treatments. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 45, p. 169-178, 2018.

CARBALLO, D. E., et al. Assessment of the antioxidant effect of astaxanthin in fresh, frozen and cooked lamb patties. **Food Research International**, v. 111, p. 342-350, 2018.

CARDOSO, L., et al. 2017. Gill metazoan parasites of the spotted goatfish *Pseudupeneus maculatus* (Osteichthyes: Mullidae) from the Coast of Pernambuco, northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, p. 414-420, 2018.

CARDOSO, L., et al. Rocinela signata (Isopoda: Aegidae) parasitizing the gills of the spotted goatfish *Pseudupeneus maculatus* (Actinopterygii: Mullidae) in Northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 2075-2080, 2017.

CEROLI, P., et al. Evaluation of Food Conservation Technologies for Potato Cubes. **Potato Research**, v. 61, p. 219–229, 2018.

CHRISTENSEN, M., et al. Development of an objective method to perform quality classification of comminuted poultry meat. In: ICoMST 2015: 61st International Congress of Meat Science & Technology 2015.

CICHOSKI, A. J., et al. Ultrasound-assisted post-packaging pasteurization of sausages. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 30, p. 132-137, 2015.

CONDÓN-ABANTO, S., et al. An assessment of the application of ultrasound in the processing of ready-to-eat whole brown crab (*Cancer pagurus*). **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 40, p. 497–504, 2018.

CORTEZ-VEGA, W. R., et al. Influence of Adding Recovered Protein from Processing Wastewater on the Quality of Mechanically Separated Chicken Meat Surimi Like-Material. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v.37, p. 162-167, 2017.

CORTEZ-VEGA, W. R., FONSECA, G. G., PRENTICE, C. Optimization of parameters for obtaining surimi-like material from mechanically separated chicken meat using response surface methodology. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 763-772, 2015.

CZANK, C., SIMMER, K., HARTMANN, P. E. Simultaneous pasteurization and homogenization of human milk by combining heat and ultrasound: effect on milk quality. **Journal of Dairy Research**, v. 77, p. 183-189, 2010.

DA SILVA SANTOS, F. M., et al. Use of chitosan coating in increasing the shelf life of liquid smoked Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillet. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 1304-1311, 2017.

DE OLIVEIRA, F. A., et al. Effect of high pressure on fish meat quality—A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 66, p. 1-9, 2017.

- DINÇER, T., YILMAZ, E. B., ÇAKLI, Ş. Determination of quality changes of fish sausage produced from saithe (*Pollachiusvirens* L., 1758) during cold storage. **Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 34, p. 391-399, 2017.
- ESSIEN E. Sausage Manufacture: Principles and Practice. Cambridge, England: Wood Head Publishing Limited; 2003. pp. 5–15.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. **The state of world fisheries and aquaculture 2018: meeting the sustainable development goals**. Roma: FAO.
- FRANCIOSA, I., et al. Sausage fermentation and starter cultures in the era of molecular biology methods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 279, p. 26-32, 2018.
- GALINDO-PÉREZ M. J., et al. Optimization of the emulsification-diffusion method using ultrasound to prepare nanocapsules of different food-core oils. **LWT-Food Science and Technology**, v. 87, p. 333-341, 2018.
- GOLY, K.R., et al. Antimicrobial and Preservative Activities of Lippia Multiflora Essential Oil on Smoked Mackerel (*Scombers combrus*) Fish. **Arch Clin Microbiology**, v. 8 p. 1-33, 2017.
- GONDREXON, N., et al. Intensification of heat and mass transfer by ultrasound: Application to heat exchangers and membrane separation processes. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 25, p. 40-50, 2015.
- GRAU, R.; HAMM, R. Eine einfache method bestiming der wasserbinding in muskel. *Naturwissenschaften*, v.40, p.29, 1953.
- HEMUNG, B. O., et al. Silver Carp Bone Powder as Natural Calcium for Fish Sausage. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 27, p. 305-315, 2018.
- HUGO, C. J., HUGO, A. Current trends in natural preservatives for fresh sausage products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 41, p. 12-23, 2015.
- ILLERA, A. E, et al. Effect of thermosonication batch treatment on enzyme inactivation kinetics and other quality parameters of cloudy apple juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 80, p. 71-80, 2018.
- JALILZADEH, A., et al. The effect of ultrasound treatment on microbial and physicochemical properties of Iranian ultrafiltered feta-type cheese. **Journal of Dairy Science**, v.7, p. 5809-5820, 2018.
- JAMBRAK, A. R., et al. Ultrasound effect on physical properties of cornstarch. **Carbohydrate Polymers**, v. 79, p. 91-100, 2010.

- JANßEN, D., et al. Assertiveness of *Lactobacillus sakei* and *Lactobacillus curvatus* in a fermented sausage model. **International Journal of Food Microbiology**, v.286, p.37-47, 2018.
- JATOBÁ, R. F, OLIVEIRA FILHO, P. R. Silagem Biológica Elaborada com Resíduos de Filetagem de Saramunete (*Pseudupeneus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, p. 58-68, 2017.
- KHADIJEH, A., DORNOUSH, J., SHAHRAM, S. S., 2018. Effects of In-Package Pasteurization On Preventing Spoilage in Emulsion Vacuum Packaged Sausages During Refrigerated Storage. **Foods and Raw materials**, v. 6, p. 40-46, 2018.
- KHALILI TILAMI, S., SAMPELS, S. Nutritional Value of Fish: Lipids, Proteins, Vitamins, and Minerals. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 26, p. 246-253, 2018.
- KRASULYA O., et al. Impact of acoustic cavitation on food emulsions. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 30, p. 98-102, 2016.
- LAGO, A. M., et al. Influence of the addition of minced fish on the preparation of fish sausage: effects on sensory properties. **Journal of Food Science**, v. 82, p. 492-499, 2017.
- LEROY, F., et al. Meat fermentation at the crossroads of innovation and tradition: a historical outlook. **Trends in Food Science & Technology**, v. 31, p. 130-137, 2013.
- LIMA, D. P., et al. Mechanically separated fillet and meat nuggets of Nile tilapia treated with homeopathic product. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, p. 182-189, 2015.
- LOŽNJAK, P., JAKOBSEN, J. Stability of vitamin D3 and vitamin D2 in oil, fish and mushrooms after household cooking. **Food Chemistry**, v. 254, p. 144-149, 2018.
- LYU, F., et al. Gamma radiation combined with cinnamon oil to maintain fish quality. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 141, 220-222, 2017.
- MAGALHÃES, M. L., et al. Drying intensification combining ultrasound pre-treatment and ultrasound-assisted air drying. **Journal of Food Engineering**, v. 215, p. 72-77, 2017.
- MALARUT, J. A., VANGNAI, K. Influence of wood types on quality and carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) of smoked sausages. **Food Control**, v. 85, p. 98-106, 2018.
- MOHAMED, H. M., EMARA, M. M., NOUMAN, T. M. Effect of cooking temperatures on characteristics and microstructure of camel meat emulsion sausages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.96, p. 2990-2997, 2016.

MONTANARI, C., et al. Effects of the diameter on physico-chemical, microbiological and volatile profile in dry fermented sausages produced with two different starter cultures. **Food Bioscience**, v. 22, p. 9-18, 2018.

MONTEIRO, S. H., et al. Effects of ultrasound energy density on the non-thermal pasteurization of chocolate milk beverage. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.42, p. 1-10, 2018.

MOOSAVI-NASAB, M., MOHAMMADI, R., OLIYAEI, N. Physicochemical evaluation of sausages prepared by lantern fish (*Bentho semapterotum*) protein isolate. **Food Science & Nutrition**, v. 6, p. 617-626, 2018.

MUKHOPADHYAY S., et al. Principles of Food Preservation. In: Juneja V., Dwivedi H., Sofos J. (eds) Microbial Control and Food Preservation. **Food Microbiology and Food Safety**. Springer, New York, NY, v. 0, p.17-39, 2017.

OJHA, K. S., et al. Ultrasound technology for food fermentation applications. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 410–417, 2017.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C., VIEGAS, E. M. M., KAMIMURA, E. S., TRINDADE, M. A. (2012). Evaluation of physicochemical and sensory properties of sausages made with washed and unwashed mince from Nile tilapia by-products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, 21(3), 222-237.

OLIVEIRA FILHO, P. R., et al. Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, p. 1383-1391, 2010.

ÖZPOLAT, E., GURAN, H.Ş. Combined effect of sodium polyphosphate and smoking on quality parameters of fish (*Capoeta umbla*) sausage. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 16, p. 86-95, 2017.

PAL, J.A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 6, p. 427-430, 2018.

PEDRÓS-GARRIDO, S., et al. Assessment of high intensity ultrasound for surface decontamination of salmon (*S. salar*), mackerel (*S. scombrus*), cod (*G. morhua*) and hake (*M. merluccius*) fillets, and its impact on fish quality. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 41, p. 64-70, 2017.

RANA, A., PARMAR, M. Y., ANITA RANA, C. ultrasonic processing and its use in food industry: A review. **International Journal of Chemical Studies IJCS**, v. 5, p. 1961–1968, 2017.

REBOREDO-RODRÍGUEZ, P., et al. Ultrasound-assisted emulsification–microextraction for the determination of phenolic compounds in olive oils. **Food Chemistry**, v. 150, p.128-136, 2014.

REBOREDO-RODRÍGUEZ, P., et al. Ultrasound-assisted emulsification–microextraction for the determination of phenolic compounds in olive oils. **Food Chemistry**, v. 150, p.128-136, 2014.

SANTOS, F. K., et al. Rendimento corporal do saramunete, *Pseudupeneus maculatus* (Bloch, 1793) submetido a diferentes métodos de filetagem. **Arquivos de Ciência Mar**, v. 49, p. 15-22, 2016.

SAZIMA C., et al. The goatfish *Pseudupeneus maculatus* and its follower fishes at an oceanic island in the tropical west Atlantic. **Journal of Fish Biology**, v. 69, p. 883-891, 2006.

SHIRAHIGUE, L. D., et al. The feasibility of increasing lipid extraction in tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste by proteolysis. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 25, p. 265-271, 2016.

SILBANDE A., et al. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the microbiological, chemical and sensory properties of tropical red drum (*Sciaenops ocellatus*) fillets stored at 4 C. **International Journal of Food Microbiology**, v. 266, p. 31-41, 2018.

SILVA MA, VIEIRA PH, OLIVEIRA FILHO PR. Elaboração de *fishburger* de saramunete (*Pseudupeneus maculatos*) utilizando diferentes tipos de farinhas vegetais. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 9, p. 36-51, 2016.

SRIKANYA, A., et al. A Study on Optimization of Fish Protein Hydrolysate Preparation by Enzymatic Hydrolysis from Tilapia Fish Waste Mince. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, p. 3220-3229, 2017.

