

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS
ALIMENTOS**

Sarah de Oliveira

**CONSERVAÇÃO A BORDO DE SARDINHA VERDADEIRA
(*Sardinella brasiliensis*) POR IMERSÃO EM SALMOURA
REFRIGERADA E ABSORÇÃO DE SÓDIO**

Florianópolis, 2015

SARAH DE OLIVEIRA

**CONSERVAÇÃO A BORDO DE SARDINHA VERDADEIRA
(*Sardinella brasiliensis*) POR IMERSÃO EM SALMOURA
REFRIGERADA E ABSORÇÃO DE SÓDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Roseane Fett

Florianópolis, 2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Oliveira, Sarah de

Conservação a bordo de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) por imersão em salmoura refrigerada e absorção de sódio / Sarah de Oliveira ; orientadora, Roseane Fett - Florianópolis, SC, 2015.
153 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos.

Inclui referências

1. Ciência dos Alimentos. 2. *Sardinella brasiliensis*. 3. Imersão. 4. Salmoura. 5. Sódio. I. Fett, Roseane. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. III. Título.

**CONSERVAÇÃO A BORDO DE SARDINHA VERDADEIRA
(*Sardinella brasiliensis*) POR IMERSÃO EM SALMOURA
REFRIGERADA E ABSORÇÃO DE SÓDIO**

Por Sarah de Oliveira

Prof.(a). Dr.(a). Roseane Fett
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof.(a). Dr.(a). Roseane Fett
Orientador (UFSC)

Prof.(a). Dr.(a). Lídia Cristina Almeida Picinin
(UDESC)

Prof. Dr. Felipe Nael Seixas
(IFSC)

Dr.(a). Claudia Berenice Balderas Arroyo
UFSC

AGRADECIMENTOS

Agradeço as energias vibrantes de quem sempre está torcendo para que a cada passo eu alcance mais maturidade e confiança para ter uma caminhada mais suave e feliz. Obrigada por cada momento de luz, por cada abraço fraterno.

À minha orientadora professora Roseane Fett por ter aceitado o desafio e acreditado no trabalho.

Ao querido secretário Sérgio, sempre disposto e prestativo.

À equipe do Laboratório de Química de Alimentos, meninas queridas, cada uma contribuiu da sua forma, sempre tão solícitas e animadas!

Agradeço especialmente à Roberta Garcia Barbosa e à Dra. Claudia Berenice Balderas Arroyo, que contribuíram de forma incansável com a elaboração deste trabalho, dedicando seu tempo e conhecimento.

Obrigada Luciano Gonzaga, desde o primeiro momento você esteve presente, acreditando e colaborando com cada etapa, se dedicou de forma íntegra, honesta e intensa! Minha gratidão e reconhecimento serão eternos!

Aos meus queridos amigos Victor Pires e Matheus Maciel parceiros desde o primeiro momento desta caminhada!

Meu agradecimento e reconhecimento sinceros à Empresa GDC Alimentos S.A parceira neste trabalho que disponibilizou recursos físicos e intelectuais, forneceu dados, investiu e acreditou na união da indústria com a Universidade, acreditou na produção acadêmica e na geração de conhecimento como meio de fornecer subsídios para todas as partes envolvidas e assim beneficiar a todos de igual e justa forma.

À Empresa JS Pescados, especialmente ao Sr. Jorge Seif proprietário da embarcação Mtanos Seif que abriu “as portas” para que pudéssemos realizar a pesquisa a bordo.

À tripulação da embarcação Mtanos Seif que mesmo exausta depois de dias no mar sempre esteve alegre e colaborativa. Agradeço especialmente

ao mestre Vavá, contra mestre Marcelo e ao “salmourador” Cocó que foram parceiros, gentis e dedicados à realização deste trabalho.

Ao mais que querido Leandro Poppi que não mediu esforços para contribuir das mais diversas formas!

À minha família, meus amores.

Às minhas mais companheiras, Carmelita, Dida, Lilica e Amnésia por fazer tudo mais divertido, mais cheio de paz!

Ao Gustavo Faria, meu anjo, que me motiva, me ensina e critica sempre com a mais sublime delicadeza, atenção e amor, contribuindo para um crescimento honesto e concreto! Obrigada por esta vida doce, colorida!

OLIVEIRA, S. Conservação a bordo de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) por imersão em salmoura refrigerada e absorção de sódio. 2015. 131p. Dissertação (Mestrado Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

RESUMO

O pescado considerado importante fonte de proteína e outros nutrientes destaca-se na geração de alimento e renda para milhões de pessoas, desempenhando um papel social e econômico fundamental. No Brasil a maior contribuição na produção de pescado está baseada na pesca extrativa marinha, onde o Estado de Santa Catarina é considerado o maior produtor nacional quando considerada a produção por unidades da Federação, sendo responsável por 22% da produção nacional. Embora a produção pesqueira catarinense seja realizada por uma frota bastante diversificada que emprega diferentes petrechos de pesca, a modalidade de cerco é a mais significativa em termos de tonelagem desembarcada, tendo como espécie alvo a sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), espécie de pequeno pelágico abundante em águas brasileiras. O sistema de conservação a bordo nesta modalidade de captura é baseado no resfriamento em gelo, porém nos últimos anos alguns barcos pesqueiros, vem aplicando a imersão em salmoura refrigerada como sistema de conservação a bordo, a qual consiste na coleta de água do mar adicionada de sal marinho e resfriada mecanicamente. Considerando a necessidade de padronização desta metodologia, que não se encontra regulamentada, e a consequente falta de padronização da matéria prima (*Sardinella brasiliensis*) “salmourada”, o presente estudo acompanhou a execução do método na embarcação Mtanos Seif com o objetivo de avaliar a eficiência do sistema aplicado na qualidade físico-química (sensorial, BVT, pH, histamina, umidade) da matéria prima e absorção de cátions (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}), com foco principal no sódio. Foram coletados a bordo dados referentes às variáveis (tempo total de estocagem, temperatura ao longo do tempo, massa de pescado capturado por lance, capacidade de carga em uso e disponível) como subsídios para avaliar a eficiência e viabilidade do sistema na manutenção na qualidade final da matéria prima destinada a elaboração de conserva. Os resultados obtidos no estudo permitiram concluir que o sistema de conservação é eficiente na manutenção da qualidade físico-química do pescado considerando que as amostras analisadas atendem aos padrões de qualidade exigidos pela legislação vigente. Quando avaliados os dados de absorção de sódio o método de conservação conferiu elevados teores à matéria prima, sendo fortemente

influenciado pelo tempo de imersão, evidenciando a necessidade de padronização e regulamentação do método considerando os riscos associados ao consumo de alimentos com altos teores de sódio.

Palavras-chave: *Sardinella brasiliensis*. Imersão. Salmoura. Cátions. Físico-química.

ABSTRACT

Seafood is considered an important source of protein and other nutrients and stands out as food source and income generator for millions of people, playing a fundamental social and economic role. In Brazil, the largest contribution to seafood production is based on marine extractive fishery, where the state of Santa Catarina is the largest domestic producer when considering the output per unit of the Federation, accounting for 22% of the national production. Although Santa Catarina fish production is carried out by a diversified fleet employing different fishing supplies, the siege mode is the most significant in terms of landed tonnage, targeting sardine (*Sardinella brasiliensis*), a small pelagic fish species abundant in Brazilian waters. On-board fish conservation system is based on cooling in ice, but in recent years fishing boats has been applying immersion in chilled brine as a storage system on board, which consists in mechanically cooled seawater added with sea salt. Considering the need for standardization of this methodology, which is not regulated, and the consequent lack of standardization of raw material "brined" (*Sardinella brasiliensis*), this study monitored the execution of the method in Mtanos Seif vessel in order to evaluate the system efficiency concerning physical and chemical quality (sensory, TVB, pH, histamine, moisture) of the raw material and absorption of cations (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}), with main focus on sodium. Off shore (on board) data were collected and variables (total storage time, over time temperature, fish mass captured by bid, load capacity in use and available) used as subsidies to assess the efficiency and viability of the system to maintain final fish quality intended for canned fish. The results obtained in the study showed that the preservative system is effective in maintaining the physical and chemical quality of the fish whereas the samples meet the quality standards required by law. Regarding sodium absorption this research data shows high levels of sodium in fish muscle which is strongly influenced by the immersion time, suggesting the need for standardization and regulation of the method considering the risks associated with consumption of foods with high levels of sodium.

Keywords: *Sardinella brasiliensis*. Immersion. Brine. Cations. Sodium. Physical and chemical.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).	28
Figura 2- Localização da área de captura da Sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).	30
Figura 3- Modalidade de pesca de cerco.	38
Figura 4 - Representação da distribuição das tinas na embarcação Mtanos Seif.	68
Figura 5 - Ilustração do esquema de preparo da salmoura.	70
Figura 6 - Esquema de coletadas amostras de sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).	71
Figura 7 - Representação da distribuição das tinas na embarcação Mtanos Seif.	88
Figura 8 - Ilustração do esquema de preparo da salmoura.	90
Figura 9 - Esquema de coletadas de amostras de sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).	92
Figura 10- Curva de temperatura – Viagem 3 – Tina 3.	98
Figura 11 - Curva de temperatura - Viagem 4 – Tina 4.	101
Figura 12 - Comparativo entre concentrações de sódio em conservas comerciais e amostras estudadas.	110
Figura 13- PCA 01- Análise multivariada de agrupamento.	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição química (% m/m) de algumas espécies de pescado.....	46
Tabela 2 - Composição centesimal e minerais de sardinha verdadeira (Sardinella brasiliensis).....	47
Tabela 3 – Composição mineral em pescado.	51
Tabela 4 - Características sensoriais do peixe fresco.	55
Tabela 5 - Tabela de cotação de frescor para peixes azuis.	57
Tabela 6 - Critérios para determinação do frescor do peixe.	73
Tabela 7 - Avaliação do frescor de sardinha verdadeira.....	74
Tabela 8 - Determinação da categoria de frescor.	74
Tabela 9 - Volumes (em μL) de solução estoque de histamina e volumes da solução de padrão interno (metil-imidazol) para construção da curva de calibração.....	76
Tabela 10 - Valores obtidos para categoria de frescor de amostras de Sardinella brasiliensis tempo total de estocagem sob imersão em salmoura refrigerada.....	77
Tabela 11 - Valores de Bases Voláteis Totais das amostras de Sardinella brasiliensis conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.	79
Tabela 12 - Valores de pH das amostras de Sardinella brasiliensis conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.	80
Tabela 13 - Valores de umidade das amostras de Sardinella brasiliensis conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.	81
Tabela 14 - Variáveis apresentadas durante o armazenamento dos lances nas tinas.	96
Tabela 15 - Variáveis que influenciam a oscilação de temperatura durante a estocagem dos lances nas tinas de armazenamento.	99
Tabela 16 - Média das temperaturas durante a estocagem dos lances de captura em cada tina referente a cada viagem.	103
Tabela 17 – Tempo necessário até temperatura igual a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e tempo necessário para abaixamento da temperatura de $-0,5$ a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$	105
Tabela 18 - Velocidade de abaixamento da temperatura a 0, 3 e $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$	106
Tabela 19 - Concentração de sódio nas amostras de Sardinella brasiliensis coletadas no estudo.....	108
Tabela 20 - Variáveis que podem influenciar a absorção de sódio durante o armazenamento de sardinha verdadeira em salmoura refrigerada....	111

Tabela 21 - Auto valores e percentual de variância explicada de cada componente – PCA 01.	113
Tabela 22 - Fator coordenador das variáveis, com base em correlações com variáveis ativas e complementares * variável suplementar.	113
Tabela 23 - Taxas de absorção de sódio com base na simulação industrial.	115
Tabela 24 - Concentrações de Potássio nas amostras de <i>Sardinella brasiliensis</i> conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.	116
Tabela 25 - Concentrações de cálcio nas amostras de <i>Sardinella brasiliensis</i> conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.	117
Tabela 26 - Concentrações de magnésio nas amostras de <i>Sardinella brasiliensis</i> conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.	118
Tabela 27 - Composição do sal utilizado para preparo da salmoura – viagem 2.	118
Tabela 28 - Composição do Sal utilizado para preparo da salmoura – Viagem 3.	119
Tabela 29 - Composição do Sal utilizado para preparo da salmoura – Viagem 4.	119
Tabela 30 - Dados totais de desembarque de sardinha verdadeira nos anos de 2011, 2012 e 2013 na empresa GDC Alimentos S.A.	120
Tabela 31 - Volumes médios de captura por viagem para os diferentes sistemas de conservação a bordo.	121

