



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS
MESTRADO PROFISSIONAL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MAPARÁ (*Hypophthalmus spp.*)
ESTOCADO ENTRE CAMADAS DE GELO PROVENIENTES DOS
MERCADOS DE PESCADOS DE SANTARÉM – PA**

Renata Lima Sabá Cardoso

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Edinaldo José de Sousa Cunha

Belém

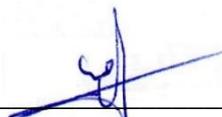
Agosto de 2021

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MAPARÁ (*Hypophthalmus spp.*)
ESTOCADO ENTRE CAMADAS DE GELO PROVENIENTES DOS
MERCADOS DE PESCADOS DE SANTARÉM – PA**

Renata Lima Sabá Cardoso

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

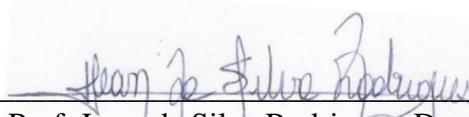
Examinada por:



Prof. Edinaldo José de Sousa Cunha, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Eduardo Magalhães Braga, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Prof. Jean, da Silva Rodrigues, Dr.
(PPGEMAT/UFPA-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

AGOSTO DE 2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Saba Cardoso, Renata Lima, 1988-
Avaliação da qualidade do mapará (*Hypophthalmus* spp.)
estocados entre camadas de gelo provenientes dos mercados de
pescados de Santarém PA / Renata Lima Saba Cardoso – 2021.

Orientador: Edinaldo José de Sousa Cunha

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade
Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Processos, 2021.

1. Mapará. 2. Cadeia do frio. 3. Amazônia. 4. Pescado.

CDD 670.42

*Dedico este trabalho ao meu filho João
Miguel Cardoso.*

AGRADECIMENTOS

Ao professor, Nielson Fernando da Paixão Ribeiro (in memoriam), pelo acompanhamento durante as pesquisas experimentais e pela assistência na elaboração desta dissertação.

Aos professores e colegas do PPGEP. Ao professor Elton Nunes Britto, do Instituto Federal de Educação IFPA pelo acompanhamento durante as pesquisas experimentais. A professora Graciene do Socorro Taveira Fernandes, da Universidade Federal do Oeste do Pará UFOPA, por toda a paciência, disponibilidade e generosidade em dividir conhecimento, ceder espaço e tempo para conduzir e nos acompanhar com os experimentos e análises da microbiologia desta dissertação.

Ao Professor, Edinaldo José de Sousa Cunha, que gentilmente aceitou dar prosseguimento na orientação desta dissertação e por suas contribuições valiosas.

Agradeço ao Instituto Federal do Pará, na pessoa do Professor Damiao Pedro Meira Filho e Fabrício Juliano Fernandes, pelo apoio amplo e irrestrito que sempre me deram durante o andamento deste mestrado.

Agradeço aos amigos Elana Magno Coelho, Fernando Amorim, Sarah Teixeira, Claudia Érika, Elpídio Lima, Ana Paula Assunção, Everton Coelho, Wania Cristina, Daniele Sousa, Edinael, Asael Ribeiro, Lídia Campos, Verônica Solimar, Lusa Solimar, Rilda Célia, Marcílio, Junio Aguiar, Edivalda Nascimento, Abraão Figueira, Alessandra Martins Faria, Cemyra Diniz, Brunna Cariello, Héden Costa, Adriano Araújo, Mábia Aline, Reginaldo Sales, Gilbson Soares, Erbená Costa, Elias Mota, Augusto Vieira, Vanessa Maduro, Adriana Santos, Rudinei Alves, Dóris Portela, Leonice Nina, Ivanita Bentes, Luciano Chaves, Rodrigo Sousa, Maria Edinelma, Josiene Saraiva, Mauro Marinho, Karla Mayara, Ridel Rodrigo, Suellen Karoline, Larissa Marcioliver, Danilo Reis, Denise Santos, Alessandro Abreu, Darlisson Vasconcelos, Aldenora, Gustavo, Edineuza Alves, Cristina Ribeiro, Antônio Ivandro, Kennedy, Genivaldo, César por todo incentivo e irmandade de sempre.

Agradeço a minha família, meus pais Elizabeth e Paulo Cardoso, ao meu irmão Bricio Cardoso, minhas tias Adriana, Margareth e Maria Estela, ao meu tio Luis Otávio (in memoriam) pelo apoio sem fim nesse meu recomeço.

Agradeço ao meu esposo, Saulo de Almada Gomes, por me apoiar sem medir esforços. Agradeço, imensamente, ao meu filho João Miguel, por toda a sua sensibilidade e força. Essa conquista é nossa!

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz...”

(Bill Gates)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

**AValiação DA QUALIDADE DO MAPARÁ (*HYPOPHthalmus spp.*)
ESTOCADO ENTRE CAMADAS DE GELO PROVENIENTES DOS
MERCADOS DE PESCADOS DE SANTARÉM – PA**

Renata Lima Sabá Cardoso

Agosto/2021

Orientador: Edinaldo José de Sousa Cunha

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Manter a boa qualidade do pescado é essencial para a saúde do consumidor e para o fortalecimento da cadeia produtiva do pescado. Uma das principais formas de manter essa qualidade é através da utilização de gelo para estocagem de peixe. Assim, esta pesquisa visou identificar através de análises sensoriais, microbiológicas e químicas (teste de H₂S, amônia e pH) fatores que oferecessem variação sobre o tempo de vida útil no processo de armazenagem em camadas de gelo do Mapará (*Hypophthalmus spp.*). Foram realizadas duas coletas na Feira Mercado do Pescado em Santarém-PA: o experimento 1, com 143 peixes e o experimento 2, com 81 peixes. Para as análises foram retirados dois peixes para avaliação sensorial, dois para avaliação do pH, um peixe para prova de amônia, um para o teste de Éber de H₂S e um peixe para análise microbiológica. Os resultados obtidos na análise sensorial, indicaram que o ponto de rejeição do pescado ocorreu entre o 17º e 20º dia. Nos experimentos 1 e 2 os valores de pH na carne do peixe foram superiores a 6,5, ou seja, fora do limite estabelecido por lei. Na prova de Éber para H₂S, houve resultados positivos a partir do 11º dia. O teste de Éber para amônia, apresentou valor positivo a partir do 14º dia. Na análise microbiológica, foram encontrados valores de NMP/g de <1,8 a 79x10⁴ (NMP/g) para coliformes termotolerantes e de 11 a >1.600 (NMP/g) de coliformes totais. O armazenamento em camadas de gelo para *Hypophthalmus spp.* mostrou-se ineficiente para longos períodos. Os resultados nos permitem inferir que

é necessário monitoramento, pesquisa e conscientização contínua acerca das boas práticas de pesca e manejo do pescado pós captura.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

QUALITY ASSESSMENT OF MAPARÁ (*Hypophthalmus* spp.) STOCKED BETWEEN ICE LAYERS FROM SANTARÉM-PA FISH MARKETS

Renata Lima Saba Cardoso

August/2021

Advisor: Edinaldo José de Sousa Cunha

Research Area: Process Engineering

Maintaining the good quality of fish is essential for consumer health and for strengthening the fish production chain. One of the main ways to maintain this quality is through the use of ice for fish storage. Thus, this research aimed to identify, through sensory, microbiological and chemical analyzes (H₂S, ammonia and pH tests) factors that offered variation in the shelf life of the Mapará (*Hypophthalmus* spp.) ice layer storage process. Two collections were carried out at the Mercado do Pescado fair in Santarém-PA: experiment 1, with 143 fish and experiment 2, with 81 fish. For the analyses, two fish were removed for sensory evaluation, two for pH evaluation, one fish for ammonia test, one for the H₂S Eber test and one fish for microbiological analysis. The results obtained in the sensory analysis indicated that the fish rejection point occurred between the 17th and 20th day. In experiments 1 and 2, the pH values in fish meat were above 6.5, that is, outside the limit established by law. In the Éber test for H₂S, there were positive results from the 11th day. The Éber test for ammonia showed a positive value from the 14th day on. In the microbiological analysis, NMP/g values of <1.8 to 79x10⁴ (NMP/g) were found for thermotolerant coliforms and from 11 to >1,600 (NMP/g) for total coliforms. Ice storage for *Hypophthalmus* spp. proved ineffective for long periods. The result allows us to infer that monitoring, research and continuous awareness of good fishing practices and post-harvest fish management are necessary.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVOS.....	3
1.2.1 - Objetivo geral.....	3
1.2.2 - Objetivos específicos.....	3
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	3
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 - ASPECTOS BIOLÓGICOS.....	4
2.2 - PESCA DO MAPARÁ NA AMAZÔNIA.....	5
2.3 - DETERIORAÇÃO DO PESCADO E CONSERVAÇÃO A FRIO.....	8
2.4 - TEMPO DE VIDA ÚTIL DO PESCADO REFRIGERADO.....	12
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO.....	14
3.2 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	14
3.2.1 - Materiais.....	14
3.2.2 - Metodologia experimental.....	17
3.2.2.1 - Avaliação sensorial.....	17
3.2.2.2 - Determinação do pH.....	20
3.2.2.3 - Prova da amônia.....	21
3.2.2.4 - Prova do H ₂ S.....	22
3.2.2.5 - Análises microbiológicas.....	23
3.2.2.6 - Preparo das amostras.....	24
3.2.2.7 - Colimetria.....	25
3.2.2.8 - <i>Pseudomonas spp.</i>	25
3.2.2.9 - Ágar eosina azul de metileno.....	26
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 - ANÁLISE SENSORIAL.....	27
4.2 - ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS.....	30
4.3 - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	34
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES SUGESTÕES.....	38

5.1 - CONCLUSÕES.....	38
5.2 - SUGESTÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVOS.....	3
1.2.1 - Objetivo geral.....	3
1.2.2 - Objetivos específicos.....	3
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	3
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 - ASPECTOS BIOLÓGICOS.....	4
2.2 - PESCA DO MAPARÁ NA AMAZÔNIA.....	5
2.3 - DETERIORAÇÃO DO PESCADO E CONSERVAÇÃO A FRIO.....	8
2.4 - TEMPO DE VIDA ÚTIL DO PESCADO REFRIGERADO.....	12
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO.....	14
3.2 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	14
3.2.1 - Materiais.....	14
3.2.2 - Metodologia experimental.....	17
3.2.2.1 - Avaliação sensorial.....	17
3.2.2.2 - Determinação do pH.....	20
3.2.2.3 - Prova da amônia.....	21
3.2.2.4 - Prova do H ₂ S.....	22
3.2.2.5 - Análises microbiológicas.....	23
3.2.2.6 - Preparo das amostras.....	24
3.2.2.7 - Colimetria.....	25
3.2.2.8 - <i>Pseudomonas spp.</i>	25
3.2.2.9 - Ágar eosina azul de metileno.....	26
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 - ANÁLISE SENSORIAL.....	27
4.2 - ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS.....	30
4.3 - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	34

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES SUGESTÕES.....	38
5.1 - CONCLUSÕES.....	38
5.2 - SUGESTÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Espécie e morfotipo de mapará que vivem em simpatia na Amazônia.....	5
Figura 2.2	Produção pesqueira das principais espécies ou gêneros de peixes de água doce no estado do Pará entre 2001 e 2008.....	7
Figura 3.1	Imagem da localização da área do mercadão 2000 e da feira do pescado, conforme legenda descrita.....	14
Figura 3.2	Fluxograma das etapas do processo de amostragem e análise laboratorial.....	16
Figura 3.3	Esquema da metodologia utilizada para o teste de determinação de pH do músculo do mapará.....	20
Figura 3.4	Esquema da metodologia utilizada para o teste de amônia, em músculo de mapará, utilizando-se a prova de Éber.....	22
Figura 3.5	Esquema da metodologia utilizada para o teste de determinação do H ₂ S presente no músculo do mapará.....	23
Figura 3.6	Esquema da metodologia utilizada no preparo das diluições seriadas para os testes de microbiologia no músculo do mapará.	24
Figura 3.7	Esquema da metodologia utilizada para o teste de determinação da presença de pseudomonas no músculo do mapará para cada diluição.....	26
Figura 3.8	Esquema da metodologia utilizada para a contagem de coliformes totais no músculo do mapará para cada diluição.....	26
Figura 4.1	Avaliação sensorial do Mapará, <i>Hypophthalmus</i> spp., no experimento 1 e 2 com a tabela de Deméritos de Larsen. No período de 16/04/2018 a 16/05/2018 e 30/06/2018 a 17/07/2018, respectivamente.....	27
Figura 4.2	Escores médios dos atributos de qualidade do Mapará (<i>hypophthalmus</i> spp.) estocado em gelo em função dos dias de estocagem no experimento 2, aparência Geral (pele, mancha de sangue nos opérculos, dureza, ventre e odor).....	28
Figura 4.3	Escores médios dos atributos de qualidade do Mapará (<i>Hypophthalmus</i> spp.) estocado em gelo em função dos dias de estocagem no experimento 2, olhos (claridade e forma).....	29

Figura 4.4	Escores médios dos atributos de qualidade do Mapará (<i>Hypophthalmus</i> spp.) estocado em gelo em função dos dias de estocagem no experimento 2, brânquias (cor e odor).....	30
Figura 4.5	Valores médios do pH muscular do Mapará do gênero <i>Hypophthalmus</i> spp. do experimento 1 e 2 nos períodos de 16/04/018 a 16/05/2018 e 30/06/2018 a 17/07/2018 respectivamente.....	31
Figura 4.6	Valores de H2S do Mapará do gênero <i>Hypophthalmus</i> spp. no experimento 1 e 2, nos períodos de 16/04/2018 a 16/05/2018 e 31/06/2018 a 17/07/2018 respectivamente. Sendo valor 1=resultado negativo e valor 2=resultado positivo.....	32
Figura 4.7	Valores de amônia do músculo do Mapará do gênero <i>Hypophthalmus</i> spp, nos experimentos 1 e 2 nos períodos de 16/04/2018 a 16/05/2018 e 31/06/2018 a 17/07/2018 respectivamente. Sendo valor 1= resultado negativo e valor 2=resultado positivo.....	33
Figura 4.8	Quantidade de <i>Pseudomonas</i> e EMB, ao longo dos dias para as diluições 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1}	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Tabela de deméritos elaborada por LARSEN <i>et al.</i> (1992) utilizada para a avaliação sensorial deste trabalho.....	19
Tabela 4.1	Valores de NMP/g para coliformes totais, termotolerantes encontrados no mapará (<i>Hypophthalmus</i> spp.) em Santarém (PA).....	34

NOMENCLATURA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ÁGAR BEM (LEVINE)	USADO PARA ISOLAR E IDENTIFICAR ESCHERICHIA COLI E ENTEROBACTER
ANVISA	AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA
ATP	ADENOSINA TRIFOSFATO
CAC/RCP	CÓDIGO DE PRÁTICAS INTERNACIONAIS RECOMENDADAS PARA PRINCÍPIOS GERAIS DE HIGIENE ALIMENTAR
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
DTA	DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS
EMB	MEIO PARA DIFERENCIAÇÃO LIGEIRAMENTE SELETIVO UTILIZADO PARA O ISOLAMENTO E DIFERENCIAÇÃO DE BACIOS ENTÉRICOS GRAM-NEGATIVOS
EPPA	ESTAÇÃO DE PESQUISA E PRODUÇÃO AQUÍCOLA
FAO	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO
FGV	FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
FVS	FUNDAÇÃO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA DO ESTADO DO AMAZONAS
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IFPA	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
LABIO	LABORATÓRIO DE ENSINO MULTIDISCIPLINAR DE BIOLOGIA APLICADA
LAC	LICENÇA AMBIENTAL POR ADESÃO E COMPROMISSO
NBR	NORMA BRASILEIRA
MIQ	MÉTODO DE ÍNDICE DE QUALIDADE
RIISPOA	REGULAMENTO DA INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITÁRIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

RIMA
VBB

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL
VERDE BILE BRILHANTE

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

Os recursos pesqueiros, tanto marítimos como continentais, constituem importante fonte de alimento, de renda e geração de trabalho, e têm contribuído para a permanência do homem no seu local de origem (ISAAC e CERDEIRA, 2004).