STORMO, S. K., et al. In-Pack Surface Pasteurization of Capture-Based, Pre-Rigor Filleted Atlantic Cod (*Gadus morhua*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**. 2018 Jul 26:1-2

SUN, Q. et al. Effects of ultrasound-assisted freezing at different power levels on the structure and thermal stability of common carp (*Cyprinus carpio*) proteins. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 54, p. 311-320, 2019b.

SUN, Q. et al. Ultrasound-assisted immersion freezing accelerates the freezing process and improves the quality of common carp (*Cyprinus carpio*) at different power levels. **LWT**, v. 108, p. 106-112, 2019a.

- TORKAMANI, A. E., et al. Effect of ultrasound-enhanced fat separation on whey powder phospholipid composition and stability. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 4169-4177, 2016.
- TRAN, D. M., et al. Prolonging pulse duration in ultrasound-mediated gene delivery lowers acoustic pressure threshold for efficient gene transfer to cells and small animals. **Journal of Controlled Release**, v. 279, p. 345-354, 2018.
- VILLAMIL, O., VÁQUIRO, H., SOLANILLA, J. F. Fish viscera protein hydrolysates: Production, potential applications and functional and bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 224, p. 160-171, 2017.
- WASHBURN, K. E., et al. Non-invasive assessment of packaged cod freeze-thaw history by hyperspectral imaging. **Journal of Food Engineering**, v. 205, p. 64-73, 2017.
- ZAKARIA, N. A., SARBON, N. M. Physicochemical properties and oxidative stability of fish emulsion sausage as influenced by snakehead (*Channa striata*) protein hydrolysate. **LWT – Food Science and Technology**, v. 94, p. 13-19, 2018.
- ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- ZHANG, H., et al. Chitosan-conjugated lipid microbubble combined with ultrasound for efficient gene transfection. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 1, p. 1-6, 2018.
- ZUANAZZI, J. S., et al. Physicochemical, Microbiological, Instrumental, And Sensory Characterisation Of Breaded Mechanically Separated Meat Of Pacu Farmed in Pantanal. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 19, p.269-281, 2017.

4 RESULTADOS

ARTIGO: EFEITO DO ULTRASSOM NA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE SALSICHAS DE SARAMUNETE (*Pseudupeneus maculatus*- BLOCH, 1793)

RESUMO

O saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) é uma espécie de peixe muito capturado no litoral do Nordeste brasileiro. Apesar de haver alguns estudos com esta espécie, ainda não foi avaliado a vida útil de embutido tipo salsicha submetendo a diferentes formas de pasteurização pós-embalagem. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade físico-química através da análise de cor (L*, a* e b*) e textura instrumental (dureza, elasticidade e coesividade), pH, oxidação lipídica (TBARS), bases nitrogenadas voláteis (BNV) e nitrogênio não protéico (NPN) e estabilidade microbiológica (*Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e aeróbios psicrotróficos) das salsichas de saramunete quando submetidas a diferentes técnicas de pasteurização (método convencional a 80°C por 10 minutos; banho ultrassônico a 37 kHz por 10 minutos; combinação de pasteurização convencional mais ultrassom e controle) e mantidas por até 43 dias sob refrigeração (6°C). Dentre os métodos de pasteurização aplicados nas salsichas de saramunete, a combinação de pasteurização convencional mais ultrassom proporcionou melhores resultados físico-químicos (maiores valores de L* e b* e estabilidade do pH, menores valores de TBARS, TVB-N, NPN e aW) durante 43 dias de armazenamento a 6°C e contagens microbianas dentro do estabelecido pela legislação vigente no Brasil para produtos de pescado armazenados sob refrigeração, podendo ser uma técnica utilizada em escala industrial para a conservação de salsichas de saramunetes.

Palavras-chave: Vida útil; Produtos de pescado; Ultrassom.

ABSTRACT

The saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) is a species of fish very much caught in the coast of the Brazilian Northeast. However, the stability of the sausage-type sausage, made with the meat of the saramunete, has not yet been evaluated, associating different forms of pasteurization (conventional method at 80°C for 10 minutes; ultrasonic bath at 37 kHz for 10 minutes; combination of conventional pasteurization plus ultrasound and control), and subsequently stored for 43 days at 6°C. Physicochemical and microbiological parameters were evaluated. Among the pasteurization methods applied to sausages, the combination of pasteurization plus ultrasound provides better physical-chemical results (higher values of L* and b* and stability of pH, lower values of lipid oxidation, volatile nitrogenous

bases, non-protein nitrogen and activity of water) during storage at 6° C and microbial counts within the limits established by current legislation in Brazil, which may be a technique used on an industrial scale.

Keywords: Self-life; Fish products; Ultrasound.

4.1 INTRODUÇÃO

Atualmente a pesca é classificada como um dos segmentos agropecuários mundiais mais importantes, movimentando cerca de 70 bilhões de dólares por ano (FAO, 2018). Com a produção de 803,270 toneladas, o Brasil representa 0,7% da produção mundial de pescado, sendo que a região nordeste é a mais produtiva, com cerca de 24,4% da produção nacional (BRASIL, 2011).

Dentre as espécies capturadas ao longo da costa brasileira destaca-se o saramunete (*Pseudopenaeus maculatus*) que é um peixe comercializado nas feiras livres, mercados e também destinado à exportação (CARDOSO et al., 2018). A carne deste peixe possui boa aceitabilidade sensorial devido a sua coloração clara e sabor parecido ao do camarão. Nos últimos anos, algumas pesquisas na área de tecnologia do pescado têm sido desenvolvidas com esta espécie, tais como avaliação do rendimento corporal para obtenção de filés (SANTOS et al., 2016), desenvolvimento de silagem biológica com os resíduos (JATOBÁ; OLIVEIRA FILHO, 2017), além da elaboração de *fishburger* (SILVA et al., 2017).

Apesar de haver alguns estudos tecnológicos com o saramunete, ainda não foi avaliado a utilização dos filés e carne mecanicamente separada para a elaboração e estabilidade de embutidos tipo salsichas. As salsichas de pescado são produzidas com métodos similares ao utilizados para embutidos de carne de animais terrestres (MOOSAVI-NASAB et al., 2018). No entanto, assim como os demais tipos de pescado, o saramunete apresenta vida útil baixa, sendo necessário a avaliação de técnicas de conservação.

O principal objetivo das técnicas de conservação de alimentos é reduzir as alterações microbianas, enzimáticas, físicas e químicas (MUKHOPADHYAY et al., 2017). Entre os métodos de conservação comumente aplicados ao pescado estão o resfriamento, congelamento, salga, secagem, defumação e enlatamento. Apesar destas técnicas serem bastante utilizadas, novos métodos de conservação estão sendo estudados, a fim melhorar a estabilidade do produto sem perder a qualidade.

A pasteurização é caracterizada como um processo térmico convencional suave

baseado no binômio tempo e temperatura com o objetivo de reduzir a carga microbiana patogênica e deteriorante (STORMO et al., 2018). No entanto, para aumentar a eficiência da pasteurização a combinação com técnicas inovadoras tem sido testadas com sucesso (CONDÓN-ABANTO et al., 2018).

Entre as principais técnicas emergentes de conservação do pescado estão o uso da atmosfera modificada (SILBANDE et al., 2018), aplicação de biofilmes (NEIRA et al., 2019), irradiação (BEART; SIEGRIST, 2018), ultrassom (GALINDO-PÉREZ et al., 2018), assim como a combinação de métodos (CICHOSKI et al., 2015).

Apesar de ser amplamente utilizada na área clínica, o ultrassom tem se mostrado eficiente na indústria de alimentos (OJHA et al., 2017) pela possibilidade de redução na adição de aditivos conservantes, possuir baixo consumo de energia e alto grau de segurança. Atualmente, o desafio é combinar métodos de preservação térmica moderada, ditos convencionais ao ultrassom visando acelerar a taxa de mortalidade microbiana no alimento (CAO et al., 2018).

Em pescado, a tecnologia de ultrassom tem sido eficiente na redução do tempo de congelamento em carpas (*Cyprinus carpio*) (SUN et al., 2019a) e descontaminação superficial em filés de salmão (*Salmo salar*), cavala (*Scomber scombrus*), bacalhau (*Gadus morhua*) e pescada (*Merluccius merluccius*) (PEDRÓS-GARRIDO et al., 2017). O uso de ultrassom em processos alimentícios possui uma grande relevância industrial e econômica, devido ser um processo relativamente simples de ser executado em equipamentos convencionais já utilizados pela indústria. Além disso a demanda pelo consumidor por produtos seguros leva a indústria alimentícia a investigar tecnologias alternativas para substituir os tratamentos térmicos convencionais que podem afetar a qualidade dos alimentos. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a estabilidade de salsichas de saramunete submetidas diferentes técnicas de pasteurização.

4.1 MATERIAL E MÉTODOS

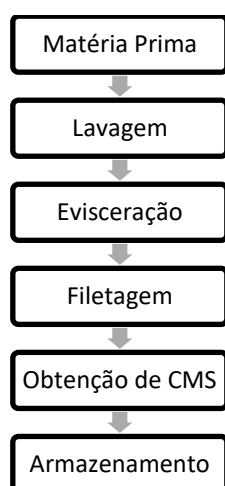
4.2.1 Obtenção e preparo da matéria prima

Os saramunetes (*Pseudupeneus maculatus*), com peso 146 ± 22 g, foram obtidos de pescadores artesanais da Ilha de Itamaracá, localizada no Litoral Norte do estado de Pernambuco, nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 45' 0" Sul, Longitude: 34° 51' 0" Oeste. Os peixes frescos foram acondicionados em caixas isotérmicas contendo gelo em escamas na proporção de 1:1 (peixe: gelo) e transportados para o Laboratório de

Tecnologia do Pescado (LATPESC), localizado no Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife.

No laboratório, os peixes foram lavados com água corrente clorada para remoção do muco superficial. Após este procedimento, foi realizada a filetagem do peixes conforme descrito por Santos et al. (2016). O espinhaço obtido foi processado pela desossadora mecânica (PV[®] 150, PV Máquinas, Chapecó, Santa Catarina, Brasil) para obtenção da carne mecanicamente separada (CMS). Posteriormente as matérias primas (filés e CMS) foram acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade com capacidade de 500 g e mantidos sob congelamento ($-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) até o momento da elaboração das salsichas (Fig. 2).

Figura 2- Fluxograma do processamento dos saramunetes (*Pseudupeneus maculatus*) utilizados na elaboração das salsichas.