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- ANVISA** – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATP - Trifosfato de adenosina
ADP – Adenosina Monofosfato
BVT - Bases Voláteis Totais
°Bé – Graus Baumé
CaCl₂ - Cloreto de cálcio
CEE – Conselho Econômico Europeu
CSW – *Refrigerated Sea Water*
CTTMar– Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar
FAO - *Food Agriculture Organization*
FDA – *Food and Drugs Administration*
IN – Instrução Normativa
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NaCl - Cloreto de sódio
OTMA - Óxido de trimetilamina
pH – Potencial hidrogeniônico
QIM - *Quality Index Method*
RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RSW - *Chilled Sea Water*
RTIQ – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
SEAP – Secretária Especial da Aquicultura e Pesca
SUDEPE - Superintendência de Desenvolvimento da Pesca
TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
WHO – “World Health Organization”
UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	25
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
1.1. SARDINHA VERDADEIRA (<i>Sardinella brasiliensis</i>)	28
1.1.1. Histórico da produção de sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>)	29
1.2. PRODUÇÃO E CONSUMO MUNDIAL	31
1.2.1. Frota pesqueira mundial	33
1.2.2. O pescado na economia mundial.....	33
1.2.3. Produção brasileira de pescado	34
1.2.4. A produção catarinense de pescado.....	36
1.3. SISTEMAS DE CONSERVAÇÃO APLICADOS A BORDO..	38
1.3.1. Resfriamento em gelo	39
1.3.2. <i>Superchilling</i>	39
1.3.3. <i>Slurry ice</i>	41
1.3.4. <i>Refrigerated and Chilled Sea Water (RSW, CSW)</i> .	42
1.3.5. <i>Immersion Chilling and Freezing (ICF)</i>	43
1.3.6. Metodologias utilizadas no Brasil para conservação a bordo das embarcações que capturam sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>) como espécie alvo	45
1.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO PESCADO	45
1.4.1. Água	47
1.4.2. Proteínas e aminoácidos	47
1.4.3. Componentes nitrogenados não proteicos	48
1.4.4. Lipídios	49
1.4.5. Minerais e vitaminas.....	50
1.5. FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE	51
1.5.1. Estrutura muscular.....	51
1.5.2. Metabolismo energético muscular x alterações bioquímicas.....	52
1.5.3. “Rigor mortis”	53
1.6. AVALIAÇÕES DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE	54
1.6.1. Análise Sensorial	54
1.6.2. Análises físico-químicas aplicadas	57
1.7. COMERCIALIZAÇÃO DA SARDINHA VERDADEIRA.....	59
1.7.1. Sardinha <i>in natura</i>	59
1.7.2. Sardinha salgada	60
1.7.3. Conserva de sardinha	60

1.8.A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE CONSERVAÇÃO A BORDO E A CONSEQUENTE ABSORÇÃO DE SÓDIO.....	61
CAPÍTULO 2 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA SARDINHA VERDADEIRA (<i>Sardinella brasiliensis</i>) CONSERVADA A BORDO DE EMBARCAÇÃO PESQUEIRA PELO SISTEMA DE IMERSÃO EM SALMOURA REFRIGERADA	63
RESUMO	64
1. INTRODUÇÃO.....	65
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	66
2.1. Material	66
2.1.1. Reagentes e soluções	66
2.1.2. Estrutura da embarcação pesqueira utilizada no estudo	67
2.1.3. Sistemática de preparo da salmoura para refrigeração	69
2.1.4. Coleta de dados referentes à dinâmica de captura e à conservação do pescado.....	70
2.1.5. Coleta das amostras	71
2.1.6. Amostragem para avaliação da qualidade sensorial do pescado	72
2.2. Métodos	73
2.2.1. Avaliação sensorial do pescado.....	73
2.2.2. Bases voláteis totais.....	75
2.2.3. pH	75
2.2.4. Histamina.....	75
2.2.5. Umidade e substâncias voláteis.....	76
3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	77
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4.1. Análise sensorial.....	77
4.2. Avaliação dos parâmetros de qualidade BVT, pH, histamina, umidade das amostras de <i>Sardinella brasiliensis</i> conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada	78
4.2.1. Bases voláteis totais (BVT).....	78
4.2.2. Potencial hidrogeniônico (pH)	79
4.2.3. Umidade.....	80
4.2.4. Histamina.....	81
4. Conclusão.....	82
CAPÍTULO 3 - OSCILAÇÕES DE TEMPERATURA DO SISTEMA DE CONSERVAÇÃO DE SARDINHA VERDADEIRA (<i>Sardinella brasiliensis</i>) A BORDO POR IMERSÃO EM SALMOURA REFRIGERADA E VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NA ABSORÇÃO DE SÓDIO	83

RESUMO	84
1. INTRODUÇÃO	85
2. MATERIAL E MÉTODOS	87
2.1. Material	87
2.1.1. Reagentes e soluções	87
2.1.2. Estrutura da embarcação pesqueira utilizada no estudo	87
2.1.3. Sistemática de preparo da salmoura para refrigeração	89
2.1.4. Coleta de dados referentes à dinâmica de captura e à conservação do pescado	90
2.1.6. Planejamento da coleta das amostras no momento do desembarque	91
2.1.7. Coleta das amostras para determinação de cátions	92
2.2. Métodos	93
2.2.1. Abertura das amostras para determinação de cátions	93
3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	94
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
4.1. DINÂMICA DAS OSCILAÇÕES DE TEMPERATURA DOS SISTEMAS DE CONSERVAÇÃO POR IMERSÃO EM SALMOURA REFRIGERADA DURANTE AS VIAGENS DE CAPTURA	94
4.1.1. Duração das viagens, volume de captura e médias das temperaturas durante o período de estocagem dos lances	95
4.1.2. Oscilações de temperatura nas tinas com a adição das massas capturadas	97
4.1.3. Temperatura dos diferentes sistemas considerando definição da natureza da matéria prima	102
4.1.4. Velocidade de abaixamento da temperatura.	104
4.2. A INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO POR IMERSÃO EM SALMOURA REFRIGERADA E A COMPOSIÇÃO MINERAL DO PESCADO	107
4.2.1. Teores de sódio	107
4.2.2. Avaliação da absorção de sódio com as diferentes variáveis (massa total, tempo e temperatura)	110
4.2.3. Taxas de absorção obtidas em simulação piloto em planta industrial	115
4.2.4. Outros minerais avaliados	116
4.3. VANTAGENS DO SISTEMA DE CONSERVAÇÃO POR IMERSÃO EM SALMOURA REFRIGERADA COM RELAÇÃO À CONSERVAÇÃO POR RESFRIAMENTO COM GELO	119
5. Conclusão	121

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	123
REFERÊNCIAS.....	125
ANEXOS.....	139

INTRODUÇÃO

A importância do pescado como fonte de alimento é facilmente destacada quando são observados os dados referentes ao consumo global de proteína animal. O peixe representou 16,6% de toda a proteína animal consumida no ano de 2009, e, em 2010, 20% da ingestão de proteína animal consumida por cerca de 3 bilhões de pessoas em todo o mundo se deu a partir do consumo de peixe (BURGER et al., 2014; FAO, 2014).

Além da importância como fonte de alimento o setor pesqueiro é fonte de sustento e renda para milhões de pessoas uma vez que, de acordo com a FAO (2014), no panorama mundial o setor da pesca cresceu entre os anos de 2005 e 2010, 2,1% por ano, superando o crescimento de emprego na agricultura tradicional (0,5%) e o crescimento populacional (1,2%).

No Brasil a principal fonte de produção de pescado está ligada à pesca extrativa marinha, a qual participa com, aproximadamente, 38,7% do total da produção brasileira de pescado (BRASIL, 2013). Neste cenário o estado de Santa Catarina é o estado com maior participação oriunda da modalidade extrativa marinha, sendo que no ano de 2011 foi responsável por 22% da produção nacional. Com este resultado a região sul foi classificada com a segunda posição no ranking nacional, apresentando uma produção inferior apenas quando comparada à produção da região Nordeste, quando considerada a produção por regiões do país (BRASIL, 2013).

Dentre o total de 157.223 toneladas de pescado desembarcadas no estado de Santa Catarina no ano de 2012 os recursos pelágicos foram os mais expressivos, representando 58% do total. Embora a produção pesqueira catarinense seja realizada por diferentes frotas e com o emprego de diversos petrechos de pesca, é a pesca de cerco a mais significativa em termos de tonelagem desembarcada, tendo como espécie alvo a sardinha-verdadeira, e esta modalidade de pesca industrial é a mais expressiva na região Sul e Sudeste (CERGOLE; DIAS NETO, 2011; ANDRADE, 1998; UNIVALI/CTTMar, 2013).

A sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) pertence à subordem *Clupeoidei* (Clupeoides) e a Família *Clupeidae* (Clupeídeos) e, junto a outros gêneros da mesma família (*Sardina* na Europa, do gênero *Sardinops* nos oceanos Pacífico e Índico, e do gênero *Sardinella* nos mares tropicais e subtropicais) são consideradas as representantes mais importantes para a pesca. Caracterizada como uma espécie de peixe pelágico a sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) apresenta ciclos de vida curtos, crescimento e maturação rápidos, uma alimentação

geralmente planctófaga, grande mobilidade e hábitos sociais gregários, sendo que a *Sardinella brasiliensis* é uma espécie abundante em águas brasileiras e constitui um importante recurso pesqueiro no país (DIAS et al., 2014; MORAES, 2012; CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

A modalidade de pesca de cerco é realizada na região sudeste-sul do Brasil por embarcações que utilizam o sistema tradicional de conservação a bordo por meio do resfriamento com a utilização de gelo e, nos últimos anos, algumas embarcações permissionadas a capturar como espécie alvo a sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) vem fazendo uso de salmoura refrigerada como meio de imersão para conservação do peixe nos porões dos barcos.

Embora o sistema de conservação de sardinha verdadeira por imersão em salmoura refrigerada seja largamente utilizado nas embarcações de cerco da região sul e sudeste do país, não há regulamentação técnica para o método utilizado como também não existem padrões de qualidade e composição da matéria prima oriunda desses barcos pesqueiros que, na maior parte das vezes, é destinada à produção de conserva.

Considerando a necessidade de padronização desta metodologia, a qual não se encontra regulamentada, e a consequente falta de padronização da matéria prima (*Sardinella brasiliensis*) “salmourada”, o presente estudo acompanhou a execução do método na embarcação Mtanos Seif, com o objetivo de avaliar a eficiência do sistema aplicado na qualidade físico-química (sensorial, BVT, pH, histamina, umidade) da matéria prima e absorção de cátions (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}), com foco principal no sódio considerado como um importante composto, uma vez que, de acordo com as organizações de saúde, está fortemente relacionado a problemas de saúde pública, sendo um dos principais agentes causadores de doenças crônicas não transmissíveis. Além da influência no processamento industrial que atualmente é realizado com base na sardinha verdadeira proveniente de embarcações que utilizam gelo como meio de conservação.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)

A espécie identificada como sardinha verdadeira (Figura 1) é cientificamente denominada com a nomenclatura de *Sardinella brasiliensis*, que é qualificada como *nomen protectum* (nome protegido) de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, e a nomenclatura *Sardinella janeiro*, utilizada em algumas publicações, permanece como sinônimo. Sistemáticamente a *Sardinella brasiliensis* pertence a Subordem Clupeoidei (Clupeoides) onde encontram-se duas importantes famílias: *Clupeidae* e *Engraulidae*. A família *Clupeidae* (Clupeídeos) inclui os representantes mais importantes para a pesca, como espécies do gênero *Sardina* na Europa, do gênero *Sardinops* nos oceanos Pacífico e Índico, e do gênero *Sardinella* nos mares tropicais e subtropicais. Esses três gêneros são muito parecidos e, portanto, as espécies são consideradas, genericamente, como sardinhas (CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

Figura 1- Sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).



Fonte: Fishbase (Carvalho, A. F, 2002).

A sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) é uma pequena espécie de peixe pelágico com hábitos costeiros, sendo a espécie mais abundante em águas brasileiras e constitui um importante recurso pesqueiro no país (DIAS et al., 2014). Espécies pertencentes ao grupo de pequenos pelágicos são caracterizadas por ciclos de vida curtos, crescimento e maturação rápidos, e uma alimentação geralmente planctófaga, notadamente concentrada nos primeiros níveis da cadeia

trófica. Pequenos pelágicos são notoriamente caracterizados por grande mobilidade, e por hábitos sociais gregários. O deslocamento de grandes quantidades de indivíduos, aparentemente coordenado, leva à formação de agregados móveis, com dimensões variadas, conhecidos como cardumes (MORAES, 2012).

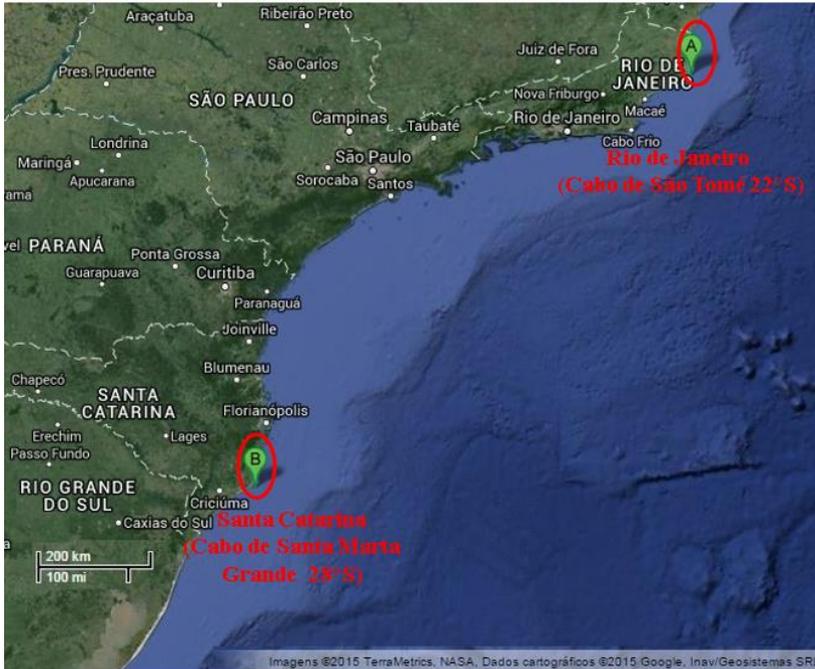
Pequenos peixes pelágicos apresentam corpo com formato aerodinâmico (fusiforme e lateralmente comprimido) e nadadeira caudal bifurcada. Essas características os tornam bons e rápidos nadadores, apesar de seu pequeno tamanho. Outra característica fenotípica de peixes pelágicos é sua coloração discreta, variando de cinza escuro a prata. O corpo da maioria das espécies desse grupo de peixes é frágil, composta de tecido mole e uma pele fina. A proteção física é fornecida por pequenas escamas que cobrem quase todo o corpo na maioria das espécies, e pelo muco produzido por sua pele (FREÓN et al., 2005).