A atividade pesqueira em toda a região amazônica se destaca em relação às demais regiões do Brasil, tanto costeiras quanto de águas interiores, pela riqueza de espécies exploradas, pela quantidade de pescado capturado e pela dependência da população tradicional a pesca (BARTHEM e FABRÉ, 2004). Por constituir uma atividade de elevada importância econômica e sociocultural para a região, o estudo do desembarque pesqueiro apresenta a possibilidade do uso sustentável dos recursos e contribui com o desenvolvimento de novas políticas de exploração e comercialização dos estoques.

O pescado apresenta-se como uma fonte importante de proteínas, vitaminas, minerais e lipídios essenciais para a alimentação humana. Esse alimento, no entanto, é mais perecível que a carne de frango e a carne vermelha, em função de seus teores de aminoácidos livres, bases nitrogenadas e ácidos graxos insaturados (BERTOLIN *et al.*, 2011). A carne de pescado apresenta um grande potencial de mercado, pois esse produto industrializado ou in natura pode atender as necessidades do consumidor nos aspectos: nutricionais, sensoriais, conveniência (fácil preparo ou pré-pronto) e econômicos (FERREIRA *et al.*, 2002).

Mapará é o nome comum dado a três espécies de siluriformes: *Hypophthalmus marginatus*, *H. edentatus*, *H. fimbriatus* (LOPEZ-FERNÁNDEZ e WINEMILLER, 2000, ARAUJO-LIMA e RUFFINO, 2003;). A distribuição destas espécies é bem ampla na América do Sul, sendo encontradas nas bacias Amazônica, do Prata, do Orinoco e águas costeiras do Pará (foz do Amazonas) até o Suriname (ALCÂNTARA NETO, 1994). No Brasil, é encontrado em diversas bacias brasileiras, bem como na região do baixo Amazonas, aparecendo entre as 10 principais espécies com maior produção pesqueira (kg) desembarcada na Feira do Pescado em Santarém – PA, de acordo com o relatório da produção pesqueira do ano de 2014, realizado pelo Laboratório de

Geoinformação e Investigação Pesqueira da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA.

O mapará pode chegar até 50 cm de comprimento e são caracterizados principalmente pelo corpo levemente achatado e alongado lateralmente; pele de coloração prateado na porção superior, sendo bem mais escuro no dorso e esbranquiçado do flanco ao ventre; nadadeira anal muito longa. Ausência de espinhos nas nadadeiras nos indivíduos adultos; posicionamento dos olhos praticamente para baixo. Rastros branquiais longos e numerosos com abertura branquial muito ampla (MAPA, 2001).

Atualmente a qualidade do produto não tem sido vista como um diferencial nas empresas e sim como um item obrigatório, pois os consumidores têm se mostrado mais atentos aos processos ligados a segurança alimentar e nutricional. Os peixes, enquanto vivos, apresentam barreiras próprias que impedem o desenvolvimento microbiano. No entanto, a partir do momento da morte, as barreiras naturais são perdidas e os cuidados com a higiene se tornam fundamentais.

O rigor mortis é um fator que interfere diretamente na qualidade do pescado, porém o tempo em que o animal vai permanecer em rigor é variável, sendo que sua duração é dependente da quantidade de ATP e de glicogênio que o peixe possui antes de sua morte. A quantidade dessas reservas está diretamente relacionada com a forma de manejo recebida pelo animal, como manuseio, transporte e método de abate utilizados (ROBB e KESTIN, 2002). O método de conservação a frio retarda reações químico-enzimáticas envolvidas no processo de deterioração da carne do peixe, bem como o desenvolvimento bacteriano, previne o ressecamento, a redução de peso e mantém a umidade do pescado. Conhecer as alterações post-mortem das principais espécies de peixes de valor comercial quando armazenadas em gelo é essencial para a utilização adequada destas.

Sendo assim, o presente trabalho visa identificar através de análises sensoriais, microbiológicas e químicas (teste de H₂S, amônia e pH) fatores que oferecem uma variação sobre o tempo de vida útil no processo de armazenagem em camadas de gelo do Mapará (*Hypophtalmus* spp.).

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Avaliar a qualidade do mapará (*Hyphophtalmus spp.*) estocado entre camadas de gelo nos mercados de pescados de Santarém – PA.

1.2.2 - Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral do trabalho, alguns objetivos específicos foram definidos e são eles:

- Realizar avaliação sensorial e determinar o pH muscular do mapará (*Hyphophtalmus spp.*);
- Determinar a qualidade do mapará (*Hyphophtalmus spp.*) pela prova de H₂S e pela prova da amônia;
- Determinar a contagem de coliformes totais e presença de *Pseudomonas spp* no músculo do mapará (*Hyphophtalmus spp.*).

1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

Estudos sobre qualidade permitem identificar quais as melhores condições a aplicar no pescado de maneira a prolongar o seu tempo de vida útil e a excelência do seu perfil nutricional e características organolépticas.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresentou a motivação, os objetivos e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresentará uma breve revisão da literatura sobre o estado da arte do assunto abordado nesta dissertação dando enfoque aos aspectos biológicos, tecnologia e armazenamento de pescado.

No capítulo 3 será apresentado os materiais utilizados no trabalho juntamente com a metodologia experimental. No capítulo 4 mostrar-se-ão os resultados e discussões obtidos. Por fim, no capítulo 5 serão apresentadas as conclusões e sugestões finais.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - ASPECTOS BIOLÓGICOS

O mapará, (mapurá, peixe gato, oleiro) é um peixe Siluriforme, pertencente ao gênero *Hypophthalmus*. Distribui-se por todo o rio Amazonas, desde o Peru até sua foz, no estado do Pará, Suriname e bacia hidrográfica do rio Tocantins. É dulcícola e pelágico, habitando preferencialmente os trechos mais lentos dos rios. Alimentam-se principalmente de cladóceros, copépodos, ostrácodes e microalgas, podendo também incluir larvas de insetos e camarões, ovos de peixes, ácaros e rotíferos em sua dieta (CARVALHO, 1978, CARVALHO, 1980, CUTRIM e BATISTA, 2005, COSTA *et al.*, 2010)

As espécies de mapará apresentam intensa atividade reprodutiva nos períodos mais chuvosos da região, cujo aumento do volume de água e maior velocidade de corrente dos rios proporciona cenário ideal para sua reprodução (COSTA *et al.*, 2010; FERREIRA *et al.*, 2016). São espécies r-estrategistas (CUTRIM e BATISTA, 2005), não possui dimorfismo sexual (PY-DANIEL e FERNANDES, 2005) e apresenta alta fecundidade (COSTA, 2006).

As espécies deste gênero são de porte médio, com expectativa de vida em torno de 5,42 anos (CUTRIM e BATISTA, 2005), pode alcançar até 3 kg de peso e tem um rendimento de filé que supera 60% (FERNANDES, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2008), ocupando a terceira posição entre os siluriformes nos desembarques pesqueiros (IBAMA, 2007a).

São descritas quatro espécies (Figura 2.1): a) *H. marginatus*: ocorre nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, nos maiores rios da Guiana Francesa e do Suriname; b) *H. edentatus*: distribui-se nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Paraná e em rios costeiros da Guiana e Suriname; c) *H. fimbriatus*: ocorrência no rio Amazonas, no rio Negro e na Venezuela; d) *H. oremaculatus*: espécie endêmica da bacia do rio Paraná (LOPEZ-FERNÁNDEZ e WINEMILLER, 2000; AMBROSIO *et al.*, 2001; LUNDBERG e LITTMANN, 2003; FERRARIS, 2007).

Pertencentes à família Pimelodidae, os peixes conhecidos comumente como mapará são constituídos por três espécies: *Hypophthalmus marginatus*, *H. edentatus* e *H.*

fimbriatus (FERREIRA, 2012), que possuem como característica o corpo comprimido lateralmente, ausência de escamas, presença de três pares de barbilhões, olhos pequenos na parte média da cabeça e nadadeira anal extensa (LÓPEZ-FERNÁNDEZ e WINEMILLER, 2000).

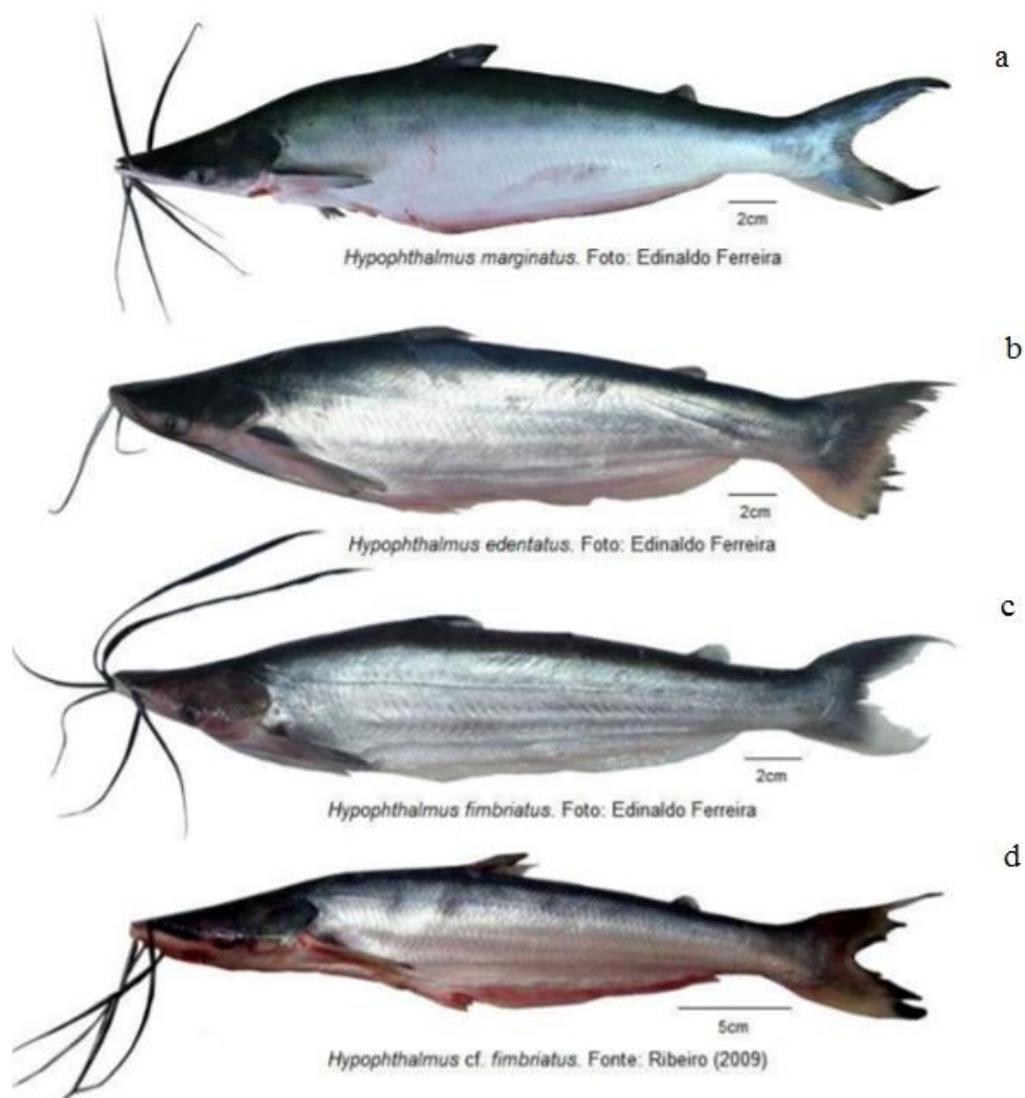


Figura 2.1 - Espécie e morfotipo de mapará que vivem em simpatia na Amazônia.
Fonte: COSTA (2006).

2.2 - PESCA DO MAPARÁ NA AMAZÔNIA

O peixe é um dos recursos naturais mais abundantes e mais intensamente explorados na região amazônica. O número estimado de espécies biológicas existentes gira em torno de 2.500, o que representa aproximadamente 8% dos peixes de todo o

mundo, 30% dos peixes de água doce e 75% dos peixes de água doce do Brasil (COHEN, 1970; GEISLER *et al.*, 1975).

Dados do Ministério de Pesca e Agricultura, 2011; IBAMA, 2007a e b, indicam que o gênero *Hypophthalmus* representa na pesca continental, 3,5% da produção brasileira e 6% no Norte do Brasil, estando entre as cinco espécies de água doce mais capturadas nesta região. Em 2010, os maparás foram responsáveis por 3,9% da pesca extrativa continental no Brasil.

De acordo com NUNES *et al.* (2013), os pescados, independente se comercializado fresco, salgado ou seco, assim como seus derivados, são amplamente comercializados na região norte, seja em feiras livres ou supermercados, onde representam um elevado valor comercial, cultural e econômico.

Das principais categorias de peixes desembarcadas nos portos e feiras dos nove municípios analisados, dentre eles Santarém, as quatro primeiras pertencem a ordem dos Characiformes, perfazendo 64,47% das capturas: o jaraqui, com 37.207,80 t, seguido pelo pacu com 17.303,41 t, curimatã, com 14.919,17 t, e sardinha, com 6.920,50 t, representando 31,42%, 14,61%, 12,60% e 5,84%, respectivamente, do volume desembarcado. Na quinta posição, o aruanã, pertencente à ordem dos Osteoglossiformes, representou 3,84% do total de capturas, com 4.545,70 t. Na sequência, observam-se mais três espécies de pescado da ordem dos Characiformes: a matrinxã, o tambaqui e a pirapitinga; e um Perciforme, o tucunaré. O mapará; da ordem Siluriformes; representou a décima posição em volume de captura, perfazendo um total de 3.044,32 t ou 2,57%. As demais categorias perfizeram um total de 17,55% dos peixes capturados (COSTA *et al.*, 2010).

A pesca na região amazônica desempenha grande importância, com registros de mais de 1200 anos, quando os indígenas dependiam substancialmente dos recursos aquáticos, principalmente peixes e quelônios (PRESTES-CARNEIRO *et al.*, 2016). Atualmente, a atividade constitui-se na principal fonte proteica da população ribeirinha, que apresenta consumo diário per capita, estimado entre 369g e 800g, concentrando na região amazônica as maiores taxas de consumo do Brasil (ISAAC e ALMEIDA, 2011, BARTHEM *et al.*, 2019). Concomitante, a pesca contribui com a economia da região, gerando uma renda total estimada em R\$ 389 milhões por ano (ALMEIDA *et al.*, 2011).

Segundo a Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura do Pará (SEPAQ, 2009), a produção de maparás, em 2008, representou 7% do total da produção pesqueira do

estado do Pará, com 6.947 t (Figura 2.2). Os maparás ficaram entre as quatro espécies de peixes de água doce mais capturadas entre 2001 e 2008 (SEPAQ, 2009; IBAMA, 2007a).