4.2.2 Formulação

Para elaboração das salsichas foi utilizada uma formulação para obtenção de 3kg de massa considerando a proporção de 20% de CMS e 80% de filés de saramunetes. Os demais ingredientes incorporados na formulação foram: 1% de amido de milho, 2% de proteína isolada de soja; 6% de óleo de girassol; 6% de água; 1,4% de sal; 0,2% de sal de cura (sal - 93% e conservador nitrito de sódio INS250 – 7%; Sabor do Brasil Aditivos e Suplementos SA); 0,25% de antioxidante (açúcar, sal -18%, antioxidantes Isoascorbato de Sódio INS316 e Ácido Ascórbico INS300 e Acidulante Ácido Cítrico INS330; Sabor do Brasil Aditivos e Suplementos LTDA) , 0,25% de estabilizante (açúcar, sal - 20,7%, proteína de soja e aromas naturais; Marca: Sabor do Brasil Aditivos e Suplementos LTDA) , 0,2% de alho

em pó, 0,1% de pimenta do reino, 0,1% de pimenta da Jamaica; 0,1% de cebola em pó e 0,1% de gengibre em pó (LIMA et al., 2017) (Tabela 1).

Tabela 1: Lista de ingredientes para formulação de 3 quilos (Kg) de massa de salsichas de saramunete (*Pseudupeneus maculatus*).

	INGREDIENTES	%	Peso (g)
Não Cárneos	Amido de milho	1	30
	Proteína isolada de soja	2	60
	Óleo de girassol	6	180
	Água	6	180
	Sal	1,4	42
	Sal de cura	0,2	6
	Antioxidante	0,25	8
	Estabilizante	0,25	8
	Alho em pó	0,25	6
	Pimenta preta	0,1	0,3
	Pimenta da jamaica	0,1	0,3
	Cebola em pó	0,1	0,3
	Gengibre em pó	0,1	0,3
Cárneos	Filé	80	1983,84
	CMS	20	495,96
TOTAL			3.000

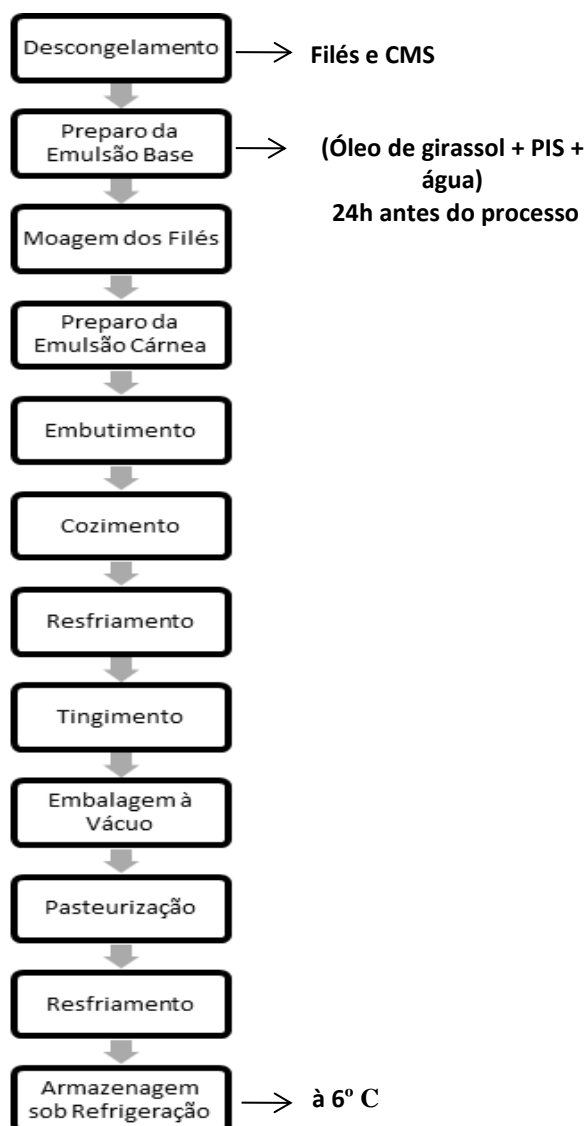
5.2.3 Processamento

As matérias primas cárneas (filés e CMS) foram retiradas do freezer ($-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) e acondicionadas em refrigeração (6°C) durante 24h para um descongelamento gradativo. Uma emulsão base foi obtida através da mistura de óleo de girassol, proteína isolada de soja e água (6°C) na proporção (3:1:3) utilizando um processador de alimentos. Esta emulsão foi armazenada a 6°C por 24h antes da elaboração das salsichas. Os filés foram moídos em um moedor de carne com abertura de 6 mm. Posteriormente, os filés moídos mais a CMS foram acondicionados em *cutter* (0,5 CV CR 4L, Metalúgica Siemens® Ltda, Brusque, Brasil), juntamente com a emulsão base e demais ingredientes (sal, sal de cura, antioxidante, estabilizante, alho em pó, pimenta preta, pimenta da Jamaica, cebola em pó, gengibre em pó e amido de milho).

A emulsão cárnea foi embutida com o auxílio de uma embutideira manual

(Embutideira vertical manual EJVI 09/Inox, Jamar[®], Tupã, Brasil) em tripas de colágeno com diâmetro de 24 mm e posteriormente amarradas manualmente com barbantes de algodão, estabelecendo 8 cm de comprimento para cada salsicha. Após embutimento, as salsichas foram cozidas em banho Maria (Banho Maria digital, capacidade de 19 L) a 85°C por 15 minutos, resfriadas em água (6°C) até atingir a temperatura interna inferior a 40°C (OLIVEIRA FILHO et al., 2012). Posteriormente, as salsichas foram imersas em uma solução de corante de urucum (3%, V/V) durante 10 minutos e mergulhadas em uma solução de vinagre (10%, V/V) por 1 minuto para melhorar a fixação da cor. Então, as salsichas coradas foram acondicionadas em embalagens de Nylon Poli (18 X 25 X 0,12 cm, 120 micras) contendo três unidades, submetidas à vácuo de 720 mm/Hg de pressão durante 25s e armazenada sob refrigeração (6° C) (Fig 3).

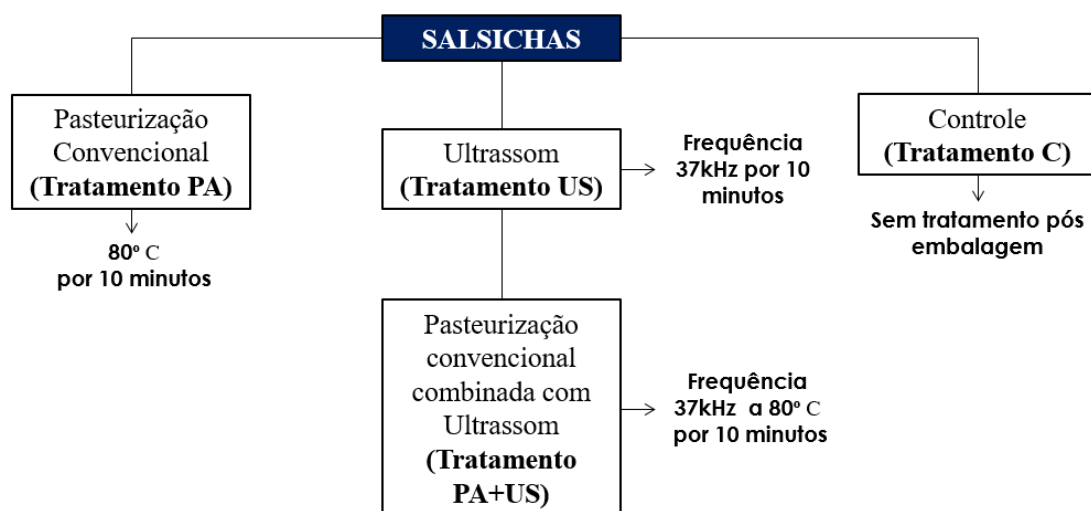
Figura 3- Fluxograma da elaboração da salsicha de saramunetes (*Pseudupeneus maculatus*).



5.2.4 Pasteurização

Após embalagem à vácuo, grupos de salsichas foram submetidas a diferentes tratamentos tais como: pasteurização individual das embalagens a 80°C por 10 minutos, seguido de resfriamento em água gelada a 1°C (tratamento PA). Embalagem de salsichas submetida ao ultrassom com frequência de 37kHz durante 10 minutos (tratamento US). Embalagem de salsichas submetidas a combinação do tratamento PA e US (tratamento PA + US). Embalagem de salsichas sem serem submetidas a pasteurização (tratamento C) (Fig. 4).

Figura 4 – Fluxograma dos tratamentos aplicados as salsichas de saramunete.



Para os tratamentos com ultrassom, foi utilizado um equipamento de banho Maria Ultrassônico modelo E60H, capacidade de 5,75L, dimensões da cuba de 300 x 151 x 150 mm, dimensões do cesto de 255 x 115 x 75 mm (Elmasonic®, Singen, Germany). Após a realização dos tratamentos, as embalagens com três salsichas de saramunete foram armazenadas a 6°C por até 43 dias, sendo as análises realizadas no dia 1, 8, 15, 22, 29, 36 e 43 do processamento.

4.2.5 Análises Laboratoriais

4.2.5.1 Rendimento Corporal

Para o rendimento corporal, foram utilizados 81 saramunetes com peso médio de 146

± 22g com o auxílio de uma balança de precisão de 0,01g. Cada etapa do processo de filetagem dos peixes foi realizado conforme Santos et al. (2016): 1) pesagem o peixe inteiro; 2) remoção das escamas e pesagem; 3) remoção de vísceras e pesagem; 4) remoção da cabeça e pesagem; 5) remoção do filé com pele e pesagem; 6) remoção da pele e pesagem; 7) pesagem do espinhaço. As proporções entre o peso da parte do corpo em relação ao peso total foram calculadas em porcentagem.

4.2.6 Estabilidade Física e Química

4.2.6.1 Textura Instrumental

A análise da textura instrumental foi realizada em um analisador de textura (TA-CT3, Brookfield®, Middleboro, USA) utilizando três salsichas de cada tratamento cortadas em fatias de 20 mm de comprimento, comprimidas 50% deste tamanho utilizando um probe modelo TA25/1000 com velocidade do pré-teste, teste e pós-teste de 2 mm/s a temperatura de 25°C de acordo com Bourne (2002), sendo que o parâmetro estudado foi a dureza medida em kg/f.

4.2.6.2 Cor Instrumental

A cor instrumental foi determinada em triplicata de três salsichas de cada tratamento. As medidas de cor foram realizadas na região externa das salsichas utilizando um colorímetro portátil modelo CR 400 (Konica Minolta®, Tokyo, Japan), previamente calibrado com um padrão branco antes de cada análise, operando com fonte de luz uma lâmpada de xenônio, iluminante C (Y=92.78; x=0.3139; y=0.3200), ângulo de observação de 2° e área de medição de 8 mm de diâmetro. A cor foi expressa utilizando-se os padrões do sistema CieLAB – “Comission Internationale de L’ Eclairage”: L^* (luminosidade), a^* (intensidade da cor vermelha a verde) e b^* (intensidade da cor amarela a azul).