A sardinha verdadeira ocorre na costa brasileira na área compreendida entre os estados do Rio de Janeiro (Cabo de São Tomé – 22°S) e Santa Catarina (Cabo de Santa Marta Grande – 28°S), região denominada Plataforma Continental Sudeste ou Golfo do Sudeste Brasileiro (*Southeastern Brazilian Bight*), a captura ocorre predominantemente em profundidades entre 30 a 100 m (CERGOLE; DIAS NETO, 2011). A área de distribuição da *Sardinella brasiliensis* está apresentada na Figura 2.

1.1.1. Histórico da produção de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)

A partir da avaliação de dados dos desembarques de sardinha entre os anos de 1964 e 2009, observa-se um pico de produção no ano de 1973, com 228.000 toneladas. Dois momentos marcaram a subsequente fase de declínio nas quantidades desembarcadas, o primeiro momento se deu entre 1977 e 1980, com recuperação da produção atingindo volume de 140.000 toneladas desembarcadas; e o segundo momento ocorreu entre os anos de 1983 e 1986 quando a quantidade desembarcada alcançou valores na faixa de 125.000 toneladas. De 1987 a 1990 houve novamente declínio nos volumes de produção, sendo descarregado no último ano cerca de 32.000 toneladas. Em 1988 a atividade pesqueira das regiões Sudeste/Sul relacionada à pesca sardinha verdadeira já apresentava sinais de colapso, levando ao comprometimento da atividade sardineira nos anos seguintes (CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

Figura 2- Localização da área de captura da Sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).



Fonte: Google Earth, 2015 (CERGOLE; DIAS-NETO, 2011).

Entre os anos de 1991 e 1994 foram constatadas melhorias nos níveis de recrutamento e foi realizada a implementação de regulamentações por parte do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) para a captura, medidas que são consideradas como marcos importantes para a recomposição dos valores de captura na metade da década de 1990. Porém com a melhoria dos volumes de captura e com pressões e desgastes políticos sofridos pelo IBAMA, foi extinto o defeso de recrutamento ao longo da segunda metade da década de 1990 e elevada a tolerância para indivíduos menores do que o tamanho mínimo de 5 para 10%, o que contribuiu para a manutenção da crise no setor da pesca da sardinha (CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

Após o desembarque de mais de 117 mil toneladas em 1997, ano em que as estimativas de biomassa do estoque desovante, apontaram valores abaixo do patamar, considerado crítico para a manutenção de níveis seguros de recrutamento, evidenciou-se um colapso em proporções

ainda maiores do que o registrado em 1990, com apenas 17 mil toneladas desembarcadas em 2000 (CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

Os anos de 2000 são considerados como uma terceira fase, onde após ter sido atingida a menor produção do século XXI, inicia-se uma leve e continuada recuperação da produção, atingindo 83.920 toneladas em 2009 (CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

Entretanto, os dados parciais da produção mensal de 2010 apontam para uma queda da produção desembarcada nos três estados com indicativo de desembarque total da ordem de 58.000 toneladas, o que pode significar uma diminuição na produção da ordem de 30%, quando comparada com a obtida em 2009 (CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

A partir das publicações das Portarias n° 15 (21/05/2009) e n° 16 (22/05/2009) pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) ficam estabelecidas medidas para controle da exploração da *Sardinella brasiliensis*. Dentre os itens estabelecidos de maior impacto estão: a definição dos períodos de defeso para a pesca da sardinha (defeso de desova: 01/11 a 15/02 e defeso de recrutamento: 15/06 a 31/07), a determinação do tamanho mínimo de captura e o percentual legal para peças inferiores a determinação do tamanho mínimo (máximo de até 10% do total da carga com tamanho inferior a 170 mm) (BRASIL, 2009a; BRASIL, 2009b).

O tamanho mínimo para captura, de acordo com o Plano de Gestão de Uso Sustentável da sardinha verdadeira no Brasil (CERGOLE; DIAS NETO, 2011) está baseado no comprimento médio em que 50% da população está madura e capaz de reproduzir.

1.2. PRODUÇÃO E CONSUMO MUNDIAL

O peixe como alimento fornece proteína e uma grande variedade de outros nutrientes, particularmente ácidos graxos essenciais, minerais e vitaminas. Comer peixe é parte da tradição cultural em diversos países do mundo e, em muitas populações, os alimentos provenientes do setor pesqueiro representam a maior fonte de alimento e nutrientes essenciais, com destaque para membros pobres da comunidade global e comunidades costeiras, onde o pescado é fonte proteica prontamente disponível à colheita (BURGER et al, 2014; FAO, 2014).

Em 2009 o peixe representou 16,6% da contribuição de proteína animal em todo o mundo e 6,5% de toda proteína consumida (FAO, 2012), já em 2010 a representação do peixe na ingestão de proteína animal alcançou 16,7%. Globalmente o pescado fornece para quase 3 bilhões de

peças aproximadamente 20% da ingestão de proteína animal e para 4,3 bilhões de pessoas 15% desse tipo de proteína (FAO, 2014).

Dados da FAO (2012) demonstram que em 2010 a pesca e aquicultura forneceram ao mundo cerca de 148 milhões de toneladas de pescado (dos quais 128 milhões foram destinados ao consumo humano),

A China se mantém como a maior consumidora mundial de pescado, sendo que em 2010 o consumo per capita desse país foi de 35,1 Kg (aumento anual de 6% no período de 1990-2010) e no resto do mundo o consumo per capita não ultrapassou 15,4 Kg (11,4Kg nos anos de 1960 e 13,5Kg nos anos de 1990). Os dados preliminares indicam que o consumo mundial de pescado também aumentou, alcançando 19,2 Kg em 2012. (FAO, 2014).

A Organização Mundial das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2012) afirma que, embora o consumo per capita de produtos da pesca tenha aumentado em regiões em desenvolvimento (de 5,2 Kg em 1961 para 17 Kg em 2009), é ainda considerado muito abaixo das regiões mais desenvolvidas.

Das 126 milhões de toneladas de pescado disponíveis para o consumo humano em 2009 a África foi região de mais baixo consumo (9,1 milhões de toneladas – 9,1 Kg per capita), enquanto que a Ásia representou 2/3 do consumo total com 85,4 milhões de toneladas (20,7 Kg per capita). Os valores per capita correspondentes para Oceania, América do Norte, Europa, e América Latina e o Caribe foram 24,6 Kg, 24,1 Kg, 22,0 Kg e 9,9 Kg respectivamente (FAO, 2012).

Milhões de pessoas ao redor do mundo encontram sustento e renda no setor pesqueiro, sendo que no ano de 2010, do total de 1,3 bilhões de pessoas que faziam parte da parcela economicamente ativa no setor agrícola mundial, 4,2% (54,8 milhões) estavam engajadas ao setor primário de pesca e aquicultura. Nesse mesmo ano a Ásia contava com mais de 87% dos trabalhadores ligados à pesca e aquicultura, seguida da África (mais de 7%), América Latina e Caribe (3,6%) (FAO, 2012; FAO, 2014).

Informações da FAO (2012) descrevem que a taxa de crescimento de empregos no setor da pesca entre os anos de 2005 e 2010 foi de 2,1% por ano, superando o crescimento de emprego na agricultura tradicional (0,5%) e o crescimento populacional (1,2%).

No ano de 2012 de acordo com FAO (2014), os dados demonstram que o número de pessoas ligadas ao setor primário da pesca e aquicultura subiu para 58,3 milhões, sendo que 37% se dedicavam à atividade em tempo integral, 84% encontram-se na Ásia e mais de 10% na África,

sendo que no total aproximadamente 12% da população mundial obteve sustento por meio da pesca e aquicultura.

1.2.1. Frota pesqueira mundial

Segundo FAO (2014) no ano de 2012, o número estimado para os barcos de pesca era de aproximadamente 4,72 milhões, sendo que a frota asiática corresponde a 68% da frota global seguida da frota da África (16%), América Latina e Caribe (8%), América do Norte (2,5%) e Europa (2,3%).

O mesmo autor (FAO, 2014) relata que 3,2 milhões de navios (68% da frota global) desenvolvem suas operações em águas marinhas e o restante, 1,5 milhões, operam em águas continentais.

Globalmente 57% embarcações pesqueiras foram motorizadas em 2012, mas a taxa de motorização foi muito maior (70%) em navios que operam nas águas marinhas do que barcos de frotas que operam em águas continentais (31%). A frota marinha apresenta variações regionais, sendo que 64% das embarcações não motorizados encontram-se na África (FAO, 2014).

O que se observa é que, embora muitos países tenham diminuído o número total de embarcações pesqueiras, tem-se realizado melhorias tecnológicas dessas frotas principalmente no que diz respeito a capacidade de armazenamento, conservação do pescado a bordo e motorização. Um exemplo disso é a China que, embora tenha reduzido o número de embarcações pesqueiras, teve um aumento do poder total da frota entre os anos de 2010 e 2012 e o Japão o qual apresentou um aumento líquido entre 2011 e 2012 com a incorporação de novas e mais poderosas unidades pesqueiras, de acordo com FAO (2014). Ainda de acordo com o autor, a União Européia vem apresentando continuamente tendência de queda em número, tonelagem e poder de pesca.

1.2.2. O pescado na economia mundial

O peixe e produtos da pesca destacam-se como os produtos alimentares mais comercializados no mundo, sendo especialmente importantes para nações em desenvolvimento, onde em muitos casos representam mais da metade do valor total de mercadorias comercializadas (ASCHE et al., 2015).

De acordo com Asche et al. (2015) a comercialização de pescado vem excedendo em valor o comércio combinado de açúcar, milho, café,

arroz e cacau e que no ano de 2009, 39% do total da produção mundial de pescado foi comercializada internacionalmente.

Em 2012 o comércio de produtos da pesca representou cerca de 10% do total de exportações agrícolas e 1% do comércio mundial de mercadorias em termos de valor (FAO, 2014).

FAO (2014) afirma que as exportações de pescado alcançaram um pico de US\$ 129,8 bilhões em 2011, 17% a mais do que em 2010, mas declinou para US\$ 129,2 bilhões em 2012, sendo que para 2013 as estimativas preliminares apontam para um aumento no comércio de produtos da pesca.

China é o maior exportador de produtos da pesca e desde 2011 vem se tornando o terceiro maior importador mundial, depois dos EUA e Japão. A União Européia é o maior mercado importador de peixes e produtos da pesca (FAO, 2014).

De acordo com a revisão da FAO (2014), no ano de 2012 as economias em desenvolvimento alcançaram no mercado de produtos da pesca números de 54% em valor e 60% em volume, o que vem afetando os padrões de comercialização deste tipo de mercado. No entanto, de acordo com Asche et al., (2015), há um forte questionamento sobre o impacto da comercialização de produtos da pesca por nações pobres quando se considera as questões da segurança alimentar.

1.2.3. Produção brasileira de pescado

Dados do setor da pesca no Brasil, vem sendo compilados com maior robustez desde a instituição da Secretaria da Pesca (SEAP/PR) no ano de 2003. No entanto a publicação de documentos mais sólidos se deu com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), sendo os Boletins da Pesca e Aquicultura as principais fontes de informação sobre o setor pesqueiro nacional. O MPA é hoje um órgão do Governo Federal e foi instituído no ano de 2009 a partir da ânsia de centralização de todas as competências relativas a esse setor, momento em que a SEAP é promovida a Ministério através da publicação da Lei n° 11.958 (BRASIL, 2012a).

De acordo com o Boletim de 2010 entre os anos de 1950 a 1985 o setor pesqueiro apresentou crescimento acentuado da captura, sendo que em 1985 registrou-se a maior produção, atingindo 956.684 toneladas. Essa produção foi impulsionada por eventos como o Programa de Industrialização da Pesca promovido pelo então Governo de Juscelino Kubitschek (final da década de 50), criação da Superintendência de Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) em 1962 e a promulgação do novo

Código de Pesca pelo Decreto-Lei n° 221 de 28 de fevereiro de 1967. Todavia nos anos de 1986 a 1990 observou-se um declínio gradativo das capturas, quando a produção pesqueira diminuiu de 946.560 para 619.805 toneladas, evidenciado por fatores como o início da sobrepesca de alguns estoques (sardinha verdadeira, camarões, peixes demersais na região sul) e, em meados da década de 80, a desativação de incentivos fiscais (BRASIL, 2012a).