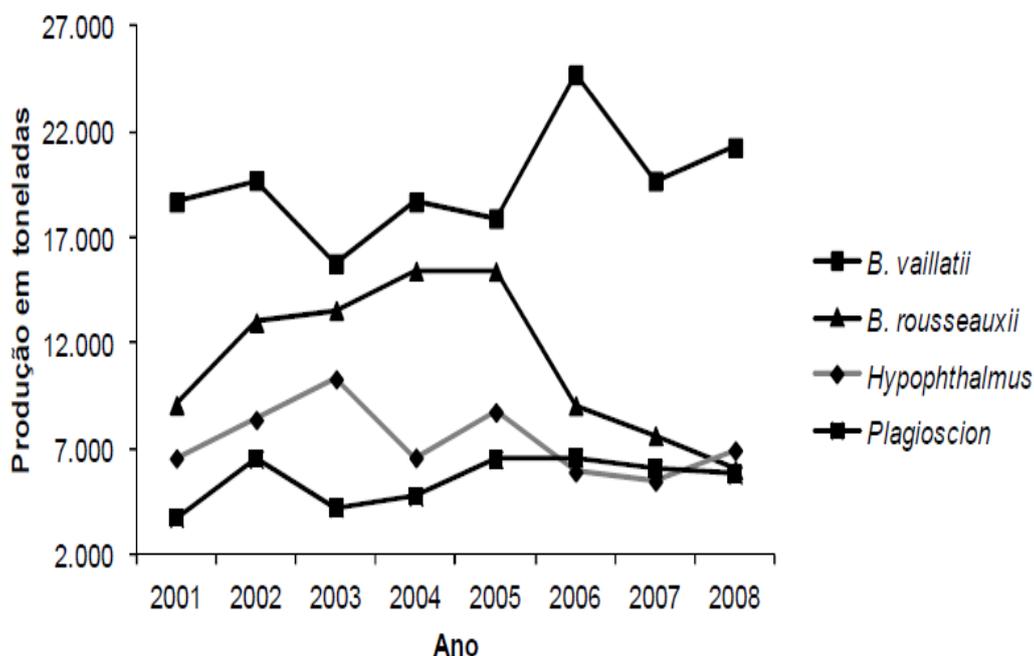


Figura 2.2 - Produção pesqueira das principais espécies ou gêneros de peixes de água doce no estado do Pará entre 2001 e 2008.

Fonte: IBAMA (2001 a 2007); SEPAQ (2009).

Os peixes das espécies *Hypophthalmus*: *H. marginatus*, *H. edentatus* e *H. fimbriatus* são considerados uma das principais bases alimentares da população ribeirinha do rio Tocantins, na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia, e fonte de renda para muitas pessoas que têm a pesca como única profissão. Além disso, é um importante recurso pesqueiro que move a economia dos municípios do nordeste do Pará, em especial a de Limoeiro do Ajuru, com média de produção estimada em 1.405 toneladas ao ano (SILVA JÚNIOR, RODRIGUES e CARVALHO, 2019).

Na região do baixo Tocantins, especificamente na microrregião de Cametá, que engloba os municípios de Limoeiro do Ajuru, Cametá, Mocajuba e Baião, entre os anos de 2000 a 2005, foram capturados, cerca de 11.224 toneladas de pescados, sendo que 28% da captura foram de mapará (MÉRONA *et al.*, 2010). Porém, nos últimos anos o quantitativo de mapará tem diminuído consideravelmente (SILVA JÚNIOR, RODRIGUES e CARVALHO, 2019).

Por outro lado, na região do Amazonas e Baixo Amazonas a preferência alimentar da população local tem como padrão a escolha de espécies do grupo caraciformes, peixes

de escama (85,3%), seguido de perciformes (COSTA, 2006; COSTA *et al.*, 2010) (COSTA *et al.*, 2010). Os peixes lisos, embora comercializados em menor escala, são mais comuns em feiras e mercados onde há grande fluxo de comercialização e são exportados para outras regiões do país e para o exterior (RODRIGUES *et al.*, 2012).

Segundo COSTA (2006), em um levantamento de dados nos anos de 2003 e 2004, entre os 10 principais pescados capturados na calha do rio Solimões/Amazonas, o mapará se encontra na terceira posição, entre os 10 primeiros da lista de exportação, com um volume de 1.593,42 toneladas.

O consumo de mapará na região é baixo devido a tabus alimentares, sendo a maioria da sua produção comercializada para outros países e estados do Brasil (INHAMUNS e FRANCO, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2010). Devido sua enorme importância e valor comercial, os estoques naturais de mapará estão sofrendo os efeitos combinados da intensa exploração e, em alguns casos, da degradação ambiental (COCHRANE, 2005).

Este recurso pesqueiro há alguns anos já vem apresentando tendência de redução na produção, uma vez que está entre as mais desembarcadas na região do Baixo Amazonas (CORRÊA *et al.*, 2019). Ressalta-se, também, que a maior parte da produção pesqueira regional, incide apenas sobre um número relativamente baixo de espécies em relação ao grande potencial existente da região (CASTRO e SOUSA, 2016) potencializando, dessa forma, o declínio dos estoques e perdas da biodiversidade.

Levando-se em consideração a crescente e constante pressão de pesca sobre os estoques de mapará, com possíveis consequências ecológicas e econômicas para a Região Norte, tornam-se necessários estudos que venham possibilitar a disponibilidade desse peixe a criação em cativeiro, auxiliando, assim, na preservação dos estoques pesqueiros (COSTA *et al.*, 2010).

2.3 - DETERIORAÇÃO DO PESCADO E CONSERVAÇÃO A FRIO

O pescado destaca-se entre os alimentos de origem animal por apresentar riqueza nutricional, como proteínas de alto valor biológico e ácidos graxos essenciais. Porém, com grande potencial à deterioração, a qual é diretamente influenciada pela aplicação das Boas Práticas no seu manuseio (NEVES *et al.*, 2020).

Esse produto industrializado ou in natura pode atender as necessidades do consumidor em aspectos: a) nutricionais (rico em proteínas e ácidos graxos

polinsaturados); b) sensoriais (sabor agradável, suave e característico); c) conveniência (fácil preparo ou pré-pronto); e, d) aspectos econômicos (com preços acessíveis (FERREIRA *et al.*, 2002), favorecendo o aumento no seu consumo e na procura desta carne.

Devido a isto, a qualidade e a segurança dos produtos alimentares tem sido fatores relevantes na cadeia de produção da pesca e aquicultura, evidenciado pelo crescente número de leis que norteiam o processamento e a comercialização do pescado visando a segurança alimentar. A qualidade higiênico-sanitária tem sido abordada de forma contínua na atualidade, tendo em vista os surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos – DTA relatados em todo o mundo. Estas doenças são provocadas pelo consumo de alimentos que ocorrem quando micróbios prejudiciais à saúde, parasitas ou substâncias tóxicas estão presentes nesses alimentos.

Um dos alimentos que mais sofrem com essa contaminação é o pescado, devido aos vários fatores que afetam a velocidade das alterações microbiológicas. Os pescados são altamente perecíveis, delicados e susceptíveis a uma série de contaminantes de natureza biológica, química e/ou física, além de ter uma cadeia produtiva segmentada, devido às grandes distâncias e, ainda, pela presença de atravessadores entre o pescador e o consumidor final, havendo a necessidade da manutenção da cadeia de frio, com a finalidade de garantir as boas características sanitárias, sensoriais e nutritivas do alimento.

NUNES *et al.* (2007) defendem que a qualidade dos alimentos pode ser determinada por diversos aspectos dos quais se destacam: higiene, valor nutricional e dietético, frescor, facilidade de utilização pelo consumidor, suas propriedades intrínsecas (sensoriais) e disponibilidade.

Boas práticas de manejo buscam garantir a segurança e higiene do pescado, desde a sua captura e transporte até sua distribuição. A conservação do pescado em camadas alternadas de gelo de boa qualidade, de modo que o peixe não toque um no outro e nem nas paredes da caixa coletora, é fundamental para promover a hipotermia, mantendo o estado de pré-rigor por um período maior (ALBUQUERQUE, ZAPATA e ALMEIDA, 2004, BALDIN, 2011).

Assim como ocorre nas demais carnes, os tecidos internos de um peixe sadio são estéreis, ou seja, o organismo do peixe possui barreiras que impedem a biota bacteriana presente dentro e fora do animal de causar qualquer deterioração em sua estrutura que leve a putrefação de seus tecidos. A biota microbiológica em peixe é normalmente encontrada na superfície externa, nas guelras e nos intestinos.

Após a morte do pescado, este mecanismo de defesa deixa de operar, e as seguintes etapas de decomposição passam a ocorrer: 1) Autólise: após a morte do pescado, os sucos digestivos e as enzimas dos tecidos atravessam a parede intestinal, causando perfurações nas vísceras, decomposição dos tecidos musculares e facilitando a disseminação de microrganismos do trato intestinal, culminando na aceleração da deterioração. Por isso a evisceração imediata do pescado é de suma importância, pois caso as vísceras não sejam rapidamente retiradas, as bactérias do intestino atacam as paredes e cavidades intestinais. 2) Oxidação: a oxidação de gorduras insaturadas ocasiona alterações no aroma ou na coloração do pescado. 3) Atividade bacteriana: o desenvolvimento microbiano juntamente com os processos de deterioração citados acima, acelera as alterações do pescado durante seu armazenamento, provocando alterações físico-químicas até a completa deterioração (BEIRÃO *et al.*, 2004).

Quanto mais demorada a entrada do peixe em rigor, melhor será a qualidade e tempo de vida útil de sua carne, pois este fenômeno retarda a proliferação de bactérias que deterioram o pescado (BALDIN, 2011). A maioria das doenças transmitidas por alimentos está associada à contaminação de alimentos por micróbios prejudiciais à saúde.

Bactérias deteriorantes podem estragar o alimento com perda de alguns nutrientes. Outros micróbios, quando presentes nos alimentos, podem causar doenças, sendo chamados de patogênicos. Os micróbios multiplicam-se nos alimentos quando encontram condições ideais de nutrientes, umidade e temperatura. Para causar doença, é preciso que os micróbios se multipliquem até formarem uma grande população nos alimentos. O desenvolvimento bacteriano é um dos principais fatores que levam a deterioração dos pescados. A grande maioria das bactérias apresentam atividades proteolíticas e lipolíticas, contribuindo para a desintegração dos tecidos, levando a uma série de reações bioquímicas indesejáveis com subsequente formação e acúmulo de substâncias de odor desagradável, repugnantes e tóxicas (PEDROSA *et al.*, 2018).

Devido a isto, busca-se meios de manter a qualidade da carne do peixe por mais tempo. A conservação baseia-se no abrandamento ou na prevenção da deterioração alimentar provocada por microrganismos. Podem prevenir-se os efeitos perigosos dos microrganismos através das três maneiras seguintes: remoção de microrganismos; morte dos microrganismos e supressão da atividade microbiológica, sendo esta última a mais utilizada. Neste caso, cria-se um meio ambiente no qual os microrganismos já não podem desenvolver-se, ou onde se desenvolvem apenas muito lentamente. Existem várias

maneiras para conseguir isso, a citar, aumento da pressão osmótica, adição de conservantes, conservação a frio.

O método de conservação a frio retarda reações químico-enzimáticas envolvidas no processo de autólise, bem como o desenvolvimento bacteriano que contribui para a deterioração do pescado, previne o ressecamento, a redução de peso e mantém a umidade do pescado. A quantidade de gelo necessária depende da temperatura e das condições do ambiente. São utilizadas diversas relações pescado/gelo, no entanto, é necessária pelo menos 1 parte de gelo para 3 partes de pescado para que este seja refrigerado convenientemente.

Por ser um alimento perecível bastante suscetível a deterioração, o pescado deve passar por processos rigorosos de higiene sanitária desde a sua captura até a sua comercialização, visto que nesse intervalo o mesmo fica sujeito a contaminação microbiana implicando na sua qualidade. Portanto é de extrema importância que o consumidor exija um alimento de boa qualidade observando suas condições de higiene sanitária para que não cause danos a sua saúde (SILVA-JUNIOR e BARBOSA; MONTEIRO, 2016).

Em relação a distribuição do gelo para a conservação do pescado à granel são necessárias a formação de uma camada de gelo no fundo do recipiente e outra camada nas laterais. No caso de peixes eviscerados, o gelo deve ser colocado na cavidade abdominal. A posição do peixe na tulla varia com a espécie, porém é recomendado colocar o peixe na posição vertical ou dorsal. No emprego do gelo com água a proporção de pescado e água é de 1:1 ou 2:1. Em exemplares de tamanho maior é utilizado somente gelo e a capacidade de conservação é de 400 quilos de peixe/m³. Em peixes de porte pequeno, onde é usado uma conservação de água e gelo, a capacidade é de 600 quilos/m³. A água utilizada em associação com gelo deve ser resfriada previamente em temperatura entre 0 a -2°C (FERREIRA *et al.*, 2002).

Não seguir estas normas, coloca o pescado e toda sua cadeia produtiva em risco, principalmente o consumidor final. Dentre os diversos locais de comercialização de peixes, as feiras livres são um dos locais que mais merecem atenção, pois quando não armazenado adequadamente, sua deterioração é favorecida pelos fenômenos enzimáticos, oxidativos e bacterianos, sendo a ação desse último, sem dúvida, o fator que mais se destaca na alteração do pescado fresco, devido aos elevados valores de Potencial Hidrogeniônico de atividade da água e à riqueza de nutrientes disponíveis para o crescimento microbiano (ORDOÑEZ, 2010).

2.4 - TEMPO DE VIDA ÚTIL DO PESCADO REFRIGERADO

Bactérias contaminam o pescado, não só pelas águas, mas também pelo seu manuseio pelos pescadores, pelo modo com que são arrumados em recipientes e locais inapropriados e pelo longo tempo que levam os produtos para serem submetidos ao processo de frio (EVANGELISTA, 1998). Assim, boas práticas de manejo devem ser seguidas para garantir a não contaminação da carne do peixe.

Toda tecnologia de pescado é baseada no trinômio: tempo + higiene + temperatura. O tempo é importante na rapidez com que se desencadeiam reações autolíticas e /ou bacterianas que, por outro lado, estão relacionadas com o grau de higiene do barco e dos manipuladores do pescado. Somados às baixas temperaturas às quais, se devidamente aplicadas, evitarão ou, pelo menos retardarão as reações acima mencionadas. Portanto não é suficiente que apenas um dos fatores seja cumprido, sendo necessária a observação dos três ao mesmo tempo.

Segundo MINOZZO (2011), para conter a ação dos microrganismos indesejáveis, que contaminam os alimentos, o armazenamento deve atingir a temperatura de estocagem de -10°C , mas é preciso aplicar temperaturas inferiores para evitar a ação das enzimas. Conforme a Instrução Normativa Número 21, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o congelamento industrial, ou congelamento rápido, submete o pescado a temperaturas muito baixas até que a temperatura interna central chegue a -18°C . Além disso, o peixe congelado deve ser mantido sob temperatura não superior a -18°C (BRASIL, 2017).

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura, RIIPOA (BRASIL, 1980), em seu Artigo 439, o pescado, em natureza, pode ser: fresco, resfriado ou congelado.

§ 2º: Entende-se por "resfriado" o pescado devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperatura entre $-0,5^{\circ}$ e -2°C (menos meio grau centígrado e menos dois graus centígrados).

§ 4º: Depois de submetido à congelação o pescado deve ser mantido em câmara frigorífica a -15°C (menos quinze graus centígrados).

Parágrafo único: O pescado uma vez descongelado não pode ser novamente recolhido à câmara frigorífica.

Para a conservação do pescado fresco a refrigeração é indispensável. Portanto, seu uso torna-se obrigatório, seja em gelo e/ou câmara fria (PRATA, 1999, FENNEMA,

2010). Quando se combina o uso do gelo e a câmara de refrigeração, ela conserva o gelo e este impede a desidratação do peixe (OETTERER, 1998).

A refrigeração é efetiva no pescado se este estiver refrigerado dentro de 1 hora após sua morte, pois as bactérias dos pescados de zonas tropicais são predominantemente mesofílicas: o gelo, no entanto, está susceptível à contaminação por microorganismos psicotróficos (OETTERER, 1999).

O rigor mortis demora mais para se iniciar e dura mais tempo, quanto mais baixa a temperatura de armazenamento do pescado. Além disso, quando as reservas de glicogênio não forem depletadas pela exaustão na captura. A ação deterioradora das bactérias é dificultada, enquanto o rigor mortis não terminar. Desta forma, a refrigeração faz com que a deterioração, causada por bactérias, seja adiada. É de grande importância na conservação do pescado, durante todos os estágios da estocagem, seja a bordo ou durante o seu transporte e comercialização, e durante as etapas do processamento industrial com um tempo de espera, que o pescado esteja sempre adequadamente refrigerado (VEIGA FILHO e MESQUITA, 2018).