4.2.6.3 Determinação do pH

O pH foi determinado com o auxílio de um peagâmetro utilizando eletrodo de imersão, em uma solução de 10g de amostra de salsichas previamente homogeneizadas com 40 ml de água destilada, de acordo com Oliveira Filho et al. (2012).

4.2.6.4 Oxidação Lipídica (TBARS)

A análise de oxidação lipídica foi determinada pelo método de substâncias reativas

ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) de acordo com Vyncke (1970). Para o cálculo de TBARS foi obtida uma reta com tetrametoxipropano (TMP) e os resultados foram expressos em mg de malonaldeído/kg da amostra.

4.2.6.5 Bases Nitrogenadas Voláteis (TVB-N)

As bases nitrogenadas voláteis (TVB-N) foram determinadas pelo método de Howgate (1976). O resultado da análise foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$TVBN \left(\frac{mgN}{100g} \right) = \frac{[volume\ HCL(ml) \times normalidade\ do\ HCL \times 14 \times volume\ do\ extrato\ de\ TCA \times 100]}{25 \times peso\ da\ amostra}$$

(Equação 1)

4.2.6.6 Nitrogênio Não Proteico (NPN)

O nitrogênio não proteico (NPN) foi determinado pelo método desenvolvido por Horwitz (1980). O resultado da análise foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$NPN \left(\frac{mgN}{100g} \right) = \frac{[volume\ HCL(ml) \times normalidade\ do\ HCL \times 14 \times volume\ do\ extrato\ de\ TCA \times 100]}{2 \times peso\ da\ amostra}$$

(Equação 2)

4.2.6.7 Atividade de Água (A_w)

A atividade de água foi determinada, utilizando salsichas de cada tratamento, pré-homogeneizadas em um processador de alimentos, a temperatura de 25°C em um equipamento Aqualab CX-2 (Decagon Devices, Pullman, WA, USA).

4. 2.7 Estabilidade Microbiológica

Para análises microbiológicas, as salsichas foram coletadas em condições assépticas, pesadas e diluídas em meio de enriquecimento específico para cada microrganismo. Foram utilizados kits comerciais da Compact Dry® (Nissui Pharmaceutical Co., Ltd., Tokyo, Japan) para contagem total de aeróbios psicrotóxicos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp. (VELOSO et al. 2019). Posteriormente os resultados foram expressos em log UFC/g e comparados de acordo com a legislação vigente no Brasil, RDC 331 de 2019 (BRASIL, 2019).

4.2.8 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial (4X5). Os níveis do fator 1 foram os quatro tratamentos (PA, US, PA + US e C) e os níveis do fator 2 foram os 7 tempos de análise (1, 8, 15, 22, 29, 36 e 43 dias de armazenagem a 6°C).

4.2.9 Análise Estatística

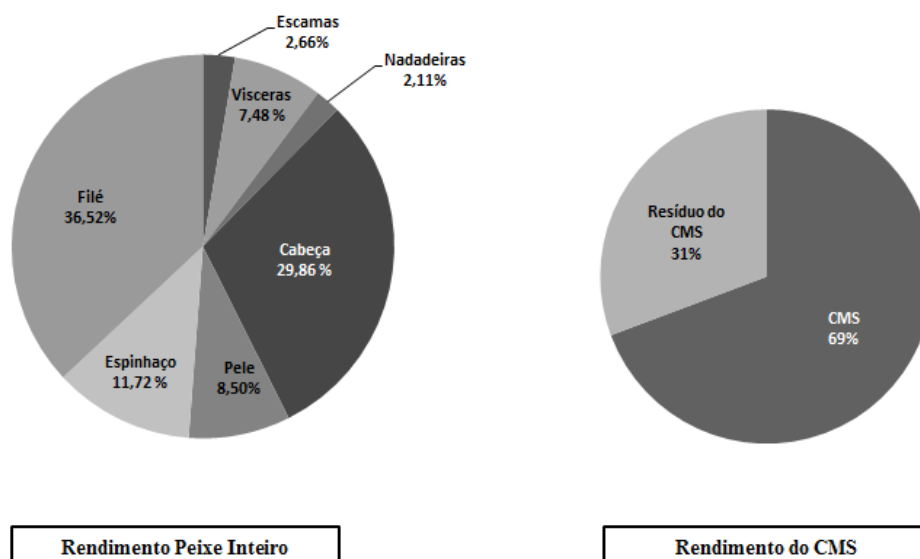
Os valores foram inicialmente avaliados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias. Quando atendidos os pré-requisitos foi utilizado análise de variância por dois fatores (Two way ANOVA) com posterior análise de comparação de médias (teste de Tukey) ao nível de 5% de confiança. As análises foram realizadas com o auxílio do programa SigmaStat 3.5[®].

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Rendimento Corporal do Saramunete

O rendimento da cabeça dos saramunetes foi superior ao observado no pirarucu, (*Arapaima gigas*) (8,8%) e tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (10,8%) (LUSTOSA-NETO et al., 2016) (Fig. 4). Porém, foi similar ao estudado para o barbado (*Pygocentrus nattereri*) (27,16%) (ADAMES et al., 2014) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) (24,30%) (LIMA et al., 2018), e inferior ao bagre marinho (*Sciades herzbergii*) (33,8%) (VASCONCELOS-FILHO et al., 2017) e biquara (*Haemulon Plumierii*) (37,5%) (RAÚL et al., 2018). Esta variação dos rendimentos da cabeça entre as espécies de peixes está relacionado com aspectos morfológicos de cada espécie tais como peso, tamanho e hábito alimentar, assim como ao método de processamento utilizado para obtenção do filé (SANTOS et al., 2016; ADAMES et al., 2018; BOMBARDELLI et al., 2018).

Figura 5 - Rendimento corporal e da carne mecanicamente separada de saramunetes (*Pseudupeneus maculatus*)



Fonte: autor, 2020

A cabeça dos peixes, devido a sua fonte de compostos bioativos, proteínas, óleos, ácidos graxos ômega-3, enzimas e minerais (SHIRAHIGUE et al., 2016) podem ser utilizadas na produção de biodiesel (BRUNO et al. 2019), extração de pigmentos naturais (VENUGOPAL, 2016), hidrolisados proteicos (JAYASINGHE et al., 2016; MEZENOVA et al., 2018), extração de aminoácidos umami (ácido aspártico e ácido glutâmico) (ROUTRAY et al., 2018), produção de embalagens alimentícias (ETXABIDE et al., 2016) e silagem biológica (JATOBÁ; OLIVEIRA FILHO, 2017).

O rendimento dos filés dos saramunetes foram ligeiramente inferiores ao observado por Santos et al. (2016) (38,95%), em estudo com a mesma espécie. O rendimento do filé dos saramunetes do presente estudo pode ter sido influenciado pela menor habilidade dos operadores para obtenção do filé, pois segundo Adames et al. (2018) entre os fatores que interferem no rendimento do filé estão os aspectos biológicos como forma anatômica do animal, tamanho da cabeça e fatores humanos como destreza do filetador. É possível observar que em espécies como biquara (*Haemulon plumierii*) que apresentou rendimento de filé inferior (30,50%) (RAÚL et al., 2018) podem estar relacionadas com características morfológicas da cabeça. Por outro lado, no tambaqui (*Colossoma macropomum*) o rendimento de filés foram superiores (57,50%) ao observado nos saramunetes,

possivelmente influenciado pela diferença de peso, comprimento e anatomia (LIMA et al., 2018).

As vísceras correspondem entre 5 a 8% do peso corporal dos peixes, sendo geralmente descartados como resíduos durante o processamento. Atualmente, pesquisas têm sido desenvolvidas para utilização deste resíduo para a produção de hidrolisados proteicos (MURTHY et al., 2018), enzimas como alcalases e proteases (KLOMLAO; BENJAKUL, 2018), biodiesel (BANZE et al., 2017), silagem e compostos antioxidantes naturais (VILLAMIL et al., 2017; MOTA et al., 2019). O rendimento de vísceras dos saramunetes foi inferior ao observado no barbado (*Pinirampus pirinampu*) (8,67%) (ADAMES et al., 2014), tilápia do Nilo (8,4%) e pirarucu (8,8%) (LUSTOSA-NETO et al., 2016) e tambaqui (8,6%) (LIMA et al., 2018). Estas variações podem estar associadas a fatores como variações nas faixas de peso e diferença entre os sexos. Por exemplo, Vasconcelos-Filho et al. (2017) observaram que o percentual de vísceras aumenta à medida que o bagre marinho (*Sciades herzbergii*) é mais pesado, estabelecendo uma relação positiva. No entanto, em suruvi (*Steindachneridion scriptum*) o percentual de vísceras foi relacionado a sexagem, onde as fêmeas apresentaram valores superiores de vísceras (8,39%) em relação aos machos (7,65%), sendo esta variação em decorrência das gônadas (MAGHELLY et al., 2014).

A pele do peixe possui importância devido as suas aplicações tecnológicas para o curtimento, extração de colágeno, embalagens alimentícias, extração de compostos antioxidantes e uso medicinais como tratamento de queimaduras (EIRAS et al., 2015; DEANTI et al., 2018; LIMA-JUNIOR et al., 2019; LI et al., 2019; MEDINA-MEDRANO et al., 2019). O rendimento de pele dos saramunetes foi semelhante ao encontrado por Santos et al. (2016) em estudo com a mesma espécie (8,75%). O rendimento de pele pode variar em decorrência com o método de processamento tais como formas de corte e tamanho da cabeça e obtenção do filé (SANTOS et al., 2016). Rendimento de pele inferior foi encontrado por Raul et al., (2018) em estudo com a biquara (6,2%), onde pode estar associado a aspectos morfológicos da cabeça, promovendo assim uma redução na porção do filé e pele.

O espinhaço pode ser utilizado como matéria prima para obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) que é incluída em produtos processados (BORGOGNO et al., 2017) como por exemplo *nuggets* (LIMA et al., 2015) e salsichas (BESSA et al. 2016). Neste estudo, o rendimento da CMS do saramunete foi superior ao encontrado para CMS de tilápias do Nilo (50%) (OLIVEIRA et al. 2010). Esta variação no rendimento de

CMS entre as espécies pode ser influenciada pelo ajuste do equipamento, variação do tamanho dos espinhaços e também a presença ou não das nadadeiras dorsais.

4.3.2 Estabilidade Física e Química

4.3.2.1 Textura Instrumental

Não foi observado efeito significativo ($p > 0,05$) da dureza das salsichas de saramunete entre tratamentos logo após a aplicação dos métodos (Tabela 2). Durante a armazenagem, apesar de ter havido algumas variações ($p < 0,05$), não houve uma tendência clara do comportamento da dureza das salsichas (Tabela 2). A aplicação do ultrassom no processamento de carnes proporciona geralmente amaciamento, devido à desnaturação de parte das proteínas miofibrilares pelas ondas ultrassônicas (HORITA et al., 2018). Apesar de ter sido utilizado esta tecnologia, a falta de modificações na dureza pode ter ocorrido devido as salsichas já terem sido cozidas previamente e, portanto as proteínas já estarem desnaturadas.