De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) nos anos de 1990 a 2000 foi registrado um período de estabilidade. Já a partir dos anos 2000 registra-se o retorno do crescimento da produção, passando de 666.846 para 825.164 toneladas no ano de 2009. Esse fator está ligado a recuperação de alguns estoques de peixe, tais como a sardinha verdadeira (BRASIL, 2012a).

Os dados apresentados pelo Boletim Estatísticos da Pesca e Aquicultura de 2011 (BRASIL, 2013) destacam que houve um incremento de produção de 2010 para 2011 de aproximadamente 13,2%, sendo que 2011 foram produzidas 1.431.974,4 toneladas.

De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2013) a pesca extrativa marinha é a principal fonte de produção de pescado nacional, participando com aproximadamente 38,7% do total da produção brasileira (553.670 toneladas), seguida pela aquicultura continental (544.490 toneladas; 38,0%), pesca extrativa continental (249.600 toneladas; 17,4%) e aquicultura marinha (84.214,3 toneladas; aproximadamente 6%).

No panorama geral da pesca extrativa no Brasil, segundo MPA (BRASIL, 2013), essa categoria de pesca teve produção total em 2011 de 803.270,2 toneladas o que representou um aumento de 2,3% na produção em relação ao ano anterior.

De acordo com MPA (BRASIL, 2013) quando considerada a modalidade de pesca extrativa marinha e avaliada a produção por Unidade de Federação, tem-se como maior produtor para o ano de 2011 o Estado de Santa Catarina, o qual representou em 22% da produção nacional (121.960 toneladas), seguido dos estados do Pará (87.509,3 toneladas; 15,8%) e Rio de Janeiro (78.933 toneladas; 14,3%).

Na análise da produção marinha por espécie, observou-se que o grupo de peixes representou 87% da produção total, seguido pelos crustáceos com 10% e moluscos com 3% (BRASIL, 2013).

Entre as espécies de peixes mais capturadas, a sardinha verdadeira foi a que apresentou o maior volume de desembarque, com 75.122,5 toneladas em 2011, resultando um acréscimo de cerca de 21% em relação a 2010 quando foram produzidas 62.133,9 toneladas. A segunda espécie

mais capturada em 2011 foi a corvina, com 43.369,7 toneladas, seguida pelo grupo de outros peixes, com 40.168,2 toneladas (BRASIL, 2013).

1.2.4. A produção catarinense de pescado

Santa Catarina destaca-se no cenário nacional como um dos maiores produtores de pescado, possuindo um complexo industrial pesqueiro com grandes dimensões e uma frota numerosa e diversificada de embarcações, sendo as atividades realizadas em escala artesanal e industrial. A pescaria artesanal é exercida com pequenas embarcações, em regiões costeiras e mesmo estuarinas. Entretanto, a pesca industrial abrange além das regiões costeiras, as regiões oceânicas mais profundas, sendo realizada por embarcações com maior tamanho, autonomia de navegação e tecnologia (ANDRADE, 1998).

Santa Catarina apresentou-se no ano de 2011, como o maior produtor de pescado, responsável por 22% da produção nacional, e, como consequência, contribuiu para que a região sul ocupasse o segundo lugar no ranking quando considerada a produção nacional por regiões, ficando atrás apenas da região Nordeste (BRASIL, 2013).

Em 2012 foram desembarcadas 157.223 toneladas de pescado no estado de Santa Catarina, representando um aumento de 29% em relação ao volume do ano anterior (121.960 toneladas) (UNIVALI/CTTMAR, 2013).

Dentre a produção total desembarcada UNIVALI/CTTMAR (2013) afirmam que os recursos pelágicos foram os mais expressivos, atingindo 91.679 toneladas (58%), seguido dos recursos demersais com 46.306 toneladas (29%). Andrade (1998) ratifica esse dado ao afirmar que, embora a produção pesqueira catarinense seja realizada por diferentes frotas e com o emprego de diversos petrechos de pesca, é a pesca de cerco a mais significativa em termos de tonelagem desembarcada, tendo como espécie alvo a sardinha verdadeira, sendo a modalidade de pesca industrial mais expressiva na região Sul e Sudeste (CERGOLE; DIAS NETO, 2011)

As descargas de sardinha verdadeira representaram 76% do total desembarcado pelos barcos de cerco, com picos em agosto (10.743 toneladas) e outubro (14.708 toneladas) (UNIVALI/CTTMAR, 2013).

1.2.4.1. A pesca da sardinha verdadeira pela modalidade de cerco

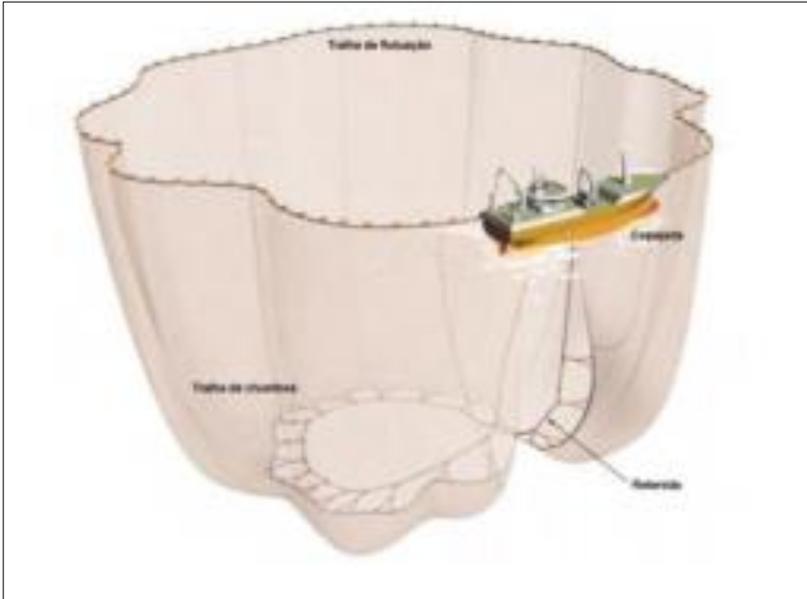
Traineira é a denominação dada a rede de cerco utilizada na pesca industrial da sardinha, sendo que estas apresentam formato retangular, de

comprimento entre 700m e 900m; altura de 70m a 90m (malha esticada) e de 50m a 60m (em operação); malha de 12mm, nó a nó, em toda a rede. Atualmente, parte da frota conta com redes acima de 1.000 metros de comprimento, o que permite a operação em áreas mais profundas. As embarcações que executam essa modalidade de pesca são denominadas traineiras em virtude do nome da rede (DIAS NETO, 2010; CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

A Instrução Normativa Interministerial (Ministério da Pesca e Aquicultura e Ministério do Meio Ambiente) nº 10 de 2011 define cerco como a modalidade que se realiza com o emprego de rede de cerco, com recolhimento manual ou mecânico, cuja operação de pesca requer o auxílio de embarcação de pesca (BRASIL, 2011a).

Poppi (2012) descreve que operação de pesca das embarcações de cerco inicialmente consiste no deslocamento do barco até o banco de pesca com velocidade de cruzeiro sendo que durante esse período já é iniciada a procura por cardumes da espécie alvo. Na própria embarcação pesqueira está a rede (na área da popa) e a panga, embarcação auxiliar. A pesca propriamente dita se inicia quando o cardume é localizado e a panga é lançada ao mar (com um tripulante a bordo) levando uma das extremidades da rede (cuba de proa). A embarcação realiza um círculo completo ao redor do cardume soltando a rede na água. Após o “cercamento” do cardume é realizado o transbordo da captura (recolhimento do petrecho de pesca e armazenamento da captura) por intermédio do *power-block* onde gradativamente é diminuído o volume cercado até ficar na água somente o “sacador”, de onde os peixes são trazidos a bordo por meio de um “sarico”, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3- Modalidade de pesca de cerco.



Fonte: FEIJÓ, 2013

1.3. SISTEMAS DE CONSERVAÇÃO APLICADOS A BORDO

As operações realizadas logo após a captura têm influência direta sobre a qualidade dos produtos da pesca, uma vez que, após a morte, o pescado apresenta rápido processo de deterioração. Nesse sentido é necessário garantir as melhores condições no manuseio a bordo principalmente em relação as práticas de higiene e conservação (PIÑEIRO et al., 2004). De acordo com Jain e Pathare (2007) a manutenção de baixas temperaturas no armazenamento de produtos da pesca após a captura é o principal fator para a garantia da qualidade da matéria prima.

Stonehouse e Evans (2015) descrevem que a utilização de técnicas de congelamento e resfriamento permitem a disponibilidade de alimentos em diferentes épocas do ano e em locais distantes da área de produção, bem como possibilita o cumprimento das exigências estabelecidas nas normas internacionais para alimentos de origem animal.

A legislação brasileira por meio do decreto 30.691 de 1952, que estabelece o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), define no artigo 439 o que é entendido

por pescado fresco, resfriado e congelado. De acordo com o regulamento define-se como pescado fresco o pescado dado ao consumo sem ter sofrido qualquer processo de conservação, a não ser a ação de gelo. Pescado resfriado é aquele mantido sob temperaturas entre $-0,5$ a -2 °C e o pescado é considerado como congelado quando submetido a processos adequados de congelamento em temperatura não superior a -25 °C (BRASIL, 1952).

1.3.1. Resfriamento em gelo

Dentre as formas de conservação pós captura a ferramenta mais largamente utilizada para conservação sob resfriamento são os flocos de gelo, ou *flake ice*, onde o pescado é armazenado sob temperaturas ligeiramente acima de 0°C. Nesse sistema o gelo garante elevada capacidade de refrigeração pela eficiente transferência de calor quando em contato com o peixe (GALLART-JORNET et al., 2007; PIÑEIRO et al., 2004).

A legislação brasileira define, por meio do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Peixe Fresco, estabelecido pela Portaria nº 185, que o peixe mantido sob temperaturas próximas ao ponto de fusão do gelo é denominado como peixe fresco (BRASIL, 1997).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 1995) relata que os chineses já faziam uso de gelo para conservação de peixe há mais de 3000 anos e na Roma antiga os romanos utilizam uma mistura natural de algas marinhas e gelo a fim de conservar o frescor do peixe. Com o advento da refrigeração mecânica o gelo é fabricado e está prontamente disponível para a utilização na conservação de peixes.

Para as embarcações pesqueiras o período de duração das viagens de pesca está diretamente relacionado com a capacidade em manter o frescor do pescado capturado e, portanto, a utilização de gelo como forma de conservação limita as viagens a períodos não muito prolongados. Essa restrição no tempo das pescarias estimulou a busca por novas formas de conservação a bordo dos barcos pesqueiros (FAO, 1995).

1.3.2. Superchilling

De acordo com Liu et al. (2014) o congelamento parcial ou *superchilling* é a técnica utilizada para armazenamento de alimentos sob temperaturas de 1 a 2°C abaixo do ponto de congelamento, sendo

considerado que os pontos iniciais de congelamento para a maioria dos alimentos encontram-se entre as temperaturas de -0,5 e -2,8°C.

Superchilling pode ser definido como um método de conservação de alimentos por meio da cristalização parcial onde o próprio gelo formado na superfície do alimento (uma fina camada de aproximadamente 1 a 3 cm) funciona como reservatório de frio durante o transporte e armazenamento. A combinação do efeito favorável das baixas temperaturas com a conversão parcial da água do alimento em gelo reduz a atividade microbiana retardando os processos de deterioração (KAALE et al., 2013a; KAALE et al., 2013b; KAALE L; EIKEVIK, 2014; GALLART-JORNET et al., 2007).

Kaale et al. (2013b) destacam duas fases no processo de congelamento parcial ou *superchilling*: fase 1) arrefecimento do produto até o ponto de congelamento e fase 2) remoção do calor latente onde 5 a 30% da água é congelada. A fase de conversão da água em gelo (cristalização) é o momento chave na determinação da eficiência do processo e na qualidade do alimento submetido à técnica de *superchilling*.

Na comparação com metodologias tradicionais de refrigeração os produtos *superchilled* apresentam excelente qualidade, o que pode ser explicado pela formação uniforme de cristais finos dentro e fora das células levando a melhor conservação dos alimentos devido à redução dos danos causados no tecido (KAALE et al., 2013b; KAALE L; EIKEVIK, 2014).

Quando ocorre a cristalização da água do alimento há a concentração de enzimas e sais na água que resta nas células, o que acelera a desnaturação proteica e, conseqüentemente, afeta a funcionalidade das proteínas. Porém, durante o processo de *superchilling* a desnaturação proteica pode ser minimizada porque somente uma pequena quantidade de água é congelada (5 a 30%), resultando em uma concentração inferior de enzimas e sais quando comparada aos processos tradicionais (KAALE et al., 2013a).

A partir disso o que se tem com a aplicação da técnica de *superchilling* é o aumento da vida de prateleira e melhoria na qualidade quando comparado com os processos de refrigeração e congelamento tradicionais (KAALE et al., 2013a.). Lui et al. (2014) descrevem que alimentos *superchilled* podem apresentar prazos de validade de 1,5 a 4 vezes superiores aos alimentos convencionalmente refrigerados.