Para manter um contato adequado do gelo com o pescado, o gelo deve ser triturado em pedaços finos e com dimensões adequadas para cada tamanho e tipo de peixe. Gelo grosseiro causa rompimento das membranas do pescado, danificando os tecidos e abrindo espaço para instalação e proliferação de agentes patógenos. Partículas finas, pelo contrário, podem não promover o contato eficiente do gelo com o pescado, interferindo na conservação deste.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

Este trabalho foi realizado no município de Santarém, localizado na mesorregião Baixo Amazonas, no Oeste do Estado do Pará na feira de pescado do município de Santarém. O município é banhado por dois grandes rios, o Amazonas e o Tapajós, apresentando grandes áreas dulcícolas e áreas de várzea.

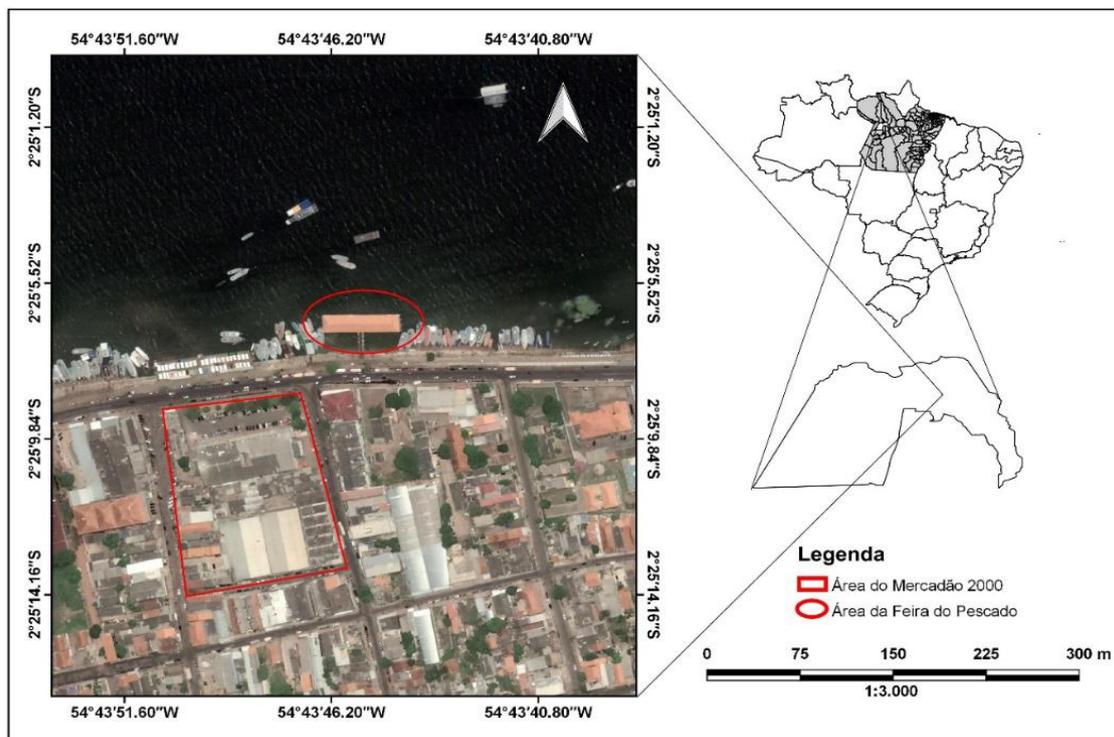


Figura 3.1 - Imagem da localização da área do mercado 2000 e da feira do pescado, conforme legenda descrita.

3.2 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.2.1 - Materiais

Para obtenção de dados foram obtidas duas amostras da Feira Mercado do Pescado, Santarém-PA sendo que na amostra A, experimento 1, foram utilizados 143 peixes e para a amostra B, experimento 2, um total de 81 peixes. O experimento 1 foi

realizado no período entre março e abril de 2018, e o experimento 2, no período de junho e julho de 2018.

Após o desembarque, os peixes foram parcialmente eviscerados de forma que permanecessem com as guelras, membrana peritoneal e rim intactos, retirando-se apenas as vísceras soltas. Procedeu-se a evisceração com os mesmos utensílios utilizados diariamente pelos comerciantes, como facas com cabo de madeira e tábuas para corte. Os peixes não foram lavados após a evisceração.

Os exemplares coletados foram colocados em caixas de poliestireno expandido, entre camadas de gelo na proporção de (1:1) gelo: pescado e transportados para a Estação de Pesquisa e Produção Aquícola EPPA do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Santarém.

No ato de cada troca de gelo, retirou-se toda a água proveniente do degelo periodicamente a cada dois dias. No tempo zero e a cada quatro, três e dois dias. À medida que avançava o processo de deterioração, foram retirados sete peixes, sendo dois para as análises sensoriais, dois para avaliação do pH, um para prova de amônia, um para o teste de Éber de H₂S e um para análise microbiológica. Todas as etapas do processo de amostragem e análises estão dispostas no fluxograma abaixo:

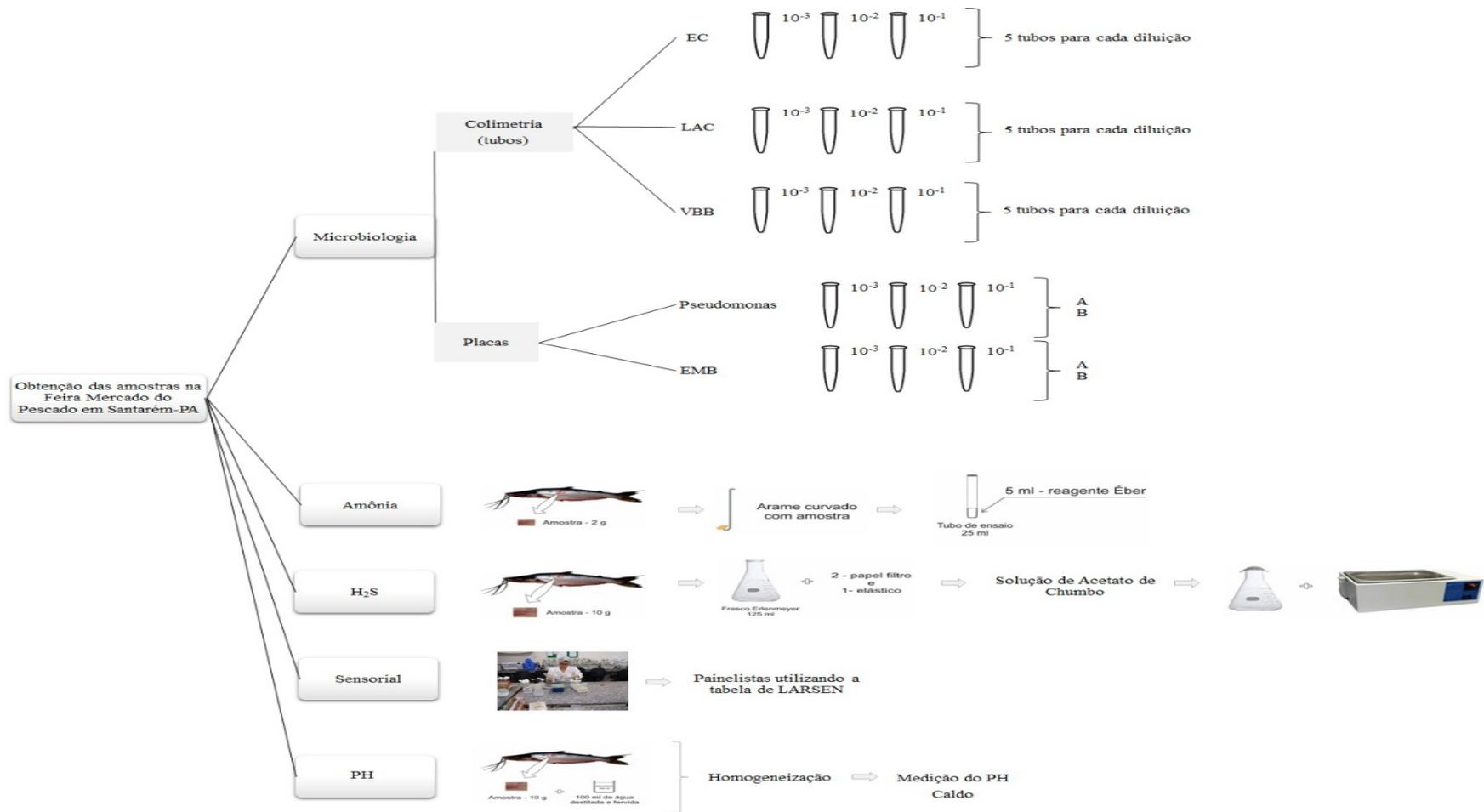


Figura 3.2 - Fluxograma das etapas do processo de amostragem e análise laboratorial.

3.2.2 - Metodologia experimental

3.2.2.1 - Avaliação sensorial

A avaliação sensorial foi realizada, no tempo zero e a cada quatro, três e dois dias sobre as amostras conservadas entre camadas de gelo, por avaliadores treinados utilizando-se duplicata. A tabela de avaliação sensorial utilizada foi a tabela de deméritos elaborada por LARSEN *et al.* (1992).

Os parâmetros de qualidade observados por LARSEN *et al.* (1992) seguiram a pontuação: classe A: 0-5 pontos; classe B: 6-10 pontos; classe C: 11-15 pontos e classe D: 16-20 (classe de rejeição).

A avaliação sensorial determina o grau de frescor do pescado. Este é o método de análise mais econômico, no entanto, a avaliação pode indicar resultados subjetivos, sendo necessárias outras avaliações (química e microbiológica) comparativas para determinar com maior certeza a qualidade e o frescor dos pescados.

Esta análise foi realizada no Laboratório de Aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Santarém. Os avaliadores estiveram em ambientes isolados para verificação dos parâmetros de qualidade, nas mesmas condições de iluminação e temperatura. Para cada repetição, dois maparás (*Hypophthalmus* spp.) foram dispostos em bandejas com uma pequena quantidade de gelo. Pinças e luvas foram disponibilizadas aos avaliadores para facilitar a observação de determinados atributos. Durante a análise, cada avaliador recebeu uma tabela contendo os parâmetros de LARSEN *et al.* (1992) para verificar as alterações relevantes (Tabela 3.1).

Segundo FERNANDES (2000) e LUDORFF e MEYER (1978), a análise sensorial é realizada por pessoas que utilizam os sentidos da visão, olfato, paladar e tato para determinar a qualidade de um produto. No caso dos pescados variáveis como o odor, a textura, o gosto e aparência podem ser utilizados com o intuito de classificá-los como bons para consumo ou não. No sistema desenvolvido são consideradas para análise sensorial as propriedades da aparência dos olhos, do odor e do aspecto exterior do pescado.

Conforme a Portaria n. 185, de 13 de maio de 1997 (BRASIL, 1997), o pescado fresco inteiro ou peixes eviscerados frescos, aptos para o consumo humano, devem apresentar as seguintes características organolépticas:

- Aparência: Na avaliação sensorial o produto deverá apresentar-se com o frescor da matéria-prima conservada; deverá estar isento de qualquer evidência de decomposição, manchas por hematomas, coloração distinta à normal para a espécie do peixe capturado, incisões ou rupturas das superfícies externas.
- Escamas: Unidas entre si e fortemente aderidas à pele. Devem ser translúcidas e com brilho metálico. Não devem ser viscosas.
- Pele: Úmida, tensa e bem aderida.
- Mucosidade: As espécies que a possuem, deve ser aquosa e transparente.
- Olhos: Devem ocupar a cavidade orbitária e serem brilhantes e salientes.
- Opérculo: Rígido, deve oferecer resistência à sua abertura. A face interna deve ser nacarada, os vasos sanguíneos cheios e fixos.
- Brânquias: De cor rosa ao vermelho intenso, úmidas e brilhantes, ausência ou discreta presença de muco.
- Abdômen: O peritônio deverá apresentar-se muito bem aderido às paredes, as vísceras internas, bem diferenciadas, brilhantes e sem danos aparentes.
- Músculos: Aderidos aos ossos fortemente e de elasticidade marcante. Odor, sabor e cor: Características da espécie que se trate.

Tabela 3.1 - Tabela de deméritos elaborada por LARSEN *et al.* (1992) utilizada para a avaliação sensorial deste trabalho.

PARÂMETRO DE QUALIDADE	CARACTERÍSTICAS	PONTOS
Aparência	Pele	0 – brilhantes, resplandecente 1 – brilhante 2 - Opaco
	Manchas de sangue nos opérculos	0 – nenhuma 1 – pequenas, 10 % - 30 % 2 – grandes, 30 % - 50 % 3 – muito grandes, 50 % - 100 %
	Dureza	0 – duro, em rigor <i>mortis</i> 1 – elástico 2 – firme 3 – suave
	Ventre	0 – firme 1 – neutro 2 – estalido ventral
	Odor	0 – fresco 1 – neutro 2 – a húmido/mofo/ácido 3 – carne passada/rançosa
Olhos	Claridade	0 – claros 1 – opacos
	Forma	0 – normal 1 – planos 2 – fundidos
Brânquias	Cor	0 – vermelho característico 1 – pálidos, descoloridos
	Odor	0 – fresco 1 – neutro 2 – doce/ligeiramente rançoso 3 – odor azedo/passado/rançoso
Mínimo: 0 pontos Máximo: 20 pontos		

Fonte: LARSEN *et al.* (1992).

3.2.2.2 - Determinação do pH

Foi realizada no tempo zero e a cada quatro, três e dois dias, segundo as normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Foram coletadas 10g do músculo do mapará (*Hypophthalmus* spp.) no lado esquerdo, abaixo da primeira vértebra da barbatana dorsal, a 1 cm. O músculo com pele foi removido com auxílio de uma lâmina de bisturi descartável, transferido para um béquer de 100mL e homogeneizado posteriormente com água destilada e fervida. O pH foi medido em potenciômetro digital portátil da marca AKSO modelo AK77. A análise foi feita em duplicata (Figura 3.3).

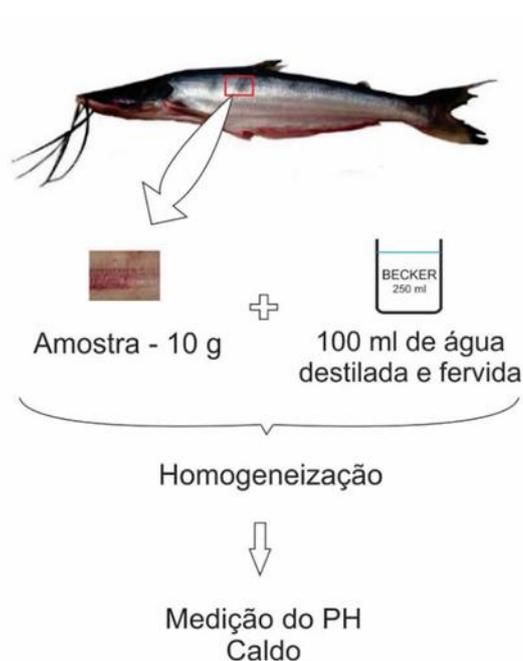


Figura 3.3 - Esquema da metodologia utilizada para o teste de determinação de pH do músculo do mapará.

A determinação de acidez fornece um dado importante na apreciação do estado de conservação de pescado, pois o processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre o pH. A medida do pH em pescado é um dado indicativo do estado de conservação, no entanto para uma avaliação mais segura torna-se necessária a realização concomitantemente das análises microbiológica, química e sensorial.

A legislação em vigor no Brasil (Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA) estabelece uma faixa de valores de pH para pescado fresco sendo o da carne externa inferior a 7 (BRASIL, 2017).

Segundo OGAWA e MAIA (1999), apesar do processo eletrométrico ser preciso não é conclusivo para determinar a qualidade do pescado, pois quando usados isoladamente, seu uso é considerado restrito por variar entre uma amostra e outra e por ocorrerem oscilações ao longo do período de estocagem. Por isso, análises microbiológicas, microscópicas e sensoriais devem ser realizadas para se ter maior confiabilidade dos resultados.