No entanto, Cichoski et al. (2015) observaram modificação na dureza passando de 56,67N para 54,24N após o processamento de pasteurização convencional e com ultrassom de salsichas bovinas embaladas à vácuo. No entanto, os autores relacionaram a modificação da textura com o desenvolvimento de bactérias psicrotóxicas responsáveis pela produção de proteases. No estudo com as salsichas de saramunete, apesar de também ter havido desenvolvimento de bactérias psicrotóxicas, elas foram poucas e não interferiram na dureza dos produtos.

4.3.2.2 Cor Instrumental

A cor é um dos principais atributos de um produto alimentício que irá influenciar o consumidor no momento da compra (PAAKKI et al., 2019). As salsichas de saramunete submetidas ao tratamento US foram mais ($p < 0,05$) escuras (menor valor de L^*) logo após a aplicação da técnica, sendo que ao longo do tempo de armazenagem ocorreu uma tendência significativa ($p < 0,05$) de aumento da luminosidade nas salsichas deste tratamento (Tabela 2). Nos demais tratamentos (C, PA, PA + US) não ocorreram variação significativa ($p > 0,05$) nos valores de L^* no tempo 1 de análise, além de apresentar estabilidade ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 2).

No entanto, a combinação com a pasteurização convencional (PA+US) apresentou efeito contrário, pois de maneira geral apresentaram maiores valores de L^* ao longo do

tempo (Tabela 2). Chichoki et al. (2015) também não observaram diferença significativa nos valores de L^* nas salsichas bovinas pasteurizadas a 82° C por 16 minutos em combinação com o ultrassom com frequência de 25 kHz durante 60 dias de armazenagem sob refrigeração. Isto pode dar indícios que a combinação de calor e ultrassom tornam as salsichas mais claras e com maior estabilidade da cor ao longo do tempo de armazenamento.

As salsichas de saramunete submetidas a pasteurização tradicional (PA) foram mais avermelhadas (maior valor de a^*) que as salsichas dos demais tratamentos tanto no início do experimento (tempo 1) como ao longo de 43 dias de armazenagem a 6°C (Tabela 2). Este resultado pode indicar que a PA ajudou a manter a coloração vermelha das salsichas adquiridas no processo de tingimento com urucum. Em contrapartida, as salsichas do tratamento controle (tratamento C) foram as menos avermelhadas durante o período experimental. Já as salsichas de saramunete dos tratamentos US e PA + US apresentaram valores intermediários de intensidade de vermelho (a^*) ao longo do tempo de armazenagem. Estes resultados mostram que os tratamentos PA, US, ou PA + US ajudam a fixar o corante urucum nas salsichas de saramunete.

De maneira geral, as salsichas apresentaram tendência de diminuição da intensidade de vermelho (a^*) ao longo do armazenamento, sendo mais evidenciado no tratamento C. Em outros estudos, também houve redução nos valores de a^* ao longo do armazenamento, como por exemplo, em linguiças tipo frescal elaboradas de bagre marinho (*Sciades herzbergii*) mantidas a 6°C por 32 dias, variando de 7,3 a 8,1 (VELOSO et al., 2019), mortadelas elaboradas com CMS de tilápias (*Oreochromis niloticus*) durante 30 dias de armazenagem a 6°C, variou de 11,22 a 11,94 (BARTOLOMEU et al., 2014), salsichas elaboradas com CMS de salmão do Atlântico (*Salmo salar*) durante 90 dias de armazenagem a 4°C, variou de 5,36 a 6,50 (TIRLONI et al., 2015). Esta redução dos valores de a^* ao longo do tempo, principalmente no tratamento controle, pode estar associado a sensibilidade do urucum devido a variação de pH e também devido a produção de ácidos orgânicos produzido por microrganismos durante armazenagem (SILVA, NACHTIGALL, STRINGHETA, 2009).

As salsichas de saramunete submetidas a pasteurização tradicional (PA) foram mais amareladas (maior valor de b^*) (Tabela 2), enquanto que aquelas submetidas ao tratamento US foram menos amareladas, logo após os tratamentos (tempo 1). A intensidade de amarelo (b^*) das salsichas de saramunete de todos os tratamentos apresentaram oscilações, porém sem tendência de aumento ou diminuição (Tabela 1). Diferentemente, Cichoski et al.

(2015) utilizando métodos de pasteurização de salsicha bovina com ultrassom, observaram diminuição dos valores de b^* após armazenamento sob refrigeração, podendo estar associada a oxidação e deterioração das salsichas. No entanto, alguns produtos de pescado não apresentaram diferença significativa nos valores de b^* ao longo da armazenagem refrigerada, como em linguças com bagre marinho (*Sciades herzbergii*) com valor médio de 10,6 (VELOSO et al. 2019), salsichas de CMS de salmão (*Salmo salar*) com valor de 5,93 (TIRLONI et al., 2015)

4.3.2.3 Determinação do pH

As salsichas de saramunete do tratamento controle (C) e submetidas ao tratamento US apresentaram maiores ($p < 0,05$) valores de pH no tempo 1 (Tabela 2). No entanto, após 22 e 43 dias de armazenamento, os valores de pH das salsichas do tratamento C foram menores. Isto pode estar associado ao desenvolvimento de bactérias lácticas e organismos psicrotróficos resistentes à ação do nitrito. Estas bactérias são comumente encontradas em produtos cárneos embalados a vácuo e armazenados sob refrigeração (OLIVEIRA FILHO et al., 2010; VELOSO et al., 2019). Em contrapartida, observou-se aumento dos valores de pH nas salsichas submetidas ao tratamento US até 22 dias de armazenamento e após este período voltou a cair (Tabela 2). Isto pode ter ocorrido devido a exposição do alimento ao ultrassom causar liberação de enzimas proteolíticas e consequentemente aumentar a disponibilidade de aminoácidos livres e desaminases que liberam aminas básicas (HUANG et al., 2017). Resultados similares foram observados em salames italianos, onde a aplicação do ultrassom por 9 minutos propiciou aumento do pH após 30 e 120 dias de armazenamento (LIMA et al., 2018). No entanto, as salsichas dos tratamentos PA e PA+US mantiveram os valores de pH mais estáveis ao longo do tempo de armazenagem (Tabela 2). Isto pode ser um indicativo que o processo térmico pode minimizar a liberação de enzimas proteolíticas e portanto, liberando menos aminas básicas.

Tabela 2. Valores (média ± desvio padrão) das análises físicas (dureza, cor L*, a*, b* e pH) de salsichas de saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) submetidas a diferentes tipos de pasteurização e armazenadas por 43 dias a 6°C^{1,2,3}.

Análises	Tratamentos	Tempo de armazenagem (dias)						
		1	8	15	22	29	36	43
Dureza (kg/f)	PA	4,94±0,79aA	4,81±1,39bA	5,49±0,22aA	5,76±0,31aA	6,05±0,33aA	4,64±0,73abA	6,41±1,13aA
	US	5,06±0,72aAB	6,73±0,58aA	5,73±0,90aAB	4,50±0,73aB	4,39±0,46aB	5,07±1,01aAB	6,04±0,09aAB
	PA+US	4,03±0,40aB	5,71±0,57abAB	5,77±0,21aAB	6,16±0,26aA	5,63±0,40aAB	4,56±0,36abAB	5,67±1,39aAB
	C	4,58±1,85aAB	4,51±0,92bAB	4,32±0,65aAB	5,59±0,98aA	5,03±0,73aAB	3,07±0,06bB	5,07±0,62aA
L*	PA	65,86±0,38aA	65,17±2,62aA	62,84±4,29bA	65,74±1,06aA	65,12±1,31abA	65,38±0,26abA	65,34±2,30aA
	US	57,92±0,81bC	61,84±1,79bBC	64,42±0,52abAB	61,62±3,40bBC	61,47±3,06bBC	63,61±3,20bAB	67,45±3,13aA
	PA+US	66,51±0,73aA	67,32±1,20aA	67,72±0,57aA	66,30±0,50aA	67,48±0,54aA	67,91±0,75aA	68,50±0,29aA
	C	66,82±0,85aA	67,64±0,96aA	66,94±1,03aA	68,05±0,88aA	66,48±0,48aA	67,35±1,40abA	67,20±2,63aA
a*	PA	9,86±0,21aAB	9,83±1,56aAB	10,61±0,83aA	9,38±0,13aAB	7,77±1,51aC	8,67±0,19aBC	7,67±0,20aC
	US	7,90±0,25bA	8,51±0,14bA	8,45±0,36bA	7,30±0,19bA	7,16±0,18aB	7,35±0,44bA	7,73±0,74aA
	PA+US	8,40±0,50bA	7,81±0,11bcAB	8,11±0,44bAB	8,44±0,15abA	7,50±0,29aAB	6,85±0,42bcBC	5,97±0,45bC
	C	7,56±0,43bA	7,02±0,26cAB	6,69±0,03cAB	3,90±0,25cD	5,32±0,31bC	5,84±0,32cBC	4,63±0,30cCD
b*	PA	34,03±1,07aA	33,40±0,44aA	34,46±1,71aA	33,88±0,40aA	33,09±1,55aA	33,16±0,67aA	32,68±1,62abA
	US	29,18±1,59cBC	30,34±0,92bB	30,02±1,15bB	27,06±1,32cC	27,50±1,72bC	27,90±0,83bBC	34,24±0,21aA
	PA+US	32,40±1,01abAB	31,77±0,34abAB	33,00±0,75abAB	32,15±0,20aAB	32,12±0,83aAB	33,70±1,01aA	30,95±0,55bB
	C	31,33±0,45bA	31,11±0,60bA	29,25±0,57bAB	29,73±0,71bAB	29,48±0,15bAB	26,28±0,30bC	28,04±1,35cBC
pH	PA	6,76±0,06cA	6,76±0,01aA	6,74±0,01bAB	6,80±0,02bA	6,80±0,01bA	6,78±0,10aA	6,64±0,00bB
	US	6,87±0,00abABC	6,71±0,00aD	6,82±0,01aABCD	6,92±0,00aA	6,91±0,14aAB	6,80±0,01aBCD	6,78±0,06aCD
	PA+US	6,79±0,03bcA	6,72±0,00aAB	6,76±0,02aAB	6,66±0,00cB	6,74±0,04bAB	6,71±0,02abAB	6,69±0,01abAB
	C	6,92±0,01aA	6,72±0,00aCD	6,86±0,01aAB	6,31±0,00dF	6,80±0,09bBC	6,62±0,01bD	6,48±0,02cE

¹PA (pasteurização tradicional); US (pasteurização com ultrassom); PA + US (pasteurização tradicional mais ultrassom); C (controle).