1.3.3. *Slurry ice*

Slurry ice ou pasta de gelo é um sistema bifásico que consiste na imersão de microscópicos e esféricos cristais de gelo em água no estado líquido mantidos a temperatura abaixo de 0°C (FUMOTO et al., 2013; GALETTO et al., 2010; KUMANO et al., 2014; FERNÁNDEZ-SEARA; RUBÉN DIZ, 2014).

Para a composição da pasta de gelo o líquido utilizado pode ser água pura ou soluções binárias constituídas de água e um soluto que irá atuar deprimindo o ponto de congelamento, como por exemplo, cloreto de sódio, etanol, etileno glicol e propileno (KAUFFELD et al., 2010).

Fumoto et al. (2013) definem *slurry ice* como uma pasta de gelo na qual são misturados finos cristais de gelo à água no estado líquido, utilizada como sistema de armazenamento sob refrigeração.

A pasta de gelo é uma tecnologia promissora já que apresenta como principal vantagem a alta capacidade de transferência de calor devido ao calor latente dos cristais de gelo e a grande área de troca de energia térmica o que é significativamente maior quando comparado a sistemas tradicionais monofásicos (MERTS et al., 2007; KUMANO et al., 2014; CHÉGNIMONHAN et al., 2010).

Nesse sistema de resfriamento pode se destacar o benefício da capacidade de bombeamento ou a boa característica de fluidez quando utilizada a pasta de gelo, eliminando a necessidade de meios de transporte mecânicos dispendiosos e permitindo a redução substancial dos custos de funcionamento do sistema de distribuição, uma vez que com a utilização pasta de gelo o sistema passa a ser automatizado (KAUFFELD et al., 2010; FUMOTO et al., 2013).

Slurry ice apresenta uma grande diversidade de aplicações, estando envolvido desde o processamento de alimentos até a purificação de água, sempre sendo considerado como importante método de refrigeração e de estocagem de energia (MARTÍNEZ et al., 2014).

De acordo com Fernández-Seara e Diz (2014) aplicações diretas desse método podem ser encontradas, por exemplo, no combate a incêndios e na medicina mas, no entanto, a maioria das aplicações estão relacionadas com o processamento e conservação de alimentos, como pescado, produtos lácteos.

Slurry ice tem sido reconhecida atualmente não só como uma tecnologia de refrigeração mas também como meio de conservação de produtos da pesca, sendo utilizada a bordo de barcos pesqueiros, em fazendas de cultivo e em plantas de processamento (AUBOURG et al., 2007; KAUFFELD et al., 2010).

Diversas vantagens podem ser consideradas quando utilizado o método de *slurry ice* comparado aos demais métodos tradicionais na estocagem de pescado, principalmente a utilização de flocos de gelo. Quando utilizadas soluções com concentrações próximas a salinidade da água do mar observa-se um efeito de estabilização da fração das proteínas miofibrilares o que leva a maiores rendimentos durante armazenamento, filetagem e congelamento, redução dos danos físicos causados à superfície do pescado (cristais de gelo microscópicos e esféricos), taxas mais rápidas de refrigeração devido a maiores taxas de transferência de calor, temperatura constante, fácil transportabilidade o que reduz o trabalho durante o manuseio do produto, e melhor proteção a eventos de oxidação uma vez que o sistema permite a cobertura de toda a superfície do alimento (KAUFFELD et al., 2010; GALETTO et al., 2010; MARTÍNEZ et al., 2014; FERNÁNDEZ-SEARA; RUBÉN DIZ, 2014; KUMANO et al., 2014; AUBOURG et al., 2007; LOSADA et al., 2007).

De acordo Kauffeld et al. (2010) a utilização da pasta de gelo tem sido relatada com sucesso para diferentes espécies de pescado como atum, olho de boi, salmão, bacalhau, merluza, arenque, cavala, sardinha, camarão, mexilhão e lagosta. O mesmo autor descreve o ganho de vida útil de xisarro armazenado em pasta gelo a base de salmoura, tendo um aumento de 5 para 15 dias quando comparado com a utilização do método tradicional de gelo em flocos.

O armazenamento prolongado de algumas espécies de peixes pelágicos num sistema de pasta de gelo produzido a partir de salmouras pode gerar problemas relacionados a absorção de sal, o que é um limitante para aplicação desse método, porém pode ser evitado com a identificação de temperaturas ótimas de arrefecimento e boas condições de armazenamento levando em consideração a salinidade da pasta para cada espécie (KAUFFELD et al., 2010; GALETTO et al., 2010).

1.3.4. Refrigerated and Chilled Sea Water (RSW, CSW)

Refrigerated Sea Water (RSW) ou água do mar refrigerada é um sistema de refrigeração mecânico que utiliza água do mar sob temperaturas reduzidas. Com o objetivo de manter a água sob baixas temperaturas (em torno de -1°C) o meio refrigerante é geralmente composto por aproximadamente 3% de sal (SAETRANG, 2009).

Tuckey et al. (2012) descrevem que o sistema de água do mar refrigerada tem mostrado ser eficaz para armazenamento de peixes por proporcionar um meio físico protetor e temperatura constante. A

temperatura do sistema é mantida ligeiramente abaixo de 0°C, retardando processos bioquímicos autolíticos e inibindo a degradação microbiana, aumentando assim a vida útil da matéria prima.

De acordo com Albert et al. (2014) existem duas formas de realizar o resfriamento da água do mar podendo ser utilizado um sistema de refrigeração ou por meio da adição de gelo, o qual pode ser produzido em terra ou na própria embarcação por meio de máquinas de fabricação de gelo. O sistema de refrigeração mecânico é a forma mais utilizada pelos barcos de pesca.

A Diretiva n° 48 de 1992 da União Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 1992) estabelece normas para barcos pesqueiros que utilizam como meio de refrigeração água do mar refrigerada através da utilização de gelo (*chilled sea water* – CSW) ou através de meios mecânicos (*refrigerated sea water* - RSW). De acordo com a diretiva o funcionamento do sistema deve garantir que a mistura de peixe e água do mar atinja 3°C no máximo 6 horas após a captura, e 0°C após 16 horas. Cada reservatório deve contar com um sistema de registro de temperatura, sendo que os sensores devem ser fixados na parte onde a temperatura é mais elevada. Os registros de temperatura devem estar sempre disponíveis aos órgãos fiscalizadores.

1.3.5. Immersion Chilling and Freezing (ICF)

Immersion chilling and freezing (congelamento e resfriamento por imersão) consiste na imersão de alimentos em soluções aquosas, elaboradas a base de água e soluto (como por exemplo, sais, açúcares ou álcoois, podendo ser utilizados associados ou individualmente) que apresentam baixo ponto de congelamento e são mantidas sob baixas temperaturas (ALONSO et al., 2011; LUCAS et al., 1999).

A vantagem desse sistema está no elevado coeficiente de transferência de calor que faz com que a transferência ocorra de forma consideravelmente mais rápida do que nos métodos convencionais de resfriamento e congelamento, estando associado a menores custos e maior qualidade do produto final (LIANG et al., 2015; ZORRILLA; RUBIOLO, 2005a; ZORRILLA; RUBIOLO, 2005b).

Lucas e Raoult-Wack (1998) descrevem como uma das desvantagens do sistema a degradação da solução após ser utilizada por algumas vezes, sendo mais importante no caso de imersão para fins de refrigeração, uma vez que são utilizadas temperaturas mais altas do que no processo de congelamento. Como medida para reduzir esse desvio os autores destacam a importância do controle de qualidade da matéria prima

e das propriedades físico-químicas da solução (considerando que há a possibilidade de migração de componentes e contaminantes do alimento para o meio de imersão)

Com o objetivo de reduzir ao máximo a interferência da solução sob a qualidade final do produto se faz necessário, tanto para modelagem matemática dos fenômenos de transferência de massa como para prever o comportamento termo físico da solução, conhecer as propriedades do meio refrigerante (ALONSO, et al., 2011).

O processo de *Immersion chilling and freezing* tem sido extensivamente utilizado desde o início do século para a refrigeração ou congelamento de peixes em salmoura a bordo de embarcações pesqueiras, e, ainda hoje, é utilizado na conservação de produtos da pesca como camarões, caranguejos e algumas espécies de peixes (sardinha, atum, etc.). O congelamento por imersão *on-board* é realizado a temperatura de -16°C , seguido de armazenamento a -30°C (LUCAS; RAOULT-WACK, 1998; ALONSO, et al., 2011).

O rápido congelamento e resfriamento por imersão ainda dentro das embarcações pesqueiras, logo após o processo de captura, vem se tornando cada vez mais popular para sardinhas, camarões e outras espécies de pescado. A rápida transferência de calor que promove de forma eficaz a transformação da água do pescado em gelo, retarda e/ou diminui processos autolíticos e a deterioração microbiana, e reduz os danos à estrutura muscular (o que é frequente em embarcações que utilizam gelo para conservação do pescado a bordo) garantindo maior qualidade da matéria prima (LUCAS; RAOULT-WACK, 1998; GALETTO, et al., 2010).

Embora o sistema de congelamento e resfriamento por imersão seja utilizado tanto em pequena escala como em escala industrial, ainda é realizado de forma empírica. Estudos com relação ao funcionamento da transferência de soluto a partir da solução para o alimento devem ser aprofundados uma vez que esse é o principal obstáculo deste processo (LUCAS et al, 1999).

1.3.5.1. Salmoura refrigerada

A utilização de salmoura ao invés de água como meio para fins de refrigeração está diretamente ligada ao ponto de congelamento, o qual é reduzido com a adição de sais na água. As salmouras são comumente preparadas por meio da adição de cloreto de cálcio (CaCl_2) ou cloreto de sódio (NaCl) (DOSSAT, 2004).

Um importante fator na redução da temperatura da salmoura é que, até certo ponto, a adição de sal promove a redução do ponto de congelamento, sendo que a partir de uma determinada concentração o ponto de congelamento pode ser aumentado para além do ponto eutético (DOSSAT, 2004).

De acordo com Dossat (2004) a salmoura de cloreto de sódio é a principal escolha quando se deseja evitar a contaminação do produto a ser refrigerada pelo cloreto de cálcio. O cloreto de sódio é utilizado em salmouras para o resfriamento e congelamento de carnes, peixes e outros produtos. O mesmo autor descreve que a temperatura mais baixa possível alcançada por salmoura preparada com NaCl é -21.1°C , com concentração de 23% de NaCl na solução, enquanto que salmouras de CaCl_2 com concentração de 30% pode apresentar redução do ponto de congelamento alcançando -55°C .

1.3.6. Metodologias utilizadas no Brasil para conservação a bordo das embarcações que capturam sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) como espécie alvo

No Brasil a conservação a bordo realizada pelas traineiras (embarcações que capturam sardinha verdadeira por meio da modalidade de pesca de cerco) é feita tanto a partir do resfriamento da captura por meio da utilização de gelo em flocos, sendo realizado de acordo com a metodologia descrita por acima (GALLART-JORNET et al., 2007; PIÑEIRO et al., 2004), como por meio da imersão do peixe em salmoura refrigerada.

Detalhes do sistema de conservação por meio de imersão da captura em salmoura refrigerada, atualmente utilizado pelas traineiras brasileiras, serão discutidos posteriormente neste trabalho.

1.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO PESCADO

O pescado é constituído basicamente de água, proteína e gordura, constituindo até 98% do peso total da carne, sendo que esses componentes estão diretamente ligados ao valor nutritivo, às propriedades texturais, a qualidade organoléptica e a capacidade de armazenamento. Os teores de água e gordura são bastante variáveis enquanto que o teor de proteínas é relativamente constante, variando de 16 a 21% (SILVA, 2010; TEIXEIRA, 2005). Essas alterações são mais significativas principalmente nas espécies consideradas gordas, por exemplo, espécies pelágicas como o arenque (*Clupea harengus*) a cavala (*Scomber*

scombrus), com variações no teor de gordura de menos de 10 a mais de 25% entre o final da desova e a época de máxima alimentação (KOBLOITZ, 2014; ORDÓÑEZ, 2005b). De acordo com Ordóñez (2005b) a composição química do pescado depende de muitas variáveis, como por exemplo, espécie, idade, estado fisiológico, época e região de captura.

Os carboidratos não são considerados na maioria das espécies de pescado, pois correspondem a menos de 1% da composição centesimal. Silva (2010) relata que para sardinhas *in natura* não foi detectada a presença de carboidratos na sua composição total (KOBLOITZ, 2014; GONÇALVES, 2011).

O pescado como alimento pode fornecer ainda boas quantidades de minerais fisiologicamente importantes como magnésio, manganês, zinco, cobre, cálcio, fósforo ferro e iodo, além de vitaminas hidrossolúveis do complexo B, sendo que, para as vitaminas lipossolúveis A e D o pescado é uma excelente fonte (SILVA, 2010).

Ordóñez (2005b) relata a dificuldade em fornecer a composição química das principais espécies comerciais de pescado devido às variações decorrentes de vários fatores e apresenta os dados de composição de algumas espécies conforme Tabela 1.

Tabela 1- Composição química (% m/m) de algumas espécies de pescado.

Espécie	Água	Proteína	Gordura	Sais Minerais
Merluza	79,2	17,9	1,5	1,3
Bacalhau	80,8	17,3	0,4	1,2
Truta	78,2	18,3	3,1	1,4
Cavala	67,5	18,0	13,0	1,5
Atum	70,4	24,7	3,9	1,3
Lagostim	78,0	19,0	2,0	1,4
Ostras	86,0	9,0	1,2	2,0
Mexilhões	83,0	10,0	1,2	1,7

Fonte: Ordóñez (2005b).