3.2.2.3 - Prova da amônia

O teste da amônia foi realizado utilizando-se a prova de Éber segundo o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008) no tempo zero e a cada quatro, três e dois dias. Os materiais utilizados para a reação da amônia – prova de Éber foram: bandeja plástica, bisturi, provetas de 50 e 150ml, balão volumétrico de 250ml, balança analítica, tubos de ensaio de 25ml e arame de 20cm de comprimento com extremidade recurvada tipo anzol. Para o preparo do reagente de Éber, foram utilizados ácido clorídrico, éter e etanol. Em balão volumétrico de 250ml, misturou-se 50ml de ácido clorídrico e 150ml de etanol. Logo em seguida, a solução foi resfriada e o volume completado com éter.

Na realização da prova de Éber para amônia, transferiu-se 5ml do reagente para um tubo de ensaio de 25ml. Foi retirado uma amostra de 2g do músculo sem pele, com auxílio do bisturi, da porção dorsal da amostra de peixe (Figura 3.4).

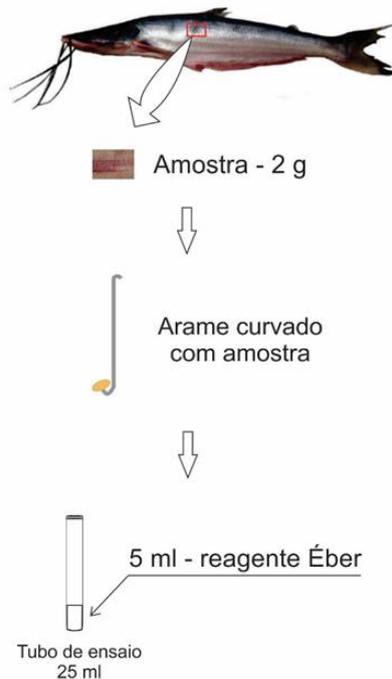


Figura 3.4 - Esquema da metodologia utilizada para o teste de amônia, em músculo de mapará, utilizando-se a prova de Éber.

Em seguida fixou-se a porção da amostra na extremidade do arame de 20cm, com formato de anzol. A amostra foi introduzida em um tubo de ensaio de 25ml de modo que não tocasse nas paredes do tubo e na superfície do reagente. O aparecimento de fumaças brancas indicava que o produto estava no início de decomposição.

3.2.2.4 - Prova do H₂S

A reação do gás sulfídrico foi realizada utilizando-se a prova de Éber segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008) no tempo zero e a cada quatro, três e dois dias. Os materiais utilizados para a reação de H₂S – prova de Éber foram: balança semianalítica, banho maria, espátula, elástico para papel, frasco Erlenmayer de 125ml, papel de filtro de 9cm de diâmetro e pipeta graduada de 1ml.

Na realização da reação de gás sulfídrico foram transferidos 10g de amostra homogeneizada para um frasco Erlenmayer de 125ml. O frasco foi fechado com dois discos sobrepostos de papel filtro com auxílio de um elástico. Com uma pipeta, embebemos a superfície do papel com solução de acetato de chumbo. Posteriormente, colocou-se o frasco de Erlenmayer em banho-maria, de modo que o fundo permanecesse 3cm acima do nível da água fervente, aquecendo-se durante 10 minutos (Figura 3.5).



Figura 3.5 - Esquema da metodologia utilizada para o teste de determinação do H₂S presente no músculo do mapará.

O aparecimento de mancha preta no papel de filtro em contato com os vapores indicou a presença de gás sulfídrico e o resultado positivo. No papel com bom estado de conservação após a reação tivemos resultado negativo para o teste. Este método tem como objetivo determinar a presença de gás sulfídrico, proveniente da degradação de proteínas do pescado. O método fundamenta-se na decomposição de aminoácidos sulfurados com liberação de enxofre. O gás sulfúrico combinado com acetato de chumbo produz sulfeto de chumbo que enegrece o papel de filtro.

3.2.2.5 - Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Ensino Multidisciplinar de Biologia aplicada (LABIO) da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, nos intervalos de quatro, três e dois dias. Os peixes foram retirados da EPPA, colocados em caixas de isopor com gelo na proporção (1:1) gelo: pescado e transportados para o LABIO sendo realizados testes de colimetria, detectando presença/ausência de bactérias, e testes em meio ágar *Pseudomonas* e ágar EMB.

3.2.2.6 - Preparo das amostras

Foi retirado com auxílio de um bisturi o equivalente a 25g do músculo, com pele, do lado esquerdo abaixo da primeira vértebra da barbatana dorsal. Em seguida, as 25 gramas do músculo com pele foram colocadas em Becker estéril contendo 225ml de água peptonada acrescida a 0,1% de sal, estéril com pH final 7, sendo homogeneizado por 40 segundos utilizando agitador magnético. Após este processo, 1ml da amostra foi transferida com auxílio de pipeta volumétrica para tubos de ensaio contendo 9ml de água peptonada correspondendo as diluições decimais: 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , em duplicatas, conforme Figura 3.6.

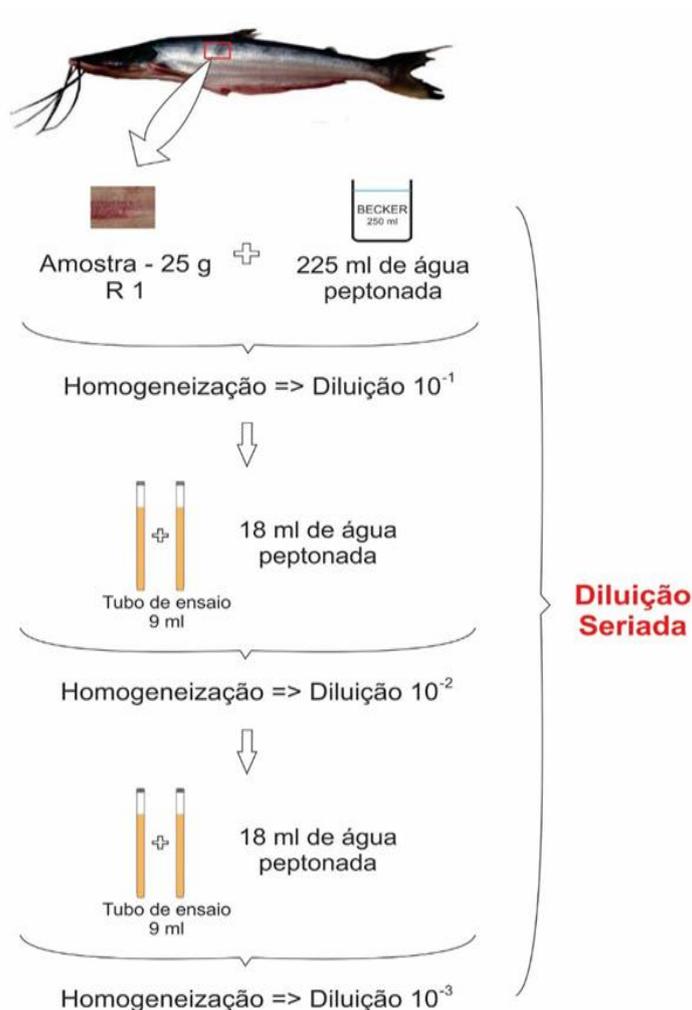


Figura 3.6 - Esquema da metodologia utilizada no preparo das diluições seriadas para os testes de microbiologia no músculo do mapará.

Foi realizado o plaqueamento em profundidade e efetuada as contagens segundo SILVA *et al.* (1997) colocando-se 1mL de inóculo, com duplicata para cada diluição em

placa de petri, incubadas em estufa a temperatura de 35°C durante 48 horas para *Pseudomonas* spp. e *E. coli* no tempo zero e a cada quatro, três e dois dias conforme o avanço das pontuações obtidas na análise sensorial do *Hypophthalmus* spp.

3.2.2.7 - Colimetria

Para a avaliação dos coliformes totais e termotolerantes, utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos, onde foram retiradas assepticamente, com auxílio de pipeta graduada, 1mL das diluições (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) e transferida para tubos com Durhan invertidos contendo 9 ml dos seguintes meios: Caldo E.C - *Escherichia coli* (KASVI®), meio confirmatório para coliformes termotolerantes; VBB - Caldo Verde Bile Brilhante (KASVI®) e LAC – Caldo Lactosado (KASVI®), sendo VBB um teste confirmatório e o L.C como teste presuntivo para coliformes totais (BRASIL, 2006)

Foram realizadas inoculações em quintuplicata para cada meio nas três diluições. Os tubos contendo as amostras diluídas em LAC e VBB foram incubados em estufa bacteriológica à temperatura de 36,5°C por um período de 48 horas. As amostras diluídas E.C foram incubadas em banho-maria à uma temperatura de 45°C por um período de 48 horas, sendo realizadas leituras dos tubos a cada 24 horas verificando a turvação do meio e a produção de gás.

Para tabulação dos dados obtidos a partir do resultado da colimetria utilizou-se a técnica do Número Mais Provável (NMP) para coliformes totais e coliformes termotolerantes do qual utiliza-se a fórmula matemática proposto por THOMAS (1942): $NMP / mL = P / \sqrt{NT}$.

3.2.2.7 - *Pseudomonas* spp

Com auxílio de uma pipeta esterilizada retirou-se 1mL de cada diluição (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) adicionando esta porção em placa contendo Ágar *Pseudomonas* (KASVI®) acrescido de glicerol, técnica de espalhamento ou *spread Plate* utilizando-se alça Drigalski esterilizada.

Após este processo, as placas foram levadas para estufa à temperatura de 36,5°C por um período de 24 horas, observando se houve aparecimento de colônias verdes e fluorescentes ou o aparecimento de colônias cor de palha com ou sem fluorescência podendo ser *Pseudomonas aeruginosa* e *Pseudomonas* spp. (Figura 3.6).

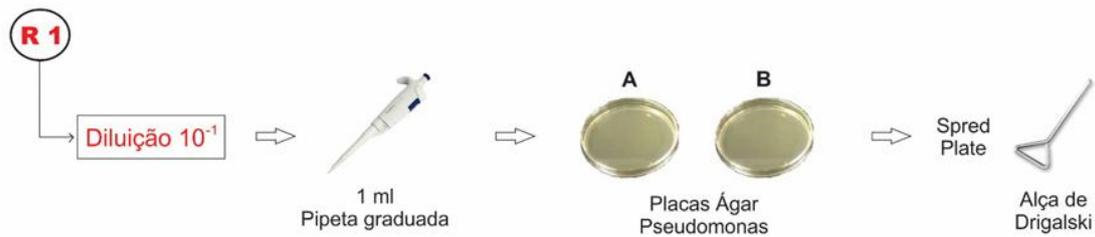


Figura 3.7 - Esquema da metodologia utilizada para o teste de determinação da presença de pseudomonas no músculo do mapará para cada diluição.

3.2.2.8 - Ágar eosina azul de metileno

Foi retirado 1ml de cada diluição (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) com auxílio de pipeta volumétrica e transferido para placas contendo 200 ml de Ágar Eosina Azul de Metileno – EMB (KASVI®) utilizando o método *Spread Plate*. O inóculo foi dispensado nas placas e homogeneizado utilizando alça Drigalski estéril até a total absorção. Um total de seis placas, com réplicas A e B para cada diluição. Em seguida foram levadas para estufa bacteriológica sob temperatura de $36,5^{\circ}\text{C}$ por um período de 24 horas, onde observou-se o crescimento de colônias de grande dimensão, pretas-azuladas com reflexo verde metalizado que de acordo com indicativa para *Escherichia coli* (Figura 3.8).

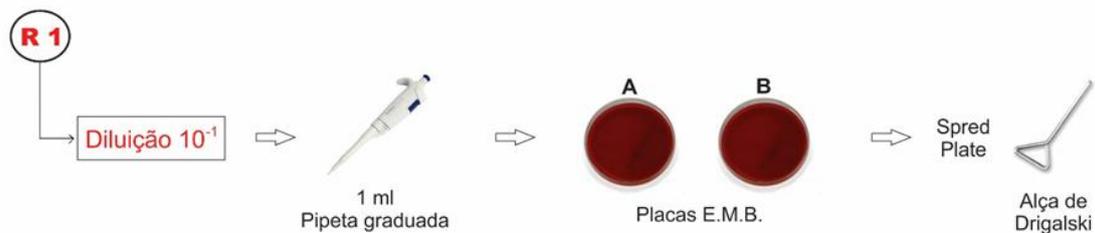


Figura 3.8 - Esquema da metodologia utilizada para a contagem de coliformes totais no músculo do mapará para cada diluição.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados obtidos na análise sensorial, a partir da tabela de LARSEN *et al.* (1992) demonstram que o ponto de rejeição do pescado no experimento 1, ocorreu dentro do prazo de 20 dias, apresentando 16 pontos e sendo enquadrado na classe D. No experimento 2, o pescado foi rejeitado com 17 dias, também com 16 pontos sendo classificado na categoria D (Figura 4.1).

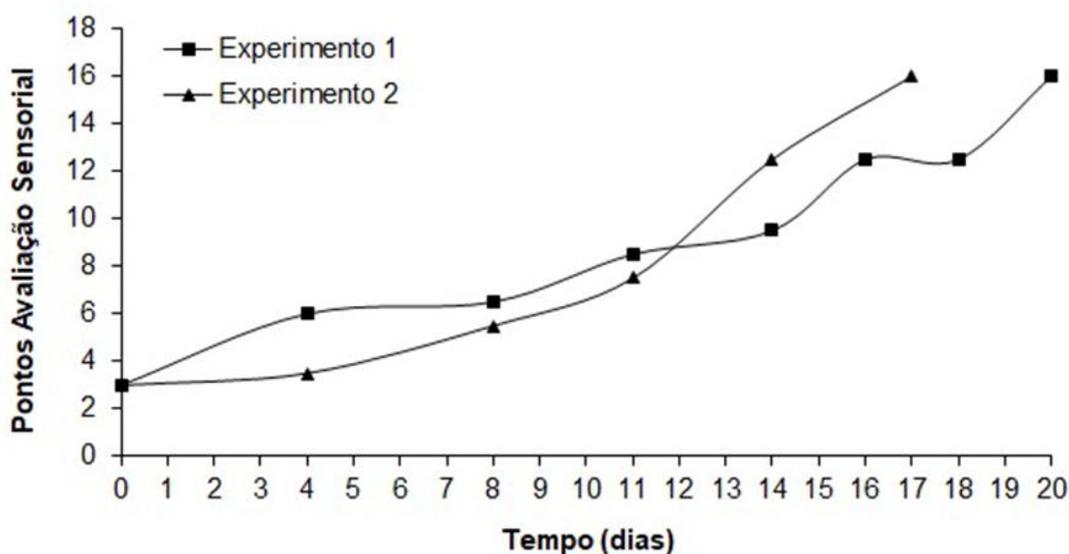


Figura 4.1 - Avaliação sensorial do mapará, *Hypophthalmus* spp., no experimento 1 e 2 com a tabela de Deméritos de Larsen. No período de 16/04/2018 a 16/05/2018 e 30/06/2018 a 17/07/2018, respectivamente.

Até os primeiros 08 dias, conforme observamos, na Figura 10 deste estudo, as características sensoriais se preservam quase inalteradas, para ambos os experimentos. Após esse período, consideráveis alterações iniciam, como: o aumento de muco superficial de cor amarelo-amarronzada; odores frutados e posteriormente fecais; consistência amolecida da carne e coloração escura.

Corroborando com este resultado as alterações sensoriais e bacteriológicas dos bagres de água doce armazenados em gelo revistas por SANTOS (2011), as espécies da

família *Pimelodidae* da região amazônica apresentaram o tempo de guarda, quando armazenados em gelo, em torno de 12 – 21 dias.

Pode-se observar na Figura 4.2, para o experimento 1, um salto do 14º dia para o 16º dia (de 9 para 13 pontos) justificado pelos parâmetros de aparência geral: odor que se acentuou lembrando carne passada e rançosa; brânquias: odor azedo, passado e rançoso com aspecto descolorido e pálido. Outro salto entre os intervalos do 18º dia para o 20º dia (de 13 para 16 pontos) indicado pelos parâmetros aparência geral: dureza de aspecto suave; olhos: forma fundida.