²Letras minúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa entre tratamentos ao teste de Tukey ao nível de 5% de confiança.

³Letras maiúsculas na mesma linha indicam diferença significativa entre os tempos de análise ao teste de Tukey ao nível de 5% de confiança.

4.3.2.4 Oxidação Lipídica (TBARS)

O índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) quantifica o malonaldeído que é o principal produto da decomposição de ácidos graxos poliinsaturados em hidroperóxidos e aldeídos, durante o processo oxidativo (HEIMATYAR et al., 2019).

Os valores de TBARS das salsichas de saramunete foram mais altos ($p < 0,05$) nos tratamentos PA + US, PA e US logo após a aplicação das técnicas (tempo 1) (Tabela 3). Alguns autores (ASHOKKUMAR, 2011; CHANG e WONG, 2012) comentam que nos produtos cárneos as ondas ultrassônicas podem gerar radicais livres contribuindo para a oxidação lipídica. Com relação a pasteurização convencional (PA) este aumento do TBARS pode ter sido ocasionado por uma degradação térmica, rompendo a barreira eletroquímica entre o oxigênio e o ácido graxo insaturado causando a oxidação lipídica (FERRARI, 1998).

Durante o armazenamento, de maneira geral os valores de TBARS das salsichas de todos os tratamentos aumentaram até o dia 29 com decaimento até o final do período experimental (Tabela 3). No maior pico de oxidação lipídica, as salsichas do tratamento controle (C) foram as que apresentaram maiores valores de TBARS, seguido do tratamento US, PA e PA + US. Este fato pode dar indícios que o processo de pasteurização com a combinação com o ultrassom (PA + US) causam uma certa proteção da gordura do produto contra a oxidação lipídica. A diminuição dos valores de TBARS após o 29º dia pode estar relacionado com o limite de detecção do método, pois outros compostos formados decorrentes da oxidação lipídica podem não ser reativos ao ácido tiobarbitúrico ou não reagir devido à complexação com proteínas, amins ou outros compostos (SILVA et al., 1999).

Outro ponto importante foi a relação dos valores de TBARS e a luminosidade (L^*) das salsichas, pois o uso do ultrassom após o cozimento das salsichas de saramunete pode ter contribuído para a degradação dos pigmentos (ALARCON-ROJO et al., 2019) e também com a formação de radicais livres produzidos durante a oxidação lipídica (KENTISH & ASHOKKUMAR, 2011), contribuindo, portanto, com o escurecimento do produto. Conforme observado na análise de TBARS, as salsichas submetidas ao ultrassom (US) apresentaram aumento da oxidação lipídica (Tabela 3) podendo ter proporcionado menores valores de L^* na maior parte dos pontos avaliados (Tabela 2).

Em concordância com o resultado encontrado, pesquisas relatam aumento dos valores de TBARS em embutidos mantidos sob refrigeração. Por exemplo, salsichas elaboradas com *Chondrostoma regium*, *Luciobarbus mystaceus* e *Capoeta trutta* submetidas a defumação tradicional e líquida, aumentaram os valores de TBARS de 0,73 e 0,98 mg para 1,5 e 2,5 mg/kg, respectivamente após 42 dias a 4°C (OZPOLAT; PATIR, 2016), salsichas elaboradas com CMS de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), aumentaram de 0,75 para 1,08 mg/kg durante 42 dias de armazenagem a 0°C (OLIVEIRA FILHO et al., 2010) e linguças tipo frescal de bagre marinho (*Sciades herzbergii*) que aumentaram de 0,57 mg para 0,95 mg/kg após 42 dias armazenadas a 6°C (VELOSO et al., 2019). Desta forma, podemos dizer que a oxidação lipídica ocorre normalmente em produtos de pescado e que aumenta progressivamente no decorrer dos dias de armazenamento.

4.3.2.5 Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (TVB-N)

A análise de bases nitrogenadas voláteis totais (TVB-N) é utilizada como indicador de qualidade em peixes e produtos de pescado, correspondendo à amônia, dimetilamina e trimetilamina formadas pela quebra de nucleotídeos e da desaminação de aminoácidos devido a ação de enzimas bacterianas (OLIVEIRA FILHO et al., 2010; CHATTOPADHYAY et al., 2019). As salsichas de saramunete não apresentaram diferença ($p > 0,05$) nas TVB-N entre os tratamentos aplicados após 1 dia de armazenagem sob refrigeração (Tabela 3). No entanto, durante a armazenagem, os valores de TVB-N das salsichas de todos os tratamentos apresentaram aumento, sendo mais pronunciado nas amostras do tratamento C (controle), enquanto que as salsichas submetidas a PA e combinação de PA+US apresentaram pouca variação (Tabela 3).

Em estudos realizados por Maheshwara et al. (2017) com salsicha de *Priacanthus hamrur* e Veloso et al. (2019) com linguça frescal de bagre marinho (*Sciades herzbergii*) também observaram aumento dos valores de TVB-N quando armazenados sob refrigeração, apresentando concentrações que passaram de 6,54 a 19,24 mg N/100g e 14,9 a 43,1 mgN/100g no final de 30 e 32 dias, respectivamente. Os autores relacionaram o aumento das TVB-N com o desenvolvimento microbiano e ação de enzimas endógenas sob condições de refrigeração. Sendo assim, podemos deduzir que o processo de pasteurização (PA) ou combinação com ultrassom (PA + US) das salsichas de saramunete

podem ter contribuído para retardo da formação de TVB-N decorrentes da deterioração microbiana e enzimática.

4.3.2.6 Nitrogênio Não Protéico (NNP)

O NNP é composto por amônia, trimetilamina, uréia, taurina, aminoácidos livres e nucleotídeos (XU et al., 2019), que são formados durante o processo degradativo da carne do pescado. As concentrações de NNP das salsichas de saramunete foram mais altas no tratamento controle (C) e mais baixas na combinação PA + US logo após a aplicação das técnicas (tempo 1) (Tabela 3). Durante 43 dias de armazenagem, houve um comportamento mais diferenciado entre os tratamentos C (maior valor) e PA+US (menor valor) (Tabela 3). Isto mostra que a pasteurização mais ultrassom (PA + US) nas salsichas de saramunete contribui para a estabilidade de compostos de NNP do produto, pois elevados valores de NNP estão associados à deterioração do pescado (UMESHA et al., 2015; PRABHAKAR et al., 2019).

5. 3.2.7 Atividade de Água (Aw)

A atividade de água (Aw) mede a água livre no tecido muscular do pescado que é a mais utilizada para a multiplicação dos microrganismos (TADAPANENI et al., 2017). A Aw das salsichas de saramunete submetidas a combinação de PA + US, ou somente US foram mais baixas ($p < 0,05$) no tempo 1 que os demais tratamentos (Tabela 3). Este menor valor da Aw nas salsichas do tratamento PA + US e US pode ter ocorrido devido o ultrassom facilitar a transferência de água intercelular para o exterior da célula (CAI et al., 2019) e com isso diminuir a água livre.

Ao longo do período de 43 de armazenagem não ocorreram mudanças significativas na Aw das salsichas de saramunete (Tabela 3). Resultados próximos de Aw foram encontrados em outros produtos elaborados com pescado, como por exemplo *fishburger* de biquara (*Haemulon Plumierii*) - 0,97 (RAÚL et al., 2018), linguiça defumada tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) - 0,97 (OLIVEIRA FILHO et al., 2017), linguiça frescal de bagre marinho (*Sciades herzbergii*) – 0,97 (SÁ VIEIRA et al., 2019) e salsicha tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) - 0,97 a 0,98 (MARIA et al., 2019). Apesar da alta atividade de água ser um fator que favorece o crescimento microbiano existem estratégias

para retardar a disponibilidade de água para os organismos, como por exemplo a adição de conservantes ou com a refrigeração do alimento.

Tabela 3. Valores (média \pm desvio padrão) das análises químicas (oxidação lipídica – TBARs, bases nitrogenadas voláteis – BNV, nitrogênio não proteico – NNP e atividade de água – Aw) de salsichas de saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) submetidas a diferentes tipos de pasteurização e armazenadas por 43 dias a 6°C^{1,2,3}.

Análises	Tratamentos	Tempo de armazenagem (dias)						
		1	8	15	22	29	36	43
TBARs (mg/kg)	PA	0,67 \pm 0,06aC	0,64 \pm 0,01aC	0,69 \pm 0,01bC	0,65 \pm 0,02aC	1,54 \pm 0,01cB	0,59 \pm 0,10dC	2,35 \pm 0,00aA
	US	0,65 \pm 0,00abD	0,61 \pm 0,00aD	0,66 \pm 0,01bD	0,62 \pm 0,00aD	1,96 \pm 0,14bA	1,29 \pm 0,01bC	1,80 \pm 0,06bA
	PA+US	0,73 \pm 0,03aB	0,67 \pm 0,00aBC	0,65 \pm 0,02bBC	0,62 \pm 0,00aC	1,42 \pm 0,04dA	0,70 \pm 0,02cBC	0,72 \pm 0,01cBC
	C	0,57 \pm 0,01bE	0,65 \pm 0,00aDE	0,79 \pm 0,01aC	0,68 \pm 0,00aD	2,55 \pm 0,09aA	1,39 \pm 0,01aB	0,59 \pm 0,02dDE
BNV (mg/100g)	PA	26,74 \pm 0,87aC	28,76 \pm 2,62bC	46,43 \pm 1,75aA	31,29 \pm 1,75cC	36,83 \pm 1,75cB	47,94 \pm 0,87cA	46,42 \pm 1,75bA
	US	25,74 \pm 1,51aE	36,33 \pm 1,51aC	31,79 \pm 0,87bD	49,45 \pm 3,81aB	45,92 \pm 0,87bB	62,07 \pm 1,51bA	50,46 \pm 2,31bB
	PA+US	26,24 \pm 0,87aE	37,34 \pm 3,15aC	29,77 \pm 2,31bDE	31,79 \pm 1,51cD	34,31 \pm 3,15cCD	60,04 \pm 3,81bA	46,42 \pm 2,31bB
	C	25,74 \pm 0,01aE	35,83 \pm 1,75aD	33,30 \pm 1,51bD	37,85 \pm 1,51bD	60,60 \pm 1,51aC	85,26 \pm 0,87aB	108,49 \pm 2,31aA
NNP (mg/100g)	PA	518,64 \pm 4,86aA	501,82 \pm 4,86aB	347,63 \pm 4,86cE	485,00 \pm 4,86aC	364,45 \pm 4,86bD	507,42 \pm 4,85dAB	496,21 \pm 0,00bBC
	US	527,05 \pm 4,86bB	356,04 \pm 4,86bF	364,45 \pm 4,86bEF	406,50 \pm 4,86cD	375,66 \pm 4,86aE	591,53 \pm 4,86bA	434,53 \pm 4,86cC
	PA+US	440,14 \pm 4,86cB	339,22 \pm 4,86cE	333,61 \pm 4,86dE	358,84 \pm 4,86dD	358,84 \pm 4,86bD	527,05 \pm 4,86cA	423,32 \pm 4,86dC
	C	591,53 \pm 4,86aC	347,63 \pm 4,86bcF	381,27 \pm 4,86aE	459,77 \pm 4,86bD	356,04 \pm 4,86bF	686,85 \pm 4,86aB	728,90 \pm 4,86aA
Aw	PA	0,978 \pm 0,002aA	0,981 \pm 0,002bA	0,980 \pm 0,001bA	0,981 \pm 0,001abA	0,980 \pm 0,00bcA	0,980 \pm 0,001aA	0,981 \pm 0,002Aa
	US	0,977 \pm 0,002abC	0,984 \pm 0,002abA	0,983 \pm 0,002bAB	0,977 \pm 0,003bC	0,979 \pm 0,00cAB	0,978 \pm 0,002aBC	0,979 \pm 0,001aBC
	PA+US	0,974 \pm 0,002bC	0,985 \pm 0,001abA	0,984 \pm 0,001abA	0,978 \pm 0,002bBC	0,985 \pm 0,002bA	0,980 \pm 0,004aAB	0,978 \pm 0,001aC
	C	0,979 \pm 0,003aC	0,988 \pm 0,001aA	0,987 \pm 0,002aA	0,985 \pm 0,002aAB	0,989 \pm 0,005aA	0,982 \pm 0,001aBC	0,980 \pm 0,002aBC