A composição centesimal da sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) é apresentada na 4ª edição da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (BRASIL, 2011d) conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal e minerais de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).

Umidade	Proteína	Lipídeos	Carboidrato	Cinzas	Cálcio	Magnésio
(%)	g 100g ⁻¹	g 100g ⁻¹	g 100g ⁻¹	g 100g ⁻¹	mg 100g ⁻¹	mg 100g ⁻¹
76,6	21,1	2,7	0,0	1,6	167	29

Fonte: Adaptado de BRASIL (2011d).

1.4.1. Água

Koblitz (2014) relata que o pescado, de forma geral, pode conter de 60 a 85% de água e que a variação está associada à espécie, às regiões do corpo e ao estado nutritivo do animal. O teor de água é inversamente proporcional ao teor de gordura, portanto, a umidade é relativamente superior em peixes magros e pode representar menos de 58% da composição de peixes gordos (TEIXEIRA, 2005).

A água funciona como meio solvente para solutos orgânicos e inorgânicos, é o meio onde ocorrem diversos processos bioquímicos, este componente participa ativamente de muitas reações, principalmente relacionadas à conformação das proteínas, tendo influência direta nas propriedades reológicas e na suculência dos alimentos cárneos (TEIXEIRA, 2005). De acordo com Ordóñez (2005b) é o conteúdo de água dos alimentos que determina a perecibilidade e por isso são necessários métodos efetivos de conservação.

1.4.2. Proteínas e aminoácidos

Na composição química do pescado as proteínas constituem o principal componente depois da água, por isso são considerados alimentos proteicos importantes tanto para o homem como para os microrganismos em geral. As proteínas de peixes e produtos da pesca são consideradas componentes de alto valor biológico por apresentarem quantidades importantes de aminoácidos essenciais e é a composição proteica que também determina a velocidade de degradação do pescado (ORDÓÑEZ, 2005a).

A composição proteica da carne do peixe pode variar de acordo com a espécie, o tamanho, o sexo, a época do ano, mas em geral o músculo contém cerca de 17 a 20% em proteína (TEIXEIRA, 2005; KOBLITZ, 2014). De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (BRASIL, 2011d) a sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) apresenta 21,1% de proteína na sua composição total (ver Tabela 2), enquanto que Viana et al. (2013) encontraram uma variação de 17 a 22% na composição de proteína de amostras de sardinha avaliadas entre março de 2004 e fevereiro de 2005.

A maior parte dos componentes nitrogenados do pescado faz parte das proteínas, e estas são classificadas de acordo com a solubilidade em: 1) proteínas sarcoplasmáticas, solúveis em água e a maioria apresenta atividade enzimática, 2) proteínas miofibrilares, de importância nutritiva e tecnológica, sendo que entre as principais encontram-se a actina, miosina e tropomiosina, e 3) proteínas do estroma (elastina, colágeno) relacionadas à textura da carne (GONÇALVES, 2011; KOBLITZ, 2014).

De forma geral a composição em aminoácidos não difere muito entre as espécies de pescado, tendo importância para espécies pertencentes às famílias dos escombrídeos e clupeídeos (cavala, atum, bonito, sardinha) as quais contém elevados níveis de histidina no músculo (100 a 200mg 100g⁻¹ de músculo) que, por meio da ação de microrganismos (descarboxilação), pode levar à conversão da histidina em histamina, esta última relacionada à intoxicação alimentar (ORDÓÑEZ, 2005b).

1.4.3. Componentes nitrogenados não proteicos

Os componentes nitrogenados não proteicos compõem uma pequena fração na composição total do pescado, variando de 9 a 18% do total de nitrogênio muscular, embora possa alcançar variações de 33 a 39% em peixes elasmobrânquios (ORDÓÑEZ, 2005b).

Os componentes desse grupo são representados principalmente pela ureia, aminoácidos livres, derivados de imidazol (histidina, carnosina, anserina, e balenina), derivados de guanidina (creatina, creatinina e arginina), derivados de bases púricas (adenosina trifosfato - ATP, adenosina monofosfato ADP, inosina e hipoxantina), e derivados de amônio quaternário (óxido de trimetilamina, betaína e colina), sendo esses compostos caracterizados por apresentarem grande solubilidade em água e baixo peso molecular (KOBLITZ, 2014).

O óxido de trimetilamina (OTMA) é relativamente abundante no pescado de origem marinha, atingindo valores máximo nos

elasmobrânquios e lulas (75 a 250 mg de N 100 g⁻¹) e valores mínimos em peixes planos e pelágicos. A importância do óxido de trimetilamina está no fato de que seus metabólitos, produzidos a partir de atividade microbiana e enzimática, estão relacionados com a produção do odor característico de pescado que já sofreu alterações de qualidade. O conteúdo de ureia é variável e junto aos metabólitos da degradação do óxido de trimetilamina pode também produzir odores desagradáveis (ORDÓÑEZ, 2005b).

Koblitz (2014) relata que os compostos nitrogenados não proteicos estão relacionados com a determinação dos critérios de frescor, por serem os compostos primeiramente susceptíveis às enzimas endógenas e microrganismos. O aumento de alguns metabólitos resultantes do metabolismo dos compostos nitrogenados não proteicos podem contribuir para o acompanhamento do processo de deterioração *post mortem*, e, conseqüentemente, tem influência nas propriedades sensoriais.

1.4.4. Lipídios

O conteúdo de gordura sofre variações muito significativas dependendo da época do ano, da dieta, da espécie, do sexo e da parte do corpo analisada, podendo haver variações entre indivíduos da mesma espécie, como pode ser observado, por exemplo, entre bacalhau e merluza que apresentam respectivamente 1 e 1,5% de gordura, enquanto que sardinha, cavala e arenque podem atingir valores de 25% ou mais na composição de lipídios (ORDÓÑEZ, 2005b; GONÇALVES, 2011).

Segundo Ordóñez (2005b) os peixes podem ser classificados em relação ao conteúdo de gordura e proteína, sendo as categorias definidas como: 1) pouca gordura (menos de 5%) e muita proteína (15 a 20%), 2) gordura média (5 a 15%) e muita proteína (15 a 20%), 3) muita gordura (mais de 15%) e pouca proteína (menos de 15%), 4) pouca gordura (menos de 5%) e muitíssima proteína (mais de 20%) e 5) pouca gordura (menos de 5%) e pouca proteína (menos de 15%).

Segundo Koblitz (2014) embora os lipídios estejam presentes em todos os tecidos estão distribuídos de forma diversa nas diferentes espécies. Em peixes gordurosos, concentram-se principalmente na camada subcutânea, já em peixes magros, concentram-se no fígado, e em espécies como a sardinha, tainha e atuns a concentração maior se dá nos músculos.

A gordura do pescado se difere da gordura dos animais de abate principalmente com relação ao fato de que o pescado apresenta maior variedade em ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa

(ORDÓÑEZ, 2005b), sendo a maior parte desses ácidos graxos poli-insaturados são do tipo ômega 3 e um pequeno percentual constituído pelo tipo ômega 6 (KOBBLITZ, 2014). Essa composição rica em ácidos graxos insaturados faz com que a gordura do pescado seja menos resistente à oxidação dos que a gordura de outros animais ou vegetais (FENNEMA, 2000).

De acordo com Koblitz (2014) a importância da composição dos peixes com relação aos ácidos graxos poli-insaturados das famílias ômega 3 e 6 está no fato de serem essenciais, já que o organismo humano não consegue sintetizá-los, e eles são então fornecidos pelos alimentos. Além disso, os ácidos graxos poli-insaturados estão envolvidos em benefícios à saúde humana como redução do colesterol, atenuação de doenças cardiovasculares.

1.4.5. Minerais e vitaminas

A composição em vitaminas, de acordo com Ordóñez (2005b) varia com a idade, estação do ano, espécie, maturidade sexual e área geográfica de pesca.

A vitamina A é encontrada nas vísceras, principalmente no fígado, apresentando concentrações consideravelmente altas em óleos preparados a partir dessa víscera em particular (KOBBLITZ, 2014). As vitaminas hidrossolúveis são mais abundantes na carne do que nas vísceras, sendo a vitamina B₁₂ encontrada em quantidades mais relevantes em peixes gordos e moluscos bivalves.

Ácido fólico e vitamina C não são encontrados em quantidades significativas nas porções comestíveis do pescado (ORDÓÑEZ, 2005b).

A concentração de minerais no pescado representa 1,5% da composição química total, de acordo com Gonçalves (2011), que afirma também que esses compostos são mais abundantes em peixes marinhos e são influenciados pela alimentação e qualidade da água ambiente.

Ordóñez (2005b) relata que o pescado, de forma geral, apresenta composição rica em cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio, já para iodo, ferro, cobre, flúor, cobalto e zinco são encontradas apenas quantidade residuais. A Tabela 3 apresenta os valores descritos por Ordóñez (2005b).

Tabela 3– Composição mineral em pescado.

Mineral	Concentração	Unidade
Cálcio	5 a 200	mg 100g ⁻¹
Fósforo	100 a 400	mg 100g ⁻¹
Sódio	60 ²	mg 100g ⁻¹
Potássio	200 a 500	mg 100g ⁻¹
Magnésio	10 a 50	mg 100g ⁻¹
Iodo ¹	16 a 318	mg 100g ⁻¹
Ferro	1	mg 100g ⁻¹
Cobre	0,2	mg 100g ⁻¹

¹rico em produtos de origem marinha,

²valor médio – concentração varia de 30 a 150mg/ 100g de carne.

Fonte: ORDÓÑEZ (2005b).

1.5. FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE

1.5.1. Estrutura muscular

Os músculos do pescado estão divididos por finas membranas de tecido conjuntivo, denominadas miocotomas (ou miosseptos). Cada segmento do músculo é chamado miótomo ou miômero, os quais apresentam o formato de W e estendem-se da superfície até a coluna vertebral, encaixando-se de maneira típica. Cada miômero é composto por inúmeras fibras musculares que correm paralelas ao eixo longitudinal do peixe (KOBBLITZ, 2014).

De acordo com Gonçalves (2011) a unidade básica do músculo estriado é a fibra muscular (ou célula muscular), constituída de miofibrilas e finas fibrilas de colágeno (KOBBLITZ, 2014), tendo como limite externo uma membrana plasmática, denominada sarcolema (CUNNINGHAM, 2004).

As miofibrilas estão banhadas pelo sarcoplasma (líquido viscoso no qual estão contidos, além das miofibrilas, os núcleos, proteínas, muitos compostos nitrogenados de baixo peso molecular, organelas celulares (mitocôndrias, lisossomos, corpúsculo de Golgi) (KOBBLITZ, 2014) e são

constituídas de unidades repetidas, os sarcômeros (unidade contrátil da fibra muscular). Os sarcômeros possuem nas duas extremidades o chamado disco Z, e moléculas protéicas responsáveis pela contração muscular. Os filamentos protéicos finos, chamados actina, estão ligados aos discos Z e estendem-se em direção ao centro do sarcômero. Cada filamento de actina consiste em dois cordões da proteína actina e dois cordões da proteína tropomiosina ligados em dupla hélice (CUNNINGHAM, 2004).

Entre os filamentos de actina estão suspensos protéicos mais grossos, denominados miosina, que por meio de suas pontes cruzadas interagem com actina para encurtar o sarcômero (CUNNINGHAM, 2004).

Na fibra muscular, localizado em sentido paralelo a esta, encontra-se o retículo sarcoplasmático, o qual faz conexão com os túbulos transversos (FENNEMA, 2000). No músculo relaxado é o retículo sarcoplasmático quem sequestra os íons cálcio (CUNNINGHAM, 2004).

Os túbulos transversos (túbulos T) prolongam a membrana plasmática para o interior da célula muscular, estão preenchidos pelo fluido extracelular e são importantes por propagarem o potencial de ação desde a membrana plasmática até o interior da célula muscular, permitindo dessa forma que a mesma responda ao estímulo como uma unidade (FENNEMA, 2000; CUNNINGHAM, 2004).

1.5.2. Metabolismo energético muscular x alterações bioquímicas

No sistema muscular em perfeito funcionamento a energia (ATP – trifosfato de adenosina) é fornecida pela atividade mitocondrial através da oxidação de substratos como carboidratos e lipídios. Quando, por qualquer motivo, há a interrupção no fornecimento de energia inicia-se o processo de geração anaeróbica de energia, denominado glicólise. A glicólise anaeróbica é um processo de oxidação incompleta do glicogênio muscular com a finalidade de geração de ATP, tendo no final do processo a produção de lactato (FENNEMA, 2000).

No período *post mortem* o sistema circulatório para de funcionar, consequentemente há a restrição em oxigênio o que leva a parada do funcionamento do sistema mitocondrial, e inicia-se então a glicólise anaeróbica. Posteriormente a glicólise também cessa pelo esgotamento de substrato e pela inibição de algumas enzimas devido à diminuição do pH. Esse valor de pH, denominado de ‘pH final’, influenciará na qualidade da textura da carne, na capacidade de retenção de água e na resistência ao

desenvolvimento de microrganismos, e tem como origem a hidrólise das moléculas de ATP (FENNEMA, 2000).