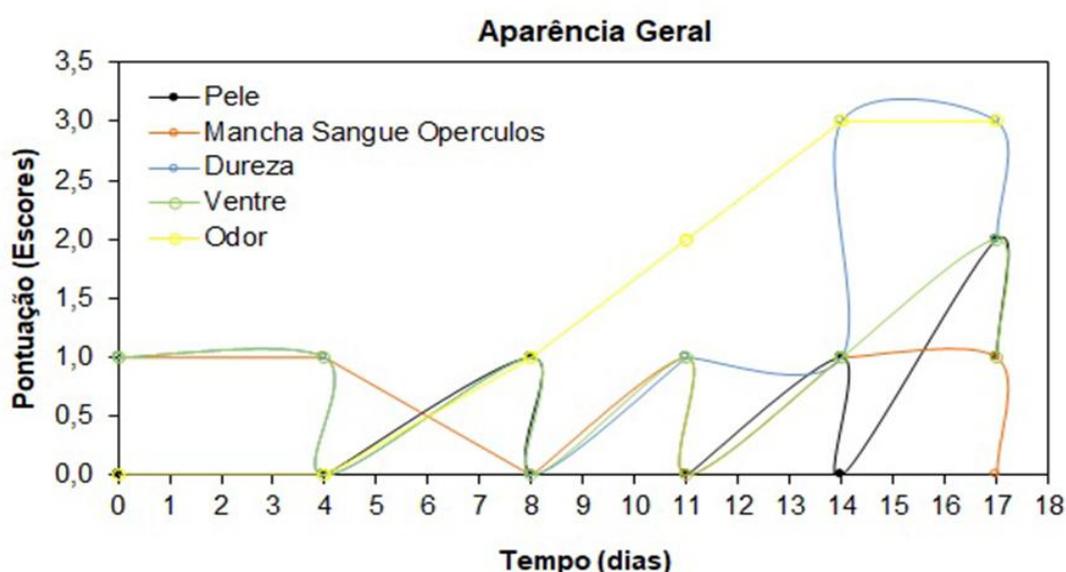


Figura 4.2 - Escores médios dos atributos de qualidade do Mapará (*hypophthalmus* spp.) estocado em gelo em função dos dias de estocagem no experimento 2, aparência Geral (pele, mancha de sangue nos opérculos, dureza, ventre e odor).

Ao analisar o atributo de aparência geral (pele, mancha de sangue nos opérculos, dureza, ventre e odor) para o experimento 2, observa-se pequenas alterações entre o 1º e 8º dia. A partir do 11º dia tem-se um maior crescimento dos pontos de demérito, em que o odor começa a ficar mais forte tendendo para úmido/mofo/ácido e o aspecto do ventre mais suave. As alterações na aparência e na rigidez muscular são esperadas, visto que o processo de rigor mortis já havia ocorrido.

Em trabalhos realizados por GILL (1995) e MARTINSDÓTTIR(1997) a firmeza da carne é mensurada pela pressão de um dedo sobre a musculatura observando-se o tempo que leva ao seu retorno à forma original, demonstrando inicialmente o escore zero, devido ao rigor-mortis, evoluindo como o processo de autólise. No estudo de GURGEL

et al. (2016) foi possível observar uma perda da rigidez a partir do décimo dia de armazenamento, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho para parâmetro: aparência geral, dureza de aspecto suave (Figura 4.3).

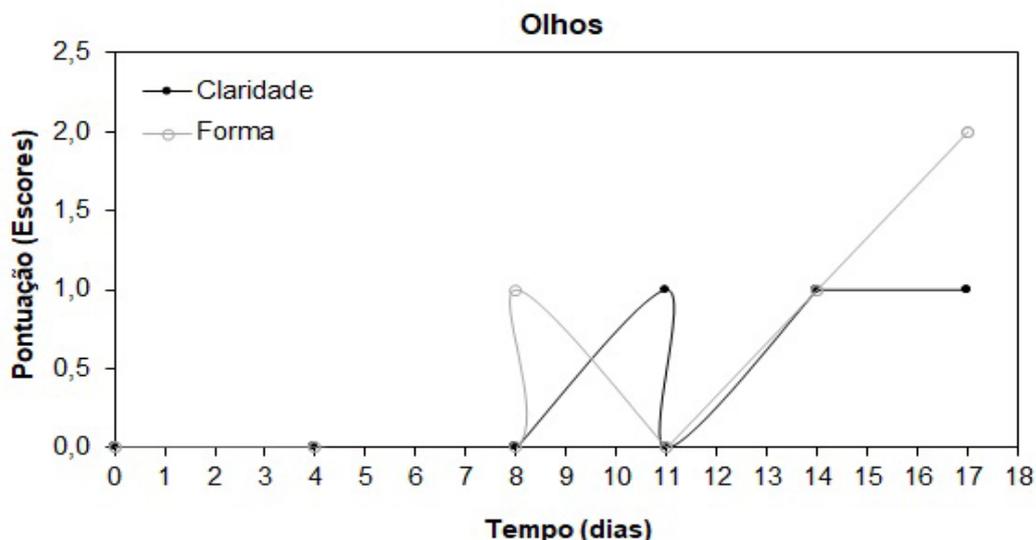


Figura 4.3 - Escores médios dos atributos de qualidade do Mapará (*Hypophthalmus* spp.) estocado em gelo em função dos dias de estocagem no experimento 2, olhos (clareza e forma).

Em relação ao atributo olhos, os parâmetros clareza e forma se comportaram sem alterações significativas até o 7º dia. Mudanças quanto ao formato dos olhos começaram a ser constatadas a partir do 8º dia tendendo para forma plana e ao 17º dia apresentando-se fundido (Figura 4.4). Enquanto a clareza teve seu valor máximo para opacidade alcançado no 11º dia. Um resultado semelhante foi verificado por ALBUQUERQUE *et al.* (2004) que, aplicando MIQ (Método de Índice de Qualidade) em peixes insensibilizados com gelo, observaram que aproximadamente a partir do sétimo dia de estocagem os olhos começaram a apresentar alterações (opacidade e forma).

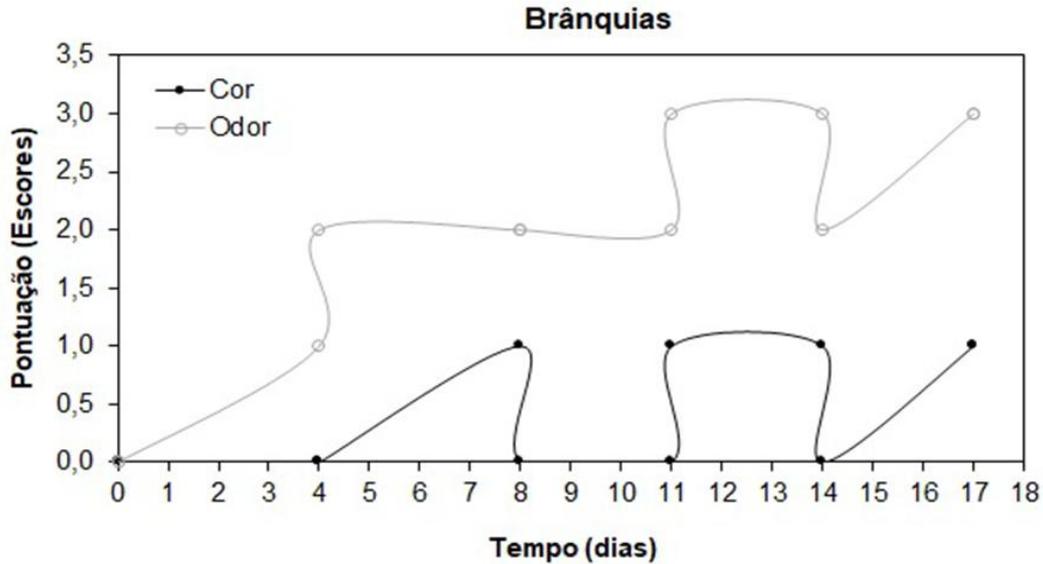


Figura 4.4 - Escores médios dos atributos de qualidade do Mapará (*Hypophthalmus* spp.) estocado em gelo em função dos dias de estocagem no experimento 2, brânquias (cor e odor).

Nas brânquias a cor não teve alteração significativa até o 4º dia, porém no 11º e 14º dia a coloração passou de vermelho característico para pálido/descolorido. O parâmetro odor apresentou sucinta alteração até o 4º dia ficando entre o odor fresco e neutro, do 5º ao 11º dia o odor já se apresentava doce/ligeiramente rançoso seguindo uma progressiva alteração até a classificação do odor como azedo. No experimento desenvolvido por NETTO (1984), também foi observado que o odor das brânquias não apresentou diferença significativa até o oitavo dia de estocagem em gelo.

Dessa forma, a conservação desses produtos requer um controle de qualidade e uma manutenção da cadeia de frio mais rigorosos. A correta utilização do gelo tem a função de manter o frescor do pescado, o qual deve permanecer sob temperaturas próximas de 0°C, e, a água utilizada na sua fabricação deve estar de acordo com os padrões de potabilidade preconizados na Portaria nº518/2004/MS (BRASIL, 2004), tais como, ausência de coliformes termotolerantes em 100mL e contagem de microrganismos heterotróficos mesófilos de até 500 UFC.mL-1.

4.2 - ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS

Com relação ao índice de pH, no experimento 1 (Figura 4.5) todas as repetições apresentaram valores de pH superior a 7 na carne estando fora do limite preconizado pelo

RIISPOA (BRASIL, 2017). Este Regulamento sugere um limite único de pH; inferior a 7; para variadas espécies, porém algumas espécies de peixe logo após o rigor-mortis já apresentam valores elevados de pH, podendo inclusive ser igual ou maior a 6,5 (RODRIGUES *et al.*, 2012). OGAWA e MAIA (1999) consideram que o valor de pH pode não ser um índice seguro para avaliar frescor ou início de deterioração.

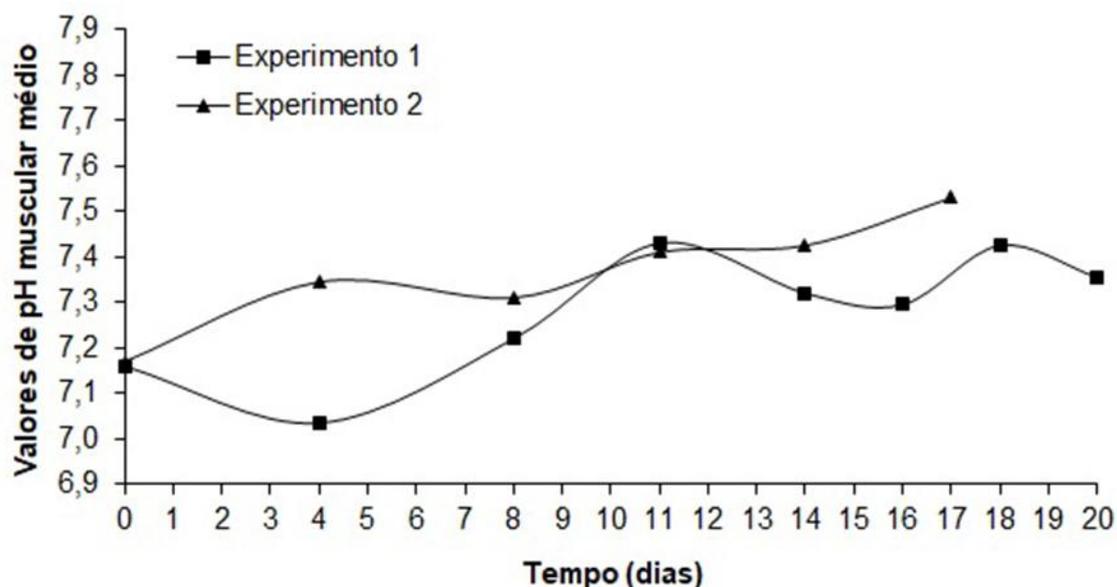


Figura 4.5 - Valores médios do pH muscular do mapará do gênero *Hypophthalmus* spp. do experimento 1 e 2 nos períodos de 16/04/018 a 16/05/2018 e 30/06/2018 a 17/07/2018 respectivamente.

No experimento 2, desde o tempo zero, o pH apresentou-se acima da neutralidade e continuou subindo no decorrer das repetições até atingir valor máximo de 7,4 no 17º dia. Os índices elevados do pH observados nos experimentos 1 e 2 podem ser explicados pelas reações bioquímicas post mortem no músculo do peixe. E quanto maior o pH, maior será o desenvolvimento e ação microbiana. Sendo o valor do pH afetado também pela espécie de peixe, tipo e carga microbiana, manuseio e armazenamento.

A mudança de pH em nosso estudo pode estar relacionada também aos índices de temperatura de estocagem, pois apesar de ter ocorrido um cronograma de controle do gelo a caixa isotérmica permaneceu em ambiente aberto simulando condições semelhantes as feiras livres.

O controle de temperatura durante as etapas de produção e distribuição dos alimentos ao consumo é um dos fatores mais importantes na garantia da qualidade dos produtos processados. É imprescindível conservar o pescado em temperaturas baixas,

reduzindo a proliferação de microrganismos e preservando as suas características organolépticas e nutricionais (AGNESE *et al.*, 2001; PIMENTEL e PANETTA, 2003).

Há poucos trabalhos presentes na literatura que realizam análises físico-químicas e microbiológicas de peixes de água doce, siluriformes e estocados em camadas de gelo. E dentre estes trabalhos os resultados de pH apresentados corroboram com os padrões exigidos e destoam aos resultados encontrados neste estudo.

De acordo com a Figura 4.6, na prova de Éber para H₂S realizada no experimento 1, obtivemos resultados positivos somente a partir do 18º dia e resultados positivos acentuados no 20º dia corroborando com a literatura que o gás sulfídrico é percebido geralmente nos estágios mais avançados da decomposição. A reação de H₂S é positiva quando há o aparecimento de uma mancha preta no papel filtro.

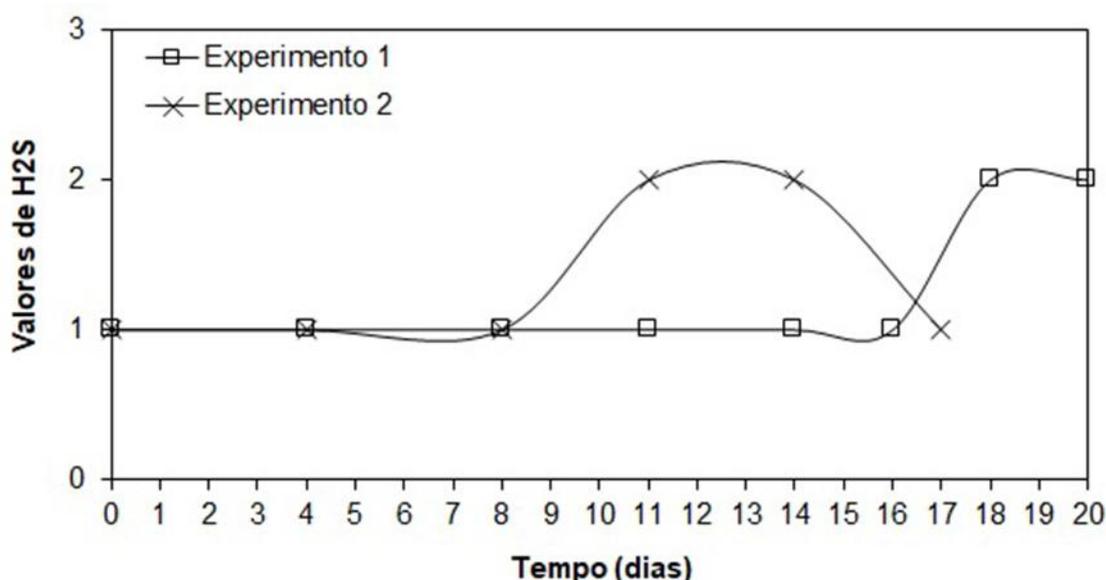


Figura 4.6 - Valores de H₂S do mapará do gênero *Hypophthalmus* spp. no experimento 1 e 2, nos períodos de 16/04/2018 a 16/05/2018 e 31/06/2018 a 17/07/2018 respectivamente. Sendo valor 1=resultado negativo e valor 2=resultado positivo.