¹PA (pasteurização tradicional); US (pasteurização com ultrassom); PA + US (pasteurização tradicional mais ultrassom); C (controle).

²Letras minúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa entre tratamentos ao teste de Tukey ao nível de 5% de confiança.

³Letras maiúsculas na mesma linha indicam diferença significativa entre os tempos de análise ao teste de Tukey ao nível de 5% de confiança.

4.3.2.8 Estabilidade Microbiológica

As salsichas de saramunete apresentaram contagem inferior à 2 log UFC/g para *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e ausência de *Salmonella* sp. até 15 dias de armazenamento em todos os tratamentos. Durante a armazenagem das salsichas houve aumento da contagem de aeróbios psicotróficos em todos os tratamentos aplicados, com diferença entre os tratamentos US e C em relação aos demais. O tratamento US contribuiu com menor valor (2,1 log UFC/g), enquanto o tratamento C apresentou o maior valor (4,9 log UFC/g) ao final de 43 dias de armazenagem (Tabela 4).

A melhor estabilidade microbiológica observada no tratamento US pode ter ocorrido em decorrência das mudanças de pressão promovidas pelo fenômeno da cavitação, que proporciona a descontaminação da superfície dos alimentos (ZHAO et al., 2019), apesar de poder causar uma série de mudanças físico-químicas como por exemplo, oxidação lipídica, mudança na textura, entre outros. Em concordância, Pedrós-Garrido et al. (2017) observaram que o uso do ultrassom em files de salmão (*Salmo salar*), cavala (*Scomber scombrus*), bacalhau (*Gadus morhua*) e pescada (*Merluccius merluccius*) reduziu a contagem microbiana, devido este processamento facilitar o deslocamento e proporcionando a lise de células bacterianas. Cichoski et al. (2015) também observaram redução de bactérias psicotróficas em salsichas bovinas submetidas ao ultrassom e armazenadas durante 60 dias sob refrigeração (6°C).

Apesar da combinação PA + US ter proporcionado maiores contagem de bactéria aeróbias psicotróficas em comparação ao US no final do período experimental, outras pesquisas relatam que a cavitação possui descontaminação mais eficiente quando associada como a temperatura, melhorando a transferência de calor durante o processamento térmico (TURANTAŞ et al., 2015; HORITA et al., 2018). Além disso, a contagem de bactérias aeróbias psicotróficas nas salsichas de todos os tratamentos se mantiveram abaixo do limite estabelecido pelos padrões microbiológicos internacionais que é de 6 log UFCg⁻¹ (TIRLONI et al., 2015), estando portanto aptas para o consumo.

Tabela 4. Valores (média ± desvio padrão) das análises microbiológicas (Aeróbios psicrotróficos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus coagulase* positiva e *Salmonella* sp.) de salsichas de saramunete (*Pseudupeneus maculatus*) submetidas a diferentes tipos de pasteurização e armazenadas por 43 dias a 6°C^{1,2,3,4}.

Análises	Tratamentos	Tempo de armazenagem (dias)							
		1	8	15	22	29	36	43	
Aeróbios psicrotróficos	PA	<2	<2	<2	<2	3,7±0,1	3,0±0,6	3,7±0,0	
	US	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,1±0,1	
	PA+US	<2	<2	<2	3,8±0,0	3,5±0,4	<2	3,9±0,0	
	C	<2	<2	<2	<2	3,7±0,1	4,6±0,0	4,9±0,0	
<i>Escherichia coli</i>	PA	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	US	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	PA+US	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	C	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
<i>Staphylococcus coagulase</i> positiva	PA	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	US	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	PA+US	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	C	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
<i>Salmonella</i> sp.	PA	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	
	US	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	
	PA+US	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	
	C	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	

¹PA (pasteurização tradicional); US (pasteurização com ultrassom); PA + US (pasteurização tradicional mais ultrassom); C (controle).

²Valores expressos em log UFC/g.

³< 2 é o limite mínimo de detecção dos kits Compact Dry® utilizados para as análises.

⁴Aus = ausência do microrganismo em 25g de amostra.

A contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e *E. coli* nas salsichas de saramunete foram inferiores a 2 log UFC/g e a *Salmonella* sp. foi ausente durante 43 dias de armazenagem sob refrigeração, indicando que o processamento seguiu as boas práticas de fabricação, além de matéria prima estar em condições higiênicas adequadas. Em outros produtos elaborados com carne de pescado também observou-se bons resultados microbiológicos, como por exemplo, em linguiças elaboradas com bagre marinho (*Sciades herzbergii*) mantidas por 36 dias sob refrigeração (VELOSO et al., 2019), linguiças frescal de bagre marinho (*Sciades herzbergii*) (SÁ VIEIRA et al., 2019) e linguiças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida a diferentes tipos de defumação (OLIVEIRA FILHO et al., 2017).

De acordo com a RDC 331 de 2019 (BRASIL, 2019), as salsichas se saramunete estão em conformidade com os padrões estabelecidos na resolução que determina ausência de *Salmonella* spp, contagem de *S. coagulase* positiva inferior 4 log UFC/g e *E. coli* com contagem inferior a 3 log UFC/g em produtos de pescado armazenados sob refrigeração, não fazendo menção a contagem máxima de bactérias aeróbias psicrotróficas.

Os próximos estudos poderão ser realizados para testar a substituição de conservantes sintéticos por naturais, além da avaliação mais detalhada de tempo, temperatura e frequência de ultrassom que aumente a estabilidade física e química nas salsichas de saramunete mantidas sob refrigeração.

5.4 CONCLUSÃO

Dentre os métodos de pasteurização aplicados nas salsichas de saramunete após cozimento e armazenagem à vácuo (pasteurização com calor, pasteurização com calor mais ultrassom e somente ultrassom), a combinação de pasteurização mais ultrassom proporciona melhores resultados físico-químicos (maiores valores de L^* e b^* , estabilidade do pH, menores valores de oxidação lipídica, bases nitrogenadas voláteis, nitrogênio não proteico e atividade de água) durante 43 dias de armazenamento a 6° C e contagens microbianas abaixo do máximo estabelecido pela legislação vigente no Brasil para produtos de pescado, podendo ser uma técnica utilizada em escala industrial. Diante dos resultados obtidos, observa-se que as salsichas de saramunete apresentam vida útil de aproximadamente 22 dias de armazenamento sob refrigeração a 6°C.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo Auxílio a Projetos de Pesquisa - APQ, Processo n.0023-5.06/15 e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pela bolsa de estudos concedida ao primeiro autor e também ao Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ADAMES, M. S., et al. Características morfométricas, rendimentos no processamento e composição centesimal da carne do barbado. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, p. 251-260, 2018.
- ALARCON-ROJO, A. D., et al. Ultrasound and meat quality: A review. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 55, p. 369-382, 2019.
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC international. Gaithersburg: AOAC Internacional. 19ª edição, 2012.
- ASHOKKUMAR, M. The characterization of acoustic cavitation bubbles—an overview. **Ultrasonics sonochemistry**, v.18, p.864-872, 2011.
- BANZE, J. F., et al. Acid silage of tuna viscera: production, composition, quality and digestibility. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.43, p.24-34, 2017.
- BARTOLOMEU, D. A. F. S., et al. Storage of vacuum-packaged smoked bologna sausage prepared from Nile tilapia. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 36, p. 561-567, 2014.
- BEARTH, A., SIEGRIST, M. “As long as it is not irradiated”—Influencing factors of US consumers’ acceptance of food irradiation. **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 141-148, 2019.
- BESSA, D. P., et al. Functional sausage made from mechanically separated tilapia meat. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, p. 426-439, 2016.
- BOMBARDELLI, R. A.; SANCHES, E. A. Avaliação das características morfométricas corporais, do rendimento de cortes e composição centesimal da carne do armado (*Pterodoras granulosus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, p. 221-229, 2018.
- BORGOGNO, M., et al. Technological and nutritional advantages of mechanical separation process applied to three European aquacultured species. **LWT**, 84, 298-305, 2017

- BOURNE, M. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. New York: Academic Press Inc., 2002.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil 2011**. Brasília: República Federativa do Brasil. 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial. Brasília, DF. 10 de janeiro de 2001
- BRUNO, S. F.; KUDRE, T. G.; BHASKAR, N. Effects of different pretreatments and proteases on recovery, umami taste compound contents and antioxidant potentials of *Labeo rohita* head protein hydrolysates. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, p. 1966-1977, 2019.
- CAI, L., et al. Effects of ultrasonics combined with far infrared or microwave thawing on protein denaturation and moisture migration of *Sciaenops ocellatus* (red drum). **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 55, p. 96-104, 2019.
- CAO, X., et al. The inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in bayberry juice during thermal and ultrasound treatments. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 45, p. 169-178, 2018.
- CARDOSO, L., et al. Gill metazoan parasites of the spotted goatfish *Pseudupeneus maculatus* (Osteichthyes: Mullidae) from the Coast of Pernambuco, northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, p. 414-420, 2018.
- CHANG, H. C.; WONG, R. X. Textural and biochemical properties of cobia (*Rachycentron canadum*) sashimi tenderised with the ultrasonic water bath. **Food Chemistry**, v. 132, p. 1340-1345, 2012.
- CHATTOPADHYAY, K., et al. Chitosan gel addition in pre-emulsified fish mince-Effect on quality parameters of sausages under refrigerated storage. **LWT**, v. 110, p. 283-291, 2019.
- CICHOSKI, A. J., et al. Ultrasound-assisted post-packaging pasteurization of sausages. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 30, p. 132-137, 2015.
- CONDON-ABANTO, S., et al. An assessment of the application of ultrasound in the processing of ready-to-eat whole brown crab (*Cancer pagurus*). **Ultrasonics sonochemistry**, v. 40, p. 497-504, 2018.
- DE LIMA, L. K. F., et al. Rendimento e composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) por diferentes cortes e categorias de peso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, p. 223-235, 2018.