Para o pescado, como consequência da quantidade escassa de glicogênio, a redução do pH é menor do que para os animais de abate. O pH pode reduzir-se de 6,9 – 7,0 a um pH final, como encontrado em peixes de carne vermelha (tunídeos, cavala) de 5,5 e peixes brancos magros de 6,2 a 6,6 (ORDÓÑEZ, 2005b; FENNEMA, 2000).

1.5.3. “Rigor mortis”

No animal vivo a contração muscular se dá quando é realizada a liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático para o interior da célula muscular e ocorre o deslizamento dos filamentos grossos e finos entre si, e o inverso, o relaxamento muscular, ocorre quando o cálcio é novamente bombeado para o retículo sarcoplasmático através da bomba de cálcio por meio do consumo de energia. Esse ciclo de contração e relaxamento muscular é chamado de acoplamento excitação-contração (CUNNINGHAM, 2004).

Como consequência do esgotamento de ATP no período *post mortem* o complexo actino-miosina não é rompido, uma vez que o cálcio não é bombeado para o retículo sarcoplasmático, e a interação irreversível de actina e miosina faz com que o músculo entre em um estado conhecido como *rigor mortis* (FENNEMA, 2000).

Lerfall et al. (2015) definem *rigor mortis* como o estado onde as moléculas de actina e miosina encontram-se sobrepostas devido à falta de ATP muscular, já de acordo com GONÇALVES (2011) o *rigor* é caracterizado pelo enrijecimento do músculo por contração extrema e irreversível das fibras. Para GORNIK et al. (2009.) com níveis de ATP abaixo de 1,0 a 2,0 mmol g⁻¹ (dependendo da espécie) já se estabelece o fenômeno.

Gornik et al. (2009) relatam que nos peixes e outros vertebrados o *rigor mortis* começa geralmente entre uma e seis horas após a morte e está resolvido depois de um a dois dias, quando armazenados em temperaturas baixas (0 a 4°C) ou após várias horas quando armazenada a temperaturas mais elevadas. Gonçalves (2011) também relata que o estabelecimento da etapa de *rigor mortis* no pescado pode se dar entre uma e sete horas para peixes que após a captura tenham sido resfriados em gelo (0 a 5°C). Gornik et al. (2009) também descrevem que para peixes resfriados com gelo logo após a captura o rigor inicia-se de uma a sete horas e de forma geral é concluído de 24 a 30 horas depois de iniciado.

O período *pós-rigor mortis* é definido por Gonçalves (2011) como o momento, após o período de rigidez, em que o músculo torna-se macio e recupera muitas propriedades apresentadas no período de *pré-rigor* (período entre a morte até o estabelecimento do estado de rigidez). No estágio de *pós-rigor* há a descontração e recuperação da elasticidade muscular, além de um acréscimo na solubilidade de proteínas.

De acordo com Koblitz (2014) os fenômenos relacionados a resolução do *rigor* não estão ainda plenamente explicados mas acredita-se que o cálcio presente nas células ative enzimas responsáveis pela proteólise das estruturas celulares. Com a diminuição do pH as membranas celulares tornam-se permeáveis e enzimas autolíticas podem então acessar as células dando início a autodigestão, denominada *autólise*. O processo da autólise predispõe a atuação e multiplicação de microrganismos, que então iniciam a deterioração microbiana.

Logo após a morte o pescado sofre uma série de alterações físicas, químicas e microbiológicas, tendo início pela ação autolítica das enzimas musculares, e, posteriormente, pela ação de microrganismos, levando então ao estágio final da deterioração (KOBLOITZ, 2014), ou seja, resultando em perda de suas características em termos de sabor e qualidade de forma geral (MACAGNANO et al., 2005).

Pelo fato dos produtos da pesca serem altamente perecíveis o grau de frescor é utilizado na avaliação da qualidade do pescado (BONILLA et al, 2007), envolvendo vários parâmetros que podem ser determinados por diferentes métodos, principalmente por meio de análises sensoriais e físico-químicas (GONÇALVES, 2011).

1.6. AVALIAÇÕES DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE

1.6.1. Análise Sensorial

A avaliação sensorial é definida como uma técnica científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos, segundo a percepção através dos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (BARBOSA; VAZ-PIRES, 2004).

Sveinsdottir et al. (2003) descrevem que a avaliação sensorial é um importante método para a avaliação do frescor e da qualidade, e é comumente usada nos serviços de inspeção dos produtos da pesca.

De acordo com Ordóñez (2005b) as principais mudanças na estrutura e na composição química que ocorrem no tecido do pescado no *post mortem* podem ser observadas por alterações nas propriedades sensoriais, como aparência externa, firmeza, consistência da carne e odor,

que juntamente com os testes químicos permitem saber se o pescado está ou não próprio para o consumo.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da portaria nº 185 de 1997 define o conceito de peixe fresco e estabelece os requisitos sensoriais desse produto. De acordo com a portaria citada fica definido que: entende-se por peixe fresco, o produto obtido de espécimes saudáveis e de qualidade adequada para o consumo humano, convenientemente lavado e que seja conservado somente pelo resfriamento a temperatura próxima a do ponto de fusão do gelo (BRASIL, 1997).

Ainda de acordo com Brasil (1997) todo pescado fresco destinado ao comércio nacional ou internacional deverá apresentar as características organolépticas conforme os requisitos relacionados na Tabela 4.

Tabela 4 - Características sensoriais do peixe fresco.

Parâmetro	Requisito
Aparência	Apresentar o frescor da matéria prima convenientemente conservada; isento de toda e qualquer evidência de decomposição, manchas por hematomas, coloração distinta à normal para a espécie considerada, 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.
Mucosidade	Em espécies que a possuem, deve ser aquosa e transparente.
Olhos	Devem ocupar a cavidade orbitaria e ser 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.
Abdome	Tenso sem diferença externa com a linha ventral. A sua evisceração, o peritônio deverá apresentar-se muito bem aderido às paredes, as vísceras, bem diferenciadas, brilhantes e sem danos aparente.
Músculos	Aderidos aos ossos fortemente e de elasticidade marcante.
Odor, Sabor, Cor	Característicos da espécie que se trate.

Fonte: Brasil (1997).

A Comunidade Econômica Europeia por meio do Regulamento n° 2406 de 1996 estabelece as normas comuns para comercialização de produtos da pesca dentro dos países pertencentes ao bloco econômico. De acordo com Barbosa e Vaz-Pires (2004), na Europa o método de avaliação da qualidade utilizando categorias para determinar o frescor do pescado foi introduzido pela primeira vez no Regulamento n° 103 de 1976 (para peixe) e 104 também de 1976 (para crustáceos) e, ambos, foram posteriormente atualizados pelo Regulamento n° 2406 (EUROPEAN COMMISSION, 1996).

De acordo com a Diretiva 2406 de 1996 os peixes podem ser classificados em 3 categorias, extra, A e B, com base nas características de frescor apresentadas na análise sensorial. Os peixes classificados na categoria extra não devem apresentar marcas de pressão ou escoriações, nem manchas ou descoloração importante. Na categoria A não devem apresentar manchas, nem descoloração importante. É tolerada uma proporção mínima que apresente ligeiras marcas de pressão e escoriações superficiais. Para a categoria B tolera-se uma pequena proporção com maiores marcas de pressão e escoriações superficiais, porém os peixes não devem apresentar manchas e nem descoloração importante (EUROPEAN COMMISSION, 1996).

A Tabela 5 apresenta os parâmetros e seus respectivos critérios estabelecidos para cada categoria de frescor para peixes azuis, como por exemplo, atum branco, atum rabilho, atum patudo, verdinho, arenque, sardinha, sarda, cavala, chicharros, anchovas, etc., de acordo com o Regulamento n° 2406 da Comunidade Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 1996).

O Regulamento n° 2406 (EUROPEAN COMMISSION, 1996) vem sendo amplamente utilizado, no entanto essa metodologia aborda painéis formados os quais não levam em conta as diferenças biológicas e nutricionais entre as espécies. A partir disso, institutos de pesquisa desenvolveram o método de índice da qualidade (QIM - *Quality Index Method*), o qual é baseado na avaliação dos atributos sensoriais que são alterados mais significativamente em cada uma das espécies de peixe, durante o processo de degradação. A metodologia utiliza um sistema de pontos de demérito (0 a 3), sendo que pontuações mais altas são dadas com a progressão do tempo de armazenamento (SANT'ANA et al., 2011; DOWLATI et al., 2013; SYKES et al., 2009).

Tabela 5 - Tabela de cotação de frescor para peixes azuis.

	Critérios			
	Categoria de frescura			Não admitidos (*)
	Extra	A	B	
Olho	Convexo, abaulado; pupila azul-preto vivo, «pálpebra» transparente	Convexo e ligeiramente encovado; pupila escura; córnea ligeiramente opalescente	Chato; pupila enevoada; extra-vasações sanguíneas à volta do olho	Côncavo no centro; pupila cinzenta; córnea leitosa (*)
Gueiras (†)	Vermelho vivo a púrpura por todo o lado; sem muco	Cor menos viva, mais pálida nos bordos; muco transparente	Em descoloração muco opaco	Amareladas; muco leitoso (*)
Cheiro das gueiras	A algas marinhas frescas; picante; iodado	Ausência de cheiro a algas marinhas; cheiro neutro	Cheiro gordo (*), um pouco sulfuroso, a toucinho rançoso ou a fruta podre	Extremamente acre (*)

(*) Esta coluna apenas será aplicável até ser adoptada uma decisão da Comissão que fixe as características do peixe impróprio para consumo humano, nos termos da Directiva 91/493/CEE do Conselho.

(†) Ao arenque, à sarda e à cavala conservados em água do mar fria [ou refrigerada com gelo (CSW) ou por meios mecânicos (RSW)] que preencham os requisitos fixados no anexo II, ponto 8 da Directiva 92/48/CEE (JO n.º L 187 de 7. 7. 1992, p. 41) aplicam-se as seguintes categorias de frescura:

— o critério A aplica-se às categorias Extra e A.

(*) Ou num estado de decomposição mais adiantado.

(†) O peixe congelado fica rançoso antes de ficar bafiento, o peixe CSW/RSW fica bafiento antes de ficar rançoso.

Fonte: EUROPEAN COMMISSION, 1996.

1.6.2. Análises físico-químicas aplicadas

1.6.2.1. Bases Voláteis Totais - BVT

O valor do BVT representa o grau de alteração do pescado no período *post mortem* por meio da quantificação do conteúdo de bases voláteis de baixo peso molecular e de aminas procedentes da descarboxilação microbiana dos aminoácidos estando, portanto, diretamente relacionado com o tempo e as condições de armazenamento (BELITZ et al., 2012; ORDÓÑEZ, 2005a). Por esse motivo e pela simplicidade analítica é utilizado como parâmetro de frescor (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 1952) assim como a Portaria n.º 185 de 1997 (BRASIL, 1997) estabelecem como limite máximo tolerável para de bases voláteis totais o valor de 30mg de N 100g⁻¹ de carne,

excluídos os elasmobrânquios, pelo fato de que os peixes cartilaginosos (tubarões, raias) possuem a característica particular de conter no músculo um elevado conteúdo de ureia (13 a 21 g 100 g⁻¹) e durante o armazenamento há o desdobramento em amônia por ação de enzimas bacterianas (BELITZ et al., 2012).

1.6.2.2. Histamina

O envenenamento por histamina é uma intoxicação química de origem alimentar decorrente da ingestão de alimentos que contenham altos níveis de histamina (GETO et al., 2014), e, mundialmente, é a forma mais frequente de intoxicação por consumo de peixes (RAMOSA et al., 2010; YESUDHASON et al., 2013).

A histamina é produzida a partir da descarboxilação da histidina, catalisada pela enzima histidina descarboxilase, relacionada a atividade bacteriana (GONÇALVES, 2011; ZARE et al., 2015). A temperatura de 4,4 °C é estabelecida como limite para controle da formação de histamina visto que as principais bactérias produtoras de histamina (Enterobacteriaceae, *Vibrio* sp, *Clostridium* e *Lactobacillus* sp, sendo os produtores mais potentes *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* e *Hafnia alvei*), desenvolvem-se bem à temperatura de 10 e 5 °C a proliferação é retardada, e quando a temperatura é mantida abaixo 5°C não há formação de histamina pela *Morganella morganii* (FAO; WHO, 2012). Segundo o FDA (2011) a formação de histamina é mais prevalente em situações onde se observa a exposição a altas temperaturas (21,1 °C) do que a exposição a temperaturas relativamente moderadas (7,2 °C) e o código de práticas para peixes e produtos da pesca relata que temperaturas entre 5 e 0°C previnem a produção de histamina (FAO; WHO, 2012). O FDA (2011) com o objetivo de reduzir a possibilidade de formação de histamina recomenda que peixes expostos à temperatura da água do mar de 28,3 °C ou menos devem ser armazenados em gelo, água do mar refrigerada (RSW), pasta de gelo (*slurry ice*) ou salmoura a 4,4 °C ou temperaturas inferiores o mais rápido possível após a captura, não ultrapassando nove horas a partir do momento da morte.

A legislação brasileira determina que o limite máximo de histamina no pescado seja de 10mg 100g⁻¹ de carne (BRASIL, 1997) o que é igual a determinação do governo de Omã, Canadá e Suíça, de acordo com Yesudhason et al. (2013).