No experimento 2, podemos observar que no 11º e 14º dia tivemos resultados positivos. Já no 17º dia, nota-se que o resultado é negativo. Ainda assim, observou-se uma boa correlação entre a reação de Éber para H₂S e os resultados da avaliação sensorial nas repetições do experimento 1 e 2. A reação foi positiva nos períodos próximos ao que o pescado foi considerado sem condições para consumo pela avaliação sensorial.

A presença de H₂S é resultante da decomposição dos aminoácidos sulfurados que normalmente são liberados nos estágios de decomposição mais avançados, por isso,

a presença de gás sulfídrico avalia substâncias que geralmente não existem no pescado, sendo resultantes dos processos químicos que ocorrem com o tempo de estocagem

O teste de Éber para amônia, no experimento 1 apresentou valor positivo a partir do 16º dia e no experimento 2 a partir do 14º dia, acompanhando a evolução de pontos da análise sensorial. A positividade da amostra pode estar relacionada com diversos fatores como a manipulação do alimento e armazenamento em temperatura inadequada e outros que possam favorecer o processo de degradação (Figura 4.7).

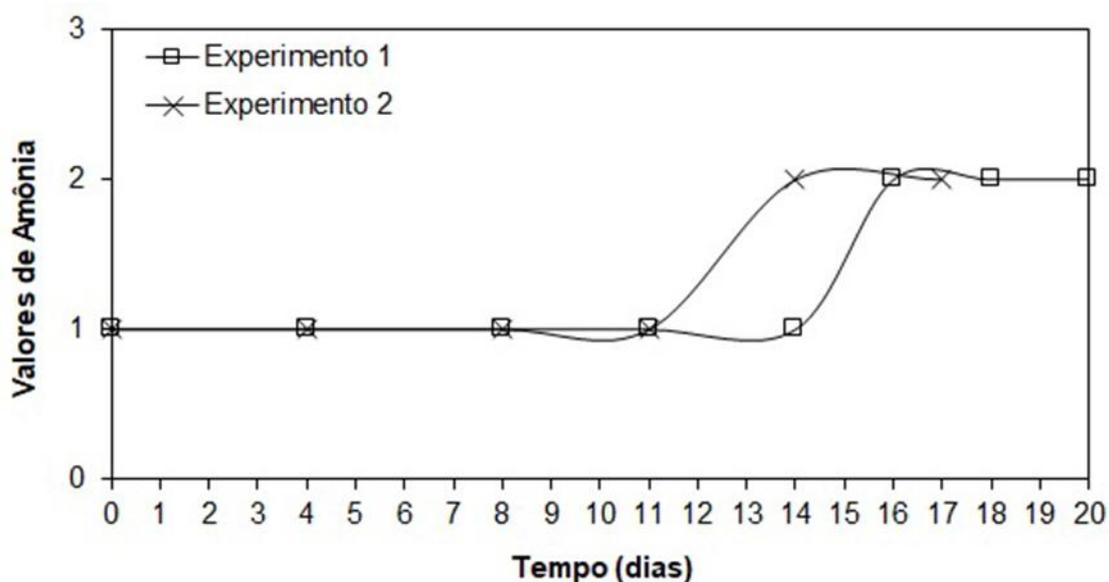


Figura 4.7 - Valores de amônia do músculo do mapará do gênero *Hypophthalmus* spp, nos experimentos 1 e 2 nos períodos de 16/04/2018 a 16/05/2018 e 31/06/2018 a 17/07/2018 respectivamente. Sendo valor 1= resultado negativo e valor 2=resultado positivo.

A presença de Gás Sulfídrico e Amônia em produtos protéicos, como o pescado, são características do processo de degradação. As reações de Éber para ambas as situações têm como característica ser um teste qualitativo, não podendo quantificar qual o estágio específico de decomposição. O teste de amônia no pescado é de natureza qualitativo, resultante da desaminação ocorrida tanto de aminoácidos quanto da degradação de nucleotídeos (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

4.3 - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Nos experimentos 1 e 2 observou-se contaminação por coliformes termotolerantes nas amostras de peixe. Estes números se encontravam elevados além do permitido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a medida que o tempo de conservação aumentava como mostra a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Valores de NMP/g para coliformes totais, termotolerantes encontrados no mapará (*Hypophthalmus spp.*) em Santarém (PA).

Dias	Coliformes totais (NMP/g)		Coliformes termotolerantes (NMP/g)	
	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 1	Experimento 2
0	11 NMP/ g	22 NMP/ g	< 1.8 NMP/ g	7.8 NMP/ g
4	17 NMP/ g	47 NMP/ g	4.5 NMP/ g	23 NMP/ g
8	350 NMP/ g	110 NMP/ g	7.8 NMP/ g	49 NMP/ g
11	1600 NMP/ g	> 1600 NMP/ g	7.8 NMP/ g	49 NMP/ g
14	1600 NMP/ g	> 1600 NMP/ g	22 NMP/ g	79 NMP/ g
16	> 1600 NMP/ g	> 1600 NMP/ g	27 NMP/ g	79NMP/ g
18	> 1600 NMP/ g	*	27 NMP/ g	*
20	> 1600 NMP/ g	*	79 NMP/ g	*
	Valor de Referência			

NMP/g = Número mais provável por grama

* amostra não processada

A contaminação do pescado por coliformes totais está relacionado com as condições higiênico-sanitárias e a contaminação de coliformes fecais é empregado como indicador de contaminação pós-sanitização ou pós-processo, indicando padrões de higiene e sanitários não obedecidos pela legislação (LIBRELATO e LOPES-SHIKIDA, 2005).

A microbiota do peixe capturado relaciona-se com as condições ambientais e em alguns casos também recebe influência da qualidade microbiológica da água. Desta forma, independentemente da origem do peixe, é comum encontrar no seu intestino

bactérias dos gêneros *Clostridium*, *Bacillus*, *Echerichia*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* e *Flavobacterium* (FRAIZER e WESTHOFF, 1993).

A Resolução nº 12 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2001) não estipula parâmetros para esse grupo bacteriano. No entanto, a presença de bactérias pertencentes ao grupo coliformes é considerada um indicativo de contaminação por dejetos orgânicos e evidencia possível contaminação por bactérias patogênicas. Quando observamos os resultados apresentados na Tabela 4.1 é notório que o armazenamento em camadas de gelo não é o mais recomendado para o mapará em longos períodos.

O resultado da análise sensorial, as análises físico-químicas e microbiológicas do pescado permitiram inferir que as características organolépticas destes não estão diretamente relacionadas com os demais parâmetros de qualidade, visto ter sido observado uma elevada carga microbiana e nível acentuado de degradação das proteínas e aminoácidos.

No presente estudo realizado com o mapará, os resultados indicaram que a bactéria *Pseudomonas* spp. tem suas contagens aumentadas com o tempo de conservação. No estudo realizado por BRITTO *et al.* (2007) com jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) comercializado em Manaus, foi verificado que a *Pseudomonas* spp. são importantes na deterioração. Nos peixes de regiões tropicais ocorre atraso na refrigeração, de modo que, nestas regiões o pescado que permanece na temperatura ambiente e sofre a deterioração em até 12 h (BRITTO *et al.*, 2007). Segundo o ICMSF (1978) a bactéria *Pseudomonas* são amplamente difundidas no solo, água, plantas e animais. A *Pseudomonas* spp. psicrotróficas são susceptíveis a alta temperatura ocorrendo por contaminação depois dos processos térmicos (FRANCO, LANDGRAF e DESTRO, 1996).

Os resultados encontrados nesta pesquisa quanto a contagem de *Pseudomonas* sp. em relação ao tempo de refrigeração do pescado se aproxima dos achados com filés congelados de tilápia (*Oreochromis niloticus*) SOARES *et al.* (2014). Os resultados mostraram que nos tempos iniciais não foi possível observar a presença dessa bactéria, e a partir do 3º dia de armazenamento houve incremento de UFC dando um salto para e 110 UFC/g. Neste estudo, os resultados mostraram que a *Pseudomonas* sp. foi evidenciada a partir do 8º dia de refrigeração. E coli foi detectada sua presença a partir do 4º dia de refrigeração do pescado com incremento em UFC à medida que o tempo de manutenção do pescado em gele aumentou (Figura 4.8).

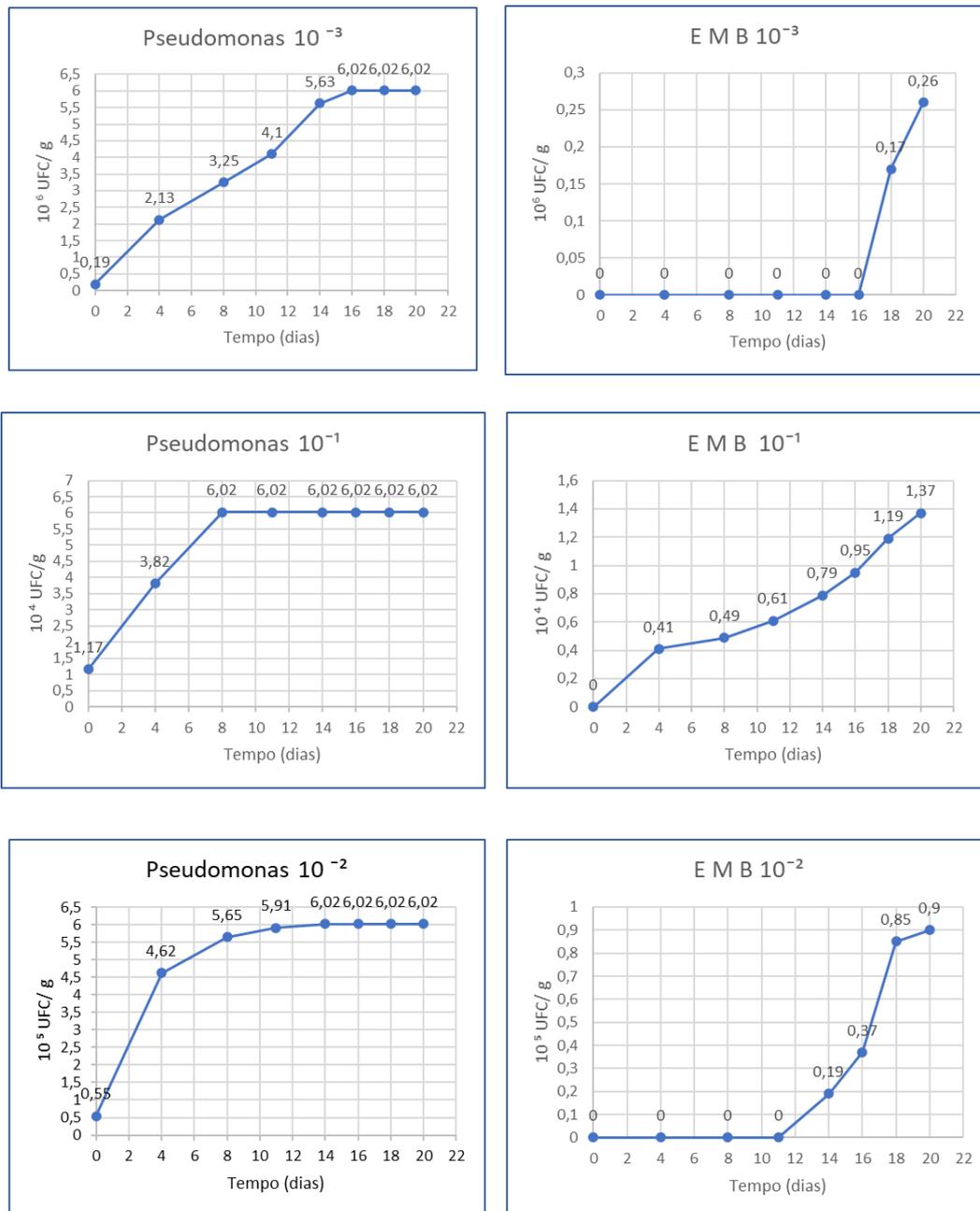


Figura 4.8 - Quantidade de *Pseudomonas* e EMB, ao longo dos dias para as diluições 10⁻³, 10⁻², 10⁻¹.

E. coli é uma bactéria em forma de bastonete, Gram-negativa, anaeróbia facultativa, móvel, pertencente à família das Enterobacteriaceae. É encontrada habitualmente no trato digestivo do homem e animais de sangue quente, sendo por isso utilizada preferencialmente como indicador de contaminação fecal da água e alimentos (FAO, 2020).

Os resultados das análises microbiológicas mostraram que a estocagem do mapará em camadas de gelo, não é a mais adequada devido aumento progressivo de UFC/g para

Pseudomonas spp. e *E. coli* onde a temperatura parece ser confortável para o desenvolvimento destes microrganismos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na análise sensorial, a partir da tabela de LARSEN *et al* (1992) demonstram que o ponto de rejeição do pescado no experimento 1, ocorreu dentro do prazo de 20 dias, apresentando 16 pontos e sendo enquadrado na classe D. No experimento 2, o pescado foi rejeitado com 17 dias, também com 16 pontos sendo classificado na categoria D.

Quanto à aparência geral (pele, mancha de sangue nos opérculos, dureza, ventre e odor) para o experimento 2, observa-se pequenas alterações entre o 1º e 8º dia. A partir do 11º dia tem-se um maior crescimento dos pontos de demérito. Mudanças quanto ao formato dos olhos começaram a ser constatadas a partir do 8º dia tendendo para forma plana. A claridade teve seu valor máximo para opacidade alcançado no 11º dia.

Nas brânquias a cor não teve alteração significativa até o 4º dia, porém no 11º e 14º dia a coloração passou de vermelho característico para pálido/descolorido. O parâmetro odor apresentou sucinta alteração até o 4º dia ficando entre o odor fresco e neutro, do 5º ao 11º dia o odor já se apresentava doce/ligeiramente rançoso seguindo uma progressiva alteração até a classificação do odor como azedo.

Com relação ao índice de pH, no experimento 1, todas as repetições apresentaram valores de pH superior a 7 na carne estando fora do limite preconizado pelo RIISPOA (BRASIL, 2017). No experimento 2, desde o tempo zero, o pH apresentou-se acima da neutralidade e continuou subindo no decorrer das repetições até atingir valor máximo de 7,4 no 17º dia.

Na prova de Éber para H₂S realizada no experimento 1, obtivemos resultados positivos somente a partir do 18º dia e resultados positivos acentuados no 20º dia. No experimento 2, podemos observar que no 11º e 14º dia tivemos resultados positivos. Já no 17º dia, nota-se que o resultado é negativo. Ainda assim, observou-se uma boa correlação entre a reação de Éber para H₂S e os resultados da avaliação sensorial nas repetições do experimento 1 e 2.

O teste de Éber para amônia, no experimento 1 apresentou valor positivo a partir do 16º dia e no experimento 2 a partir do 14º dia, acompanhando a evolução de pontos da análise sensorial.

Quanto a contagem de *Pseudomonas* sp, os resultados mostraram que nos tempos iniciais não foi possível observar a presença dessa bactéria, e a partir do 3º dia de armazenamento houve incremento de UFC dando um salto para e 110 UFC/g. A *Pseudomonas* sp. foi evidenciada a partir do 8º dia de refrigeração.

E. coli teve sua presença detectada a partir do 4º dia de refrigeração do pescado com incremento em UFC à medida que o tempo de manutenção do pescado em gelo aumentou. Os resultados das análises microbiológicas mostraram que a estocagem do mapará em camadas de gelo, não é a mais adequada devido aumento progressivo de UFC/g para *Pseudomonas* spp. e *E. coli* onde a temperatura parece ser confortável para o desenvolvimento destes microrganismos.