EIRAS, B. J. C. F.; JÚNIOR, E. F. M.; ALVES, M. M. Desenvolvimento de método artesanal de curtimento da pele da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), e sua difusão por meio de oficina a uma comunidade no município de Bragança, PA, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 1123-1134, 2015.

ETXABIDE, A., et al. Sustainable fish gelatin films: from food processing waste to compost. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 4, p. 4626-4634, 2016.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. **The state of world fisheries and aquaculture 2018: meeting the sustainable development goals**. Roma: FAO.

GALINDO-PÉREZ, M. J., et al. Optimization of the emulsification-diffusion method using ultrasound to prepare nanocapsules of different food-core oils. **LWT**, v. 87, p. 333-341, 2018.

HEMATYAR, N., et al. Relationship between lipid and protein oxidation in fish. **Aquaculture Research**, v. 50, p. 1393-1403, 2019.

HORITA, C. N., et al. Combining reformulation, active packaging and non-thermal post-packaging decontamination technologies to increase the microbiological quality and safety of cooked ready-to-eat meat products. **Trends in Food Science & Technology**, 72, 45-61, 2018.

HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 13^o ed., Washington D.C., A.O.A.C. 1980.

HOWGATE, P. **Determination of Total Volatile Bases**. Torry Research Station. Aberdeen, TD 564, Appendix 4, 1976.

HUANG, G., et al. Effects of ultrasound on microbial growth and enzyme activity. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 37, p. 144-149, 2017.

JATOBÁ, R. F.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C. Silagem Biológica Elaborada Com Resíduos De Filetagem De Saramunete (*Pseudupeneus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, p. 58-68, 2017.

JAYASINGHE, P.; HAWBOLDT, K. A review of bio-oils from waste biomass: Focus on fish processing waste. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p. 798-821, 2012.

KANG, D. C., et al. Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, 33, 47-53, 2016.

KENTISH, S., & ASHOKKUMAR, M. (2011). The physical and chemical effects of ultrasound. In **Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing** (pp. 1-12). Springer, New York, NY.

KLOMKLAO, S.; BENJAKUL, S. Protein hydrolysates prepared from the viscera of skipjack tuna (*Katsuwonus pelmamis*): antioxidative activity and functional properties. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 18, p. 69-79, 2018.

LI, D., et al. Evaluation of biocompatibility and immunogenicity of micro/nanofiber materials based on tilapia skin collagen. **Journal of Biomaterials Applications**, v. 33, p. 1118-1127, 2019.

LIMA ALVES, L., et al. Effect of ultrasound on the physicochemical and microbiological characteristics of Italian salami. **Food Research International**, v. 106, p. 363-373, 2018.

LIMA, D. P., et al. Mechanically separated fillet and meat nuggets of Nile tilapia treated with homeopathic product. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, p. 182-189, 2015.

LIMA-JUNIOR, E. M., et al. Innovative treatment using tilapia skin as a xenograft for partial thickness burns after a gunpowder explosion. **Journal of Surgical Case Reports**, v. 2019, p. 181, 2019.

LUSTOSA-NETO, A. D. L., et al. Elaboração, rendimento e custo de almôndegas de tilápia do Nilo e pirarucu cultivados: aplicação na merenda escolar/Preparation, yield and cost of farm-grown Nile tilapia and pirarucu meatballs: their application in school meals. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, p. 101-109, 2016.

MAGHELLY, O. R., et al. Características morfométricas e rendimento corporal do suruvi *Steindachneridion scriptum* agrupados por sexo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, p. 419-430, 2018.

MEDINA-MEDRANO, J. R. et al. Antioxidant Activity of Collagen Extracts Obtained from the Skin and Gills of *Oreochromis* sp. **Journal of Medicinal Food**, 2019.

MEZENOVA, O. Y., et al. Comparative assessment of hydrolysis methods for production of protein products from collagen-containing fish raw material and evaluation of their quality. **KSTU News**, 2018.

MOOSAVI-NASAB, M.; MOHAMMADI, R.; OLIYAEI, N. Physicochemical evaluation of sausages prepared by lantern fish (*Benthoosema pterotum*) protein isolate. **Food Science & Nutrition**, v. 6, p. 617-626, 2018.

MOTA, F. A.; COSTA FILHO, J. T.; BARRETO, G. A. The Nile tilapia viscera oil extraction for biodiesel production in Brazil: An economic analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 108, p. 1-10, 2019.

MUKHOPADHYAY, S., et al . Principles of food preservation. In **Microbial Control and Food Preservation** (pp. 17-39). Springer, New York, NY, 2017.

MURTHY, L. N., et al. Valorization of fish viscera for crude proteases production and its use in bioactive protein hydrolysate preparation. **Waste and Biomass Valorization**, v. 9, p. 1735-1746, 2018.

NEIRA, L. M., et al. Shelf life extension of refrigerated breaded hake medallions packed into active edible fish gelatin films. **Packaging Technology and Science**, 2019.

OJHA, K. S., et al. Ultrasound technology for food fermentation applications. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 34, 4p. 10-417, 2017.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C., et al. Avaliação De Linguiças De Tilápias Do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) Submetidas A Diferentes Métodos De Defumação. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.35, 1p. 0-14, 2018.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C., et al. Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, 1p. 383-1391, 2010.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C., et al. 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, 2012.

ÖZPOLAT, E.; PATIR, B. Determination of shelf life for sausages produced from some freshwater fish using two different smoking methods. **Journal of Food Safety**, v.36, p. 69-76, 2016.

PAAKKI, M., et al. The importance of the visual aesthetics of colours in food at a workday lunch. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 16, p. 100-131, 2019.

PEDRÓS-GARRIDO, S., et al. Assessment of high intensity ultrasound for surface decontamination of salmon (*S. salar*), mackerel (*S. scombrus*), cod (*G. morhua*) and hake (*M. merluccius*) fillets, and its impact on fish quality. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 41, p. 64-70, 2017.

PRABHAKAR, P. K.; SRIVASTAV, P. P.; PATHAK, S. S. . Kinetics of Total Volatile Basic Nitrogen and Trimethylamine Formation in Stored Rohu (*Labeo rohita*) Fish. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 28, p. 452-464, 2019.

- RAÚL, L. J., et al. Manufacture of Biquara (*Haemulon Plumierii-Lacepède*, 1801) Fishburger with Addition of Wheat Bran. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 27, p. 544-556, 2018.
- ROUTRAY, W., et al. Production of high quality fish oil by enzymatic protein hydrolysis from cultured Atlantic salmon by-products: Investigation on effect of various extraction parameters using central composite rotatable design. **Waste and Biomass Valorization**, v. 9, p. 2003-2014, 2018.
- SANTOS, F. K., et al. Rendimento corporal do saramunete, *Pseudupeneus maculatus* (Bloch, 1793) submetido a diferentes métodos de filetagem. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 49, p. 15-22, 2016.
- SHIRAHIGUE, L. D., et al. The feasibility of increasing lipid extraction in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste by proteolysis. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 25, p. 265-271, 2016.
- SILBANDE, A., et al. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the microbiological, chemical and sensory properties of tropical red drum (*Sciaenops ocellatus*) fillets stored at 4° C. **International Journal of Food Microbiology**, v. 266, p. 31-41, 2018.
- SILVA, M. A. P.; VIEIRA, P. H. S.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C. Elaboração de fishburger de saramunete (*Pseudupeneus maculatos*) utilizando diferentes tipos de farinhas vegetais. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 9, p. 36-51, 2016.
- STORMO, S. K., et al. In-Pack Surface Pasteurization of Capture-Based, Pre-Rigor Filleted Atlantic Cod (*Gadus morhua*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.27, p. 783-794, 2018.
- SUN, Q., et al. Ultrasound-assisted immersion freezing accelerates the freezing process and improves the quality of common carp (*Cyprinus carpio*) at different power levels. **LWT**, v. 108, p. 106-112, 2019.
- TADAPANENI, R. K., et al. Design of a novel test cell to study the influence of water activity on the thermal resistance of Salmonella in low-moisture foods. **Journal of Food Engineering**, v. 208, p. 48-56, 2017.
- TIRLONI, E.; STELLA, S.; BERNARDI, C. An efficient and tasty use of Atlantic salmon trimming: microbiological and chemical-physical evaluation of salmon frankfurters. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 15, p. 111-117, 2015.

- TURANTAŞ, F.; KILIÇ; G. B.; KILIÇ, B. Ultrasound in the meat industry: General applications and decontamination efficiency. **International Journal of Food Microbiology**, v. 198, p. 59-69, 2015.
- UMESHA B., et al. Biochemical changes in dressed *Priacanthus hamrur* (bull's eye) during frozen storage and its effect on physical and sensory quality of fish sausage. **International Journal of Food Properties**, v. 18, p. 897-908, 2015.
- VASCONCELOS-FILHO, M. B., et al. Rendimento corporal do bagre marinho, *Sciades herzbergii*. **Arquivos de Ciências do Mar**, 50, 72-80, 2017.
- VELOSO, R. R., et al. Development and evaluation of fresh sausage type of marine catfish [*Sciades herzbergii* (Bloch. 1794)] stored under low temperatures. **International Food Research Journal**, v. 26, p. 619-629, 2019.
- VENUGOPAL, V. (2016) Chapter three: enzymes from seafood processing waste and their applications in seafood processing. In: Se-Kwon, K., Fidel, T. (eds.) **Advances in Food and Nutrition Research**. v. 78, p. 47–69, Cambridge
- VIEIRA, P. H. S., et al. Development and characterization of fresh sausages made with marine catfish *Sciades herzbergii* (Bloch, 1794). **Acta Scientiarum. Technology**, v. 41, p. 1-9, 2019.
- VILLAMIL, O.; VÁQUIRO, H.; SOLANILLA, J. F. Fish viscera protein hydrolysates: Production, potential applications and functional and bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 224, p. 160-171, 2017.
- VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Seifen Anstrichmittel**, Hamburg, v. 72, p. 1084 – 1087, 1970.
- XU, Y., et al. Protein degradation of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) muscle after postmortem superchilled and refrigerated storage. **International Journal of Food Properties**, v. 21, p. 1911-1922, 2018.
- ZHAO, Y. M., et al. Principles and recent applications of novel non-thermal processing technologies for the fish industry—a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, p. 728-742, 2019.