5.2 - SUGESTÕES

Podemos sugerir, com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, que o tempo de vida útil do mapará armazenado em gelo na cidade de Santarém tem tempo médio de 14 dias, sendo este o limite máximo, a partir do qual já se observa sinais de deterioração de sua carne. Para consolidação deste dado seriam necessárias mais pesquisas nesta área, de forma a aumentar esse espaço amostral e consolidação desta informação.

O armazenamento em gelo para *hypophthalmus* spp. mostrou-se ineficiente em longos períodos, provavelmente devido a falhas no momento da captura, com utilização de apetrecho inadequado, ocasionando ranhuras na pele do peixe pelas quais bactérias e patógenos poderiam entrar mais facilmente na carne do pescado; Falta de armazenamento adequado em gelo pós-captura, fora da temperatura e proporção de gelo adequada; Falhas nas boas práticas de manuseio, expondo o pescado a temperatura inadequada, ambiente sem condições de higiene adequada, utilização de utensílios sem prévia higienização. Assim, sugere-se monitoramento das condições de captura e armazenamento, bem como de boas práticas por parte dos órgãos públicos, além da conscientização, difusão da informação, através de ações e políticas públicas, acerca destas boas práticas e malefícios da presença de bactérias na carne do peixe e de como a fim de garantir um pescado de qualidade e seguro para consumo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNESE, A. P. *et al.* Contagem de bactérias heterotróficas aeróbicas mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica, RJ. **Hig. aliment**, v. 15, n. 88, pp. 67–70, 2001.

ALBUQUERQUE, W. F. DE; ZAPATA, J. F. F.; ALMEIDA, R. DOS S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. Número Especial, pp. 264 – 271, 2004.

ALCÂNTARA NETO, C. P. DE. **Ecologia da pesca dos maparás, *Hypophthalmus* spp. (Siluriformes, Hypophthalmidae), no lago Grande de Monte Alegre, Baixo Amazonas, Pará.** 1994. 158f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas, Belém, 1994.

ALMEIDA, O. *et al.* Importância econômica do setor pesqueiro na calha do rio Amazonas – Solimões. **Papers do NAEA**, v. 257, pp. 1-15, 2011.

AMBROSIO, A. M. *et al.* The fishery and fishery yield of *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829), (Siluriformes, *Hypophthalmidae*), in the Itaipu reservoir, Paraná state, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 13, n. 1, pp. 93–105, 2001.

ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; RUFFINO, M. L. Migratory fishes of the Brazilian Amazon. In: CAROLSFELD, J. *et al.* (Eds.). **Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status.** Chapter 2, Ottawa, Canada: World Fisheries Trust: The World Bank: International Development Research Centre, 2003. pp. 233-301.

BALDIN, J. C. **Avaliação da qualidade microbiológica do gelo utilizado na conservação de pescado.** 2011. 39f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, 2011.

BARTHEM, R. B. *et al.* Bases para a conservação e o manejo dos estoques pesqueiros da Amazônia. In: _____ (Eds.). **Museu Goeldi: 150 anos de ciência na Amazônia.** Belém: Editora MPEG, 2019. pp. 148-178.

BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. **Biologia e Diversidade dos Recursos Pesqueiros da Amazônia.** In: RUFFINO, M. L. (Ed.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira.* Cap. 1, Manaus: Ibama/ProVárzea, 2004. pp. 17-62.

BERTOLIN, T. E. *et al.* Efeito antioxidante da ficocianina em pescado salgado-seco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, pp. 751-757, ago. 2011.

BRASIL. 2017. DECRETO Nº9013 DE 29 DE MARÇO DE 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário oficial da União**, Brasília, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. 1997. PORTARIA Nº 185 DE 13 DE MAIO DE 1997. Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). **Diário oficial da União**, Brasília, 1997.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2001. RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 12, DE 02 DE JANEIRO DE 2001. Aprovar o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário oficial da União**, Brasília 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. PORTARIA Nº 52, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade de peixe salgado e peixe salgado seco. **Diário oficial da União**, Brasília, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE 518, DE 25/03/2004. Estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, a quem cabe o exercício do controle de qualidade da água e das autoridades sanitárias, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água” para consumo humano. **Diário oficial da União**, Brasília, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2006 Avaliação e Planejamento Integrados no Contexto do Plano Amazônia Sustentável: o setor soja na Área de Influência da Rodovia BR-163. **Relatório Final**. Brasília, DF: MMA.

BRITTO, E. N. *et al.* Deterioração bacteriológica do jaraqui *Semaprochilodus* spp. capturado no estado do Amazonas e conservado em gelo. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, pp. 457-464, 2007.

CASTRO, L. A., SOUSA, K, N. S. Desembarque pesqueiro no ano de 2015, na feira do pescado do município de Santarém, Pará. In: **Jornada Acadêmica V e Seminário de Iniciação Científica da UFOPA VI**, 2016. Santarém, Anais. Santarém, UFOPA, 2016.

CARVALHO, F. M. Alimentação do mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829) do

lago do Castanho, Amazonas (Siluriformes, Hypophthalmidae). **Acta Amazonica**, v. 10, n. 3, pp. 545-555, set. 1980.

CARVALHO, J. L et. al. Hábito alimentar do mapará, *Hypophthalmus perporosus* Cope, 1978 (Pisces, Hypophthalmidae). **Boletim da FCAP**, 10, pp. 17-35, 1978.

COCHRANE, K. L. La ordenación pesquera. In: COCHRANE, K. L. (Ed.). **Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación**. Roma: FAO, 2005, Cap. 1, pp. 1-18.

COHEN, D. M. How many recent fishes are there. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 38, n. 17, pp. 341-346, 1970.

CORRÊA, M. A. DE A. *et al.* A produção e a receita pesqueira como indicadores econômicos da pesca artesanal na Amazônia Central. **Revista Ciências da Sociedade**, v. 2, n. 4, pp. 13-31, 31 maio 2019.

COSTA, T. V. DA. **Identificação de novas espécies com potencial para a criação em cativeiro: pescado capturado no estado do Amazonas**. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

COSTA, T. V. DA; OSHIRO, L. M. Y.; SILVA, E. C. S. E. O potencial do mapará *Hypophthalmus* spp. (Osteichthyes, Siluriformes) como uma espécie alternativa para a piscicultura na Amazônia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 3, pp. 165 – 174, 2010.

CUTRIM, L.; BATISTA, V. DA S. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, pp. 85-92, 2005.

EVANGELISTA, J. DE. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Roma: FAO, 2020.

FENNEMA, O. R. Introduccion a la ciencia de los alimentos. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, KIRK L.; FENNEMA, O. R. (Eds.). **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2010, 3. ed. Cap. 1, pp. 1-17.

FERNANDES, E. S. **Qualipesc - sistema inteligente para auxílio na avaliação da qualidade de pescados**. 2000. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

FERNANDES, G. DO S. T. **Diversidade bacteriana e prospecção de substância bioativa da microbiota do muco superficial da pele do mapará (*Hypophthalmus* sp.)**. 2017. 113f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2017.

FERRARIS, C. J. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa*, v. 1418, n. 1, pp. 1-628, 8 mar. 2007.

FERREIRA, E. S. **Variabilidade genética, estrutura populacional e filogeografia do mapará (*Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840 - Pimelodidae, Siluriformes) no Estado do Pará, utilizando sequências de DNA mitocondrial**. 2012. 52f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Santarém, 2012.

FERREIRA, L. C. *et al.* Distribuição de larvas de Hipophthalmus (Pimelodidae, Siluriformes) e sua relação com os fatores ambientais no Baixo Amazonas, Pará. **Rev. Bras. Eng. Pesc**, v. 9, n. 2, pp. 86-106, 2016.

FERREIRA, M. W. *et al.* Pescados processados: maior vida-de-prateleira e maior valor agregado. **Boletim de extensão rural**, v. 1, pp. 17-29, 2002.

FRAIZER, W.C. WESTHOFF, D. **Microbiologia de los alimentos**. 4. ed. Zaragoza,: Acribia, 1993.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996.

GEISLER, R.; KNOPPEL, H. A.; SIOLI, H. The ecology of freshwater fishes in Amazonia present status and future tasks for research. **Animal Res. Develop., Inst. Scient. Coop.**, v. 1, pp. 101-119, 1975.

GILL, T. Autolytic changes. In: HUSS, H. H. (Ed.). **Quality and quality changes in fresh fish**. Chapter 2, Roma: Food and Agriculture Organization, 1995. pp. 39-51.

HUSS, H. H. **Garantia da qualidade dos produtos de pesca**. Roma: Food and Agriculture Organization, 1997.

HYLDIG, G. *et al.* 2011. Quality Index Method. In: Nollet, L.M.L.; Toldrá, F. (Ed.) **Sensory Analysis of Foods of Animal Origin**. Boca Raton: CRC. Cap. 15, pp. 268-284.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca 2006. Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília: Ibama, 2007a.

IBAMA. Portaria nº 48, de 05 de novembro de 2007. Estabelece normas de pesca para o período de proteção à reprodução natural dos peixes, na bacia hidrográfica do rio Amazonas, nos rios da Ilha do Marajó, e na bacia hidrográfica dos rios Araguari, Flexal, Cassiporé, Calçoene, Cunani e Uaçá no Estado do Amapá. Períodos de defeso por trecho da bacia hidrográfica do rio Amazônica, dos rios da Ilha do Marajó e outras bacias hidrográficas...**Diário Oficial da União**, Brasília: IBAMA. 2007b.

ICMSF: International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in foods: Their significance and methods of enumeration**. 2ª ed. Toronto: University of Toronto, 1978.

INHAMUNS, A. J.; FRANCO, M. R. B. composition of total, neutral, and phospholipids in mapara (*Hypophthalmus* sp.) from the brazilian Amazonian area. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 10, pp. 4859-4863, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 5. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ISAAC, V. J. E CERDEIRA, R. G. P. **Avaliação e monitoramento de impacto dos acordos de pesca**. Manaus: ProVárzea, 2004.

ISAAC, V. J.; ALMEIDA, M. C. **El consumo de peixes em la Amazônia Brasileña**. Roma: Food and Agriculture Organization, 2011.

LARSEN, P. *et al.* Development of a standard for quality assesment on fish consumption. In: HUSS, M.; LISTON, J. (Ed.). **Quality assurance in the fish industry**. Amsterdam: Elsevier, 1992. pp. 351-358.

LIBRELATO, F. R.; LOPES-SHIKIDA, S. A. R. Segurança Alimentar: um estudo multidisciplinar da qualidade do filé de tilápia comercializado no município de Toledo-

PR. **Informe Gepec**, v. 9, n. 2, pp. 27-50, 2005.

LOPEZ-FERNÁNDEZ, H.; WINEMILLER, K. A review of Venezuelan species of *Hypophthalmus* (Siluriformes: Pimelodidae). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v. 11, pp. 35-46, 2000.

LUDORFF, W. . M. V. **El pescado y los productos de la pesca**. Zaragoza,: Acribia, 1978.

LUNDBERG, J. G.; LITTMANN, M. W. Pimelodidae. In: **Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Editora PUCRS, 2003. pp. 432–44.

MARTINSDÓTTIR, E. Sensory evaluation in research of fish freshness. **Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action “Evaluation of Fish Freshness**. Nantes: Institut International du Froid, 1997.

MÉRONA, B. *et al.* **Os peixes e a pesca no baixo Rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí**. Brasília: Electrobras Eletronorte, 2010.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasil 2010. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura. IBAMA, 2012

MINOZZO, M. G. **Processamento e Conservação do Pescado**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2011.

NETTO, F. M. **Modificações químicas, bioquímicas e sensoriais do híbrido da tilápia estocada em gelo**. 1984. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

NEVES, E. M. P. X. *et al.* Avaliação higiênico-sanitária do pescado comercializado no mercado municipal de ABAETETUBA-PA. In: CASTRO, L. H. A.; MORETO, F. V. DE C.; PEREIRA, T. T. (Eds.). **Política, Planejamento e Gestão em Saúde**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. Cap. 6, pp. 44–57.

NUNES, E. S. C. L. *et al.* Avaliação da qualidade do camarão salgado seco (aviú) e da farinha de peixe (piracuí) comercializados em mercados varejistas da cidade de Belém, Pará. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 72, n. 2, pp. 147-154, 2013.

NUNES, M.L. *et al.* **Aplicação do Índice de Qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado.** Lisboa: IPIMAR, 2007.

OETTERER, M. **Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado: unidades modulares e polivalentes para implantação, com enfoque nos pontos críticos, higiênicos e nutricionais.** 1999. 196 f. Livre - Docência. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1999.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado congelado.** Guaíba: Agropecuária, 2002.

OETTERER, M. **Tecnologia do pescado: da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação de pescado em água doce.** Piracicaba: ESALQ, 1998.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca. Ciência e tecnologia do pescado.** São Paulo: Ed. Varela, 1999.

OLIVEIRA, M. R. . *et al.* Determinação de p e prova de Éber para amônia em peixes tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializados na CEASA de Timon – MA. **PUBVET**, v. 6, pp. 1472-1477, 2012.

ORDOÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed. 2010.

PEDROSA, N. F. N. C. *et al.* Análise dos principais fatores epidemiológicos relacionados ao suicídio em uma cidade no interior do Ceará. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 6, n. 4, p. 399, 9 out. 2018.

PIMENTEL, L. P. .; PANETTA, J. . Condições higiênicas do gelo utilizado na conservação de pescado comercializado em supermercados da grande São Paulo. Parte 1, resultados microbiológicos. **Hig. aliment**, v. 17, n. 106, pp. 56-57, 2003.

PRATA, L. F. **Higiene e Inspeção de Carnes, Pescado e Derivados.** São Paulo: UNESP, 1999.

PRESTES-CARNEIRO, G. *et al.* Subsistence fishery at Hatahara (750–1230 CE), a pre-Columbian central Amazonian village. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 8, pp. 454-462, ago. 2016.

PY-DANIEL, L. H. R.; FERNANDES, C. C. **Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia.** *Acta Amazonica*, v. 35, n. 1, pp. 97-110,

2005.

RIBEIRO, S. C. . *et al.* Análise sensorial de músculo de mapará com e sem tratamento osmótico. **Ciência Tecnologia Alimentar**, v. 30, n. 1, pp. 24-32, 2010.

RIBEIRO, S. C. A. *et al.* Otimização da desidratação osmótica de filés de mapará (*Hypophthalmus edentatus*) através da metodologia de superfície de resposta. **Ciência Tecnologia Alimentar**, v. 28, n. 2, pp. 485-492, 2008.

ROBB, D. H. F.; KESTIN, S. C. Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed. **Animal Welfare**, v. 11, n. 3, pp. 269-282, 2002.

RODRIGUES, B. L. *et al.* Qualidade físico-química do pescado utilizado na elaboração de sushis e sashimis de atum e salmão comercializados no município do Rio de Janeiro, Brasil. **Semina: Ciências Agrária**, v. 33, n. 5, pp. 1847-1854, 2012.

SANTOS, C. A. L. DOS. Tempo de guarda dos bagres de água doce conservados em gelo: alterações sensoriais e bacteriológicas. **Hig. aliment**, v. 25, pp. 82-88, 2011.

SILVA JUNIOR, A. C. S.; BARBOSA, F. H. F.; MONTEIRO, J. F. Aspectos Higienico-Sanitários na Comercialização no Mercado de Pescado Igarapé das Mulheres, Macapá-AP. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 4, pp. 15-19, 29 dez. 2016.

SILVA JÚNIOR, A. R. DA; RODRIGUES, S. C. M.; CARVALHO, A. C. Pesca predatória do mapará (*Hypophthalmus spp.*) no município de Limoeiro do Ajuru (PA) e educação ambiental como instrumento mediador de interesses e conflitos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 1, pp. 81-100, 2019.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A.; SOUZA, L. B. Qualidade microbiológica de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante armazenamento em gelo. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, pp. 2273-2278, 2014.

VEIGA FILHO, I. L.; MESQUITA, E. DE F. M. DE. Aminas biogênicas em pescado: ocorrência, relevância e detecção. **Semioses**, v. 12, n. 3, pp. 115-141, 28 set. 2018.