Segundo FDA (2011), todos os peixes analisados em um lote devem apresentar limites inferiores a 5mg 100g⁻¹. A União Europeia estabelece que de nove amostras retiradas de um lote o valor de

histamina deve ser inferior a $10\text{mg } 100\text{g}^{-1}$, duas amostras podem ter valor superior a $10\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ e inferior a $20\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ e nenhuma amostra poderá ter valor superior a $20\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ (EUROPEAN COMMISSION, 1991).

1.6.2.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é um dado importante na determinação de qualidade, uma vez que iniciados os processos de decomposição hidrolítica, oxidativa ou fermentativa há a alteração na composição dos íons de hidrogênio (GONÇALVES, 2011).

O pH inicial *post mortem* pode encontrar-se próximo a sete e, posteriormente, ser reduzido pela acumulação decorrente do metabolismo anaeróbico. Depois de algumas horas ou dias o pH aumenta devido a formação de compostos que são gerados pelos processos autolíticos (fosfato inorgânico e amônia) e pela atividade dos microrganismos deteriorantes (formam principalmente amônia e aminas) (CONNELL, 1995; FAO, 1995).

De acordo com o RIISPOA (Brasil, 1952) para o peixe fresco o pH da carne externa deve ser inferior a 6,8 e da interna, inferior a 6,5. Belitz et al. (2012) descrevem que o pH do pescado fresco oscila entre 6,0 e 6,5, o peixe apto ao consumo apresenta pH de até 6,8, e pH igual ou superior 7,0 já pode indicar a deterioração.

1.7. COMERCIALIZAÇÃO DA SARDINHA VERDADEIRA

A captura de sardinha verdadeira realizada por embarcações pesqueiras, traineiras, é um dos mais importantes recursos pesqueiros brasileiros e importante fonte de proteína animal para populações de baixa renda, tanto na forma *in natura* quanto como produto processado, sendo a produção de conservas o principal destino das capturas de sardinha verdadeira (CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

1.7.1. Sardinha *in natura*

No mercado varejista a sardinha *in natura* pode ser encontrada tanto na apresentação fresca, resfriada como congelada, sob as diferentes formas de apresentação (inteira, eviscerada) (PASSINI et al., 2013; CERGOLE; DIAS NETO, 2011).

1.7.2. Sardinha salgada

Entre os processamentos industriais onde a sardinha verdadeira é utilizada como matéria prima tem-se a produção de sardinha anchovada. A anchovagem é um processo de salga baseado no aumento da pressão osmótica que irá influenciar a atividade de água, controlando o crescimento microbiano e a maturação do produto, além de promover a formação de um ambiente anaeróbio que leva à inibição dos processos fermentativos que deterioram o pescado. Embora a sardinha verdadeira possa ser utilizada para esta finalidade os autênticos anchovados são elaborados a partir de *Engraulideos* (POMBO, 2012).

1.7.3. Conserva de sardinha

Uma das técnicas mais importantes na área de conservação de alimentos é a esterilização pelo calor. Nesse processo vários tipos de alimentos, como carne cozida, peixe, conserva de vegetais, podem ser envasados em diferentes tipos de embalagens, sendo a embalagem metálica o recipiente mais comumente utilizado (MARRA; ROMANO, 2003).

A esterilização pelo calor é definida por Fellows (2006) como a operação unitária na qual o alimento é aquecido a uma temperatura alta o suficiente por um tempo adequadamente longo para destruir a atividade microbiana e enzimática. O microrganismo alvo na indústria de processamento de conservas é o *Clostridium botulinum*, uma vez que esse microrganismo tem a capacidade de sobreviver e produzir toxinas mesmo em condições de anaerobiose (GONÇALVEZ, 2011).

A elaboração de conservas a partir de peixe é uma das formas mais importantes de preservação desse tipo de alimento e muitas espécies podem ser utilizadas dando origem a produtos excelentes, principalmente com relação ao caráter prático, saudável e saboroso. A elaboração de conservas de peixe contribui para o aumento do consumo desse tipo de proteína animal o que, por sua vez, tem grande importância na nutrição humana (FERRARO et al., 2013).

No Brasil a produção de conserva de pescado é liderada pelas conservas de sardinha seguida da produção de conservas de atum. A regulamentação brasileira para a produção de conservas de sardinhas está estabelecida no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Conservas de Sardinhas através da Instrução Normativa (IN) nº 22 de 2011. De acordo com a IN nº 22 entende-se por conservas de sardinhas os produtos elaborados a partir de matéria-prima fresca ou congelada,

descabeçada, eviscerada, com exceção de gônadas e rins, acrescidos de meio de cobertura, acondicionados em recipiente hermeticamente fechado e que tenham sido submetidos a tratamento térmico que garanta sua esterilidade comercial (BRASIL, 2011b).

A Resolução nº 1, publicada pelo Ministério da Agricultura (MAPA) em 2011 estabelece que podem ser rotuladas como sardinhas as espécies: *Sardinella janeiro*, *Sardinella aurita* e *Sardina pilchardus*. *Sardinops sagax* e suas linhagens (*Sardinops melanostictus*, *Sardinops neopilchardus* e *Sardinops caeruleus*) poderão ser rotuladas como Sardinha do Pacífico e, *Sardinella gibbosa*, *Sardinella longiceps* e *Clupea bentincki* serão consideradas sardinha até que haja uma definição dos especialistas brasileiros sobre a necessidade ou não de complementação desta denominação para efeito de rotulagem. Como Sardinha laje serão rotuladas as espécies *Opisthonema oglinum* e *Opisthonema libertate* (BRASIL, 2011c).

De forma geral as etapas de preparação da matéria prima destinada à produção de conserva consistem em: lavar, descamar, eviscerar, remover a cabeça e cauda, e, novamente, lavar. O enlatamento poderá ser realizado de forma manual ou mecânica e a etapa de pré-cozimento é facultativa. A adição do líquido de cobertura é uma etapa importante visto que auxilia na remoção de ar, promovendo a formação de vácuo dentro da lata. Na etapa de recravação as latas são hermeticamente fechadas (tampa e lata) por meio de equipamentos específicos denominados recravadeiras. Posterior à etapa de recravação tem-se o processo de esterilização em que o objetivo é garantir a esterilidade comercial. O produto segue então para a etapa de rotulagem e expedição (ORDÓÑEZ, 2005a; GONÇALVES, 2011).

O período vulgarmente conhecido com quarentena é exigência do RIISPOA no artigo 458 (seção 2, VII), onde fica estabelecido que as conservas de pescado submetidas à esterilização só serão liberadas para o consumo depois de observação no mínimo por 10 (dez) dias em estufa a 37 °C (trinta e sete graus Celsius) (BRASIL, 1952).

1.8. A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE CONSERVAÇÃO A BORDO E A CONSEQUENTE ABSORÇÃO DE SÓDIO

O consumo excessivo de sódio, relacionado principalmente devido às mudanças nos hábitos alimentares, é um dos mais importantes predisponentes às Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT), como por exemplo a obesidade, doenças cardiovasculares, hipertensão e

acidente vascular cerebral. DCNT são extremamente relevantes para a saúde pública, sendo responsáveis por cerca de 60% de todas as mortes no mundo e representam 43% das doenças que acometem a população mundial (WHO, 2012; BRASIL, 2012b).

O sódio é o principal componente do sal de mesa, além de estar presente em muitas outras formas de apresentação bem como pode ser encontrado na composição natural de muitos alimentos como leite, carne e pescado (WHO, 2012).

Embora o valor mínimo de ingestão de sal para funcionamento fisiológico do organismo seja em média menos de 200 a 500 mg /dia, a recomendação da Organização Mundial da Saúde (WHO) e a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) recomendam que não seja ultrapassado um consumo diário de 2g de sódio (5g de sal/ dia) (WHO, 2012).

Com o objetivo de promover a saúde pública, através da redução de sódio em alimentos processados, o governo brasileiro, por meio do Ministério da Saúde, estabeleceu acordos com alguns dos segmentos dos setores alimentícios para que os mesmos, de forma progressiva, garantam a redução de sódio nos alimentos processados. Os primeiros acordos foram firmados em 2011 contando com alguns ramos da produção de alimentos, como a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), a Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA), a Associação Brasileira da Indústria de trigo (ABITRIGO) e a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP). No segundo semestre do mesmo ano outros alimentos foram inseridos como parte do objeto do compromisso e, da mesma forma, em 2011 uma nova lista de alimentos foi adicionada (BRASIL, 2012b).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, por meio do documento de Recomendações sobre a promoção de alimentos e bebidas não alcoólicas para crianças (BRASIL, 2011c) define na Seção III, artigo 4º que alimentos que contenham concentrações de sódio iguais ou superiores a $400\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ são considerados alimentos com quantidade elevada de sódio.

**CAPÍTULO 2 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA
SARDINHA VERDADEIRA (*Sardinella brasiliensis*)
CONSERVADA A BORDO DE EMBARCAÇÃO PESQUEIRA
PELO SISTEMA DE IMERSÃO EM SALMOURA
REFRIGERADA**

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade sensorial e físico-química (bases voláteis totais, pH, umidade e histamina) das amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada. Na avaliação sensorial todas as amostras analisadas foram classificadas com categoria de frescor Extra, uma vez que a somatória da pontuação dos critérios avaliados em cada item variou de 2,94 a 3,00. Os resultados da avaliação de bases voláteis totais não apresentaram diferença significativa entre as amostras da mesma tina durante a mesma viagem de captura. As médias encontradas entre as tinas das diferentes viagens variaram de 14,49 a 19,61 mg de N 100g⁻¹ de músculo, portanto todas atendem aos valores estipulados pelas legislações vigentes. Os valores de pH apresentaram diferença significativa entre amostras da mesma tina (mesma viagem) e também as médias entre as tinas das diferentes viagens as quais variaram de 5,92 a 6,26. Embora tenham sido encontradas diferenças entre os resultados de pH todas as amostras apresentaram-se de acordo com outros estudos e os valores estabelecidos nas normas sanitárias. Os percentuais médios de umidade variaram entre 69,16 e 72,32 e encontram-se de acordo a literatura. Na análise de histamina todas as amostras apresentaram quantidade total inferior a 2,5 mg 100g⁻¹ de forma que atendem as exigências das normas nacionais e internacionais para esse parâmetro de qualidade. Os resultados obtidos nas avaliações realizadas neste estudo demonstraram que o método de conservação a bordo por imersão em salmoura refrigerada foi eficiente para manutenção da qualidade sensorial e físico-química do peixe.

Palavras-chave: Análise Sensorial. BVT. pH. Umidade. Histamina.

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos de origem pesqueira são altamente perecíveis e o processo de deterioração, iniciado no período *post mortem* por meio de reações químicas e atividade microbiana, levam a perda da qualidade da matéria prima, ou seja, as alterações que ocorrem após a morte interferem de forma direta no frescor do pescado (ÖZOGUL et al., 2006; DOWLATI et al., 2012).

O frescor é um atributo de qualidade que desperta grande interesse e atenção de todos os setores envolvidos na cadeia de produção e consumo de produtos da pesca, uma vez que influencia tanto na qualidade da matéria prima destinada ao consumo *in natura* como também no processamento industrial (CHENG et al., 2014; BARAT et al., 2008).

De acordo com Dowlati et al. (2012) quando se deseja avaliar claramente os padrões de qualidade do pescado os indicadores de frescor ou de deterioração devem ser estabelecidos a partir de metodologias precisas. Nesse sentido diferentes métodos têm sido aplicados para avaliar alterações *post mortem*, como por exemplo, métodos sensoriais, físico-químicos (bases voláteis totais, trimetilamina, pH, concentração de aminas biogênicas) e métodos microbiológicos (OCAÑO-HIGUERA et al, 2009; GUIZANI et al., 2005; ÖZOGUL et al., 2006; DOWLATI et al., 2013). O método sensorial é um dos critérios mais utilizados nas indústrias de pescado visto que permite rapidez no julgamento da matéria prima e é de fácil execução (ABREU, 2008).

Para que seja alcançado um alto nível de qualidade ao longo de toda a cadeia produtiva, desde a captura até o consumidor final, se faz necessário empregar atenção a higiene das etapas de manuseio e, principalmente, ao rígido controle das temperaturas durante o armazenamento a bordo dos barcos pesqueiros (BADIANI et al., 2013; GONÇALVES et al., 2015).

Como método de conservação a bordo o resfriamento por meio do uso de gelo é o método tradicional e ainda o mais empregado, onde o pescado é mantido em temperaturas próximas de 0°C (JAIN; PATHARE, 2007; GALLART-JORNET et al., 2007; PIÑEIRO et al., 2004). Métodos alternativos de resfriamento e congelamento a bordo estão sendo desenvolvidos, dentre eles podemos destacar o *superchilling*, ou super resfriamento, que consiste na conservação dos alimentos por congelamento parcial em temperaturas em torno de 1 a 1.5°C abaixo do ponto de congelamento (LIU et al., 2014; KAALE et al., 2013a), o *Slurry ice*, definido como uma pasta formada pela mistura de gelo e água no estado líquido mantida a temperaturas inferiores a 0°C, o qual, devido à

grande capacidade de troca térmica, é considerado uma tecnologia de resfriamento promissora (FUMOTO et al., 2013; KUMANO et al., 2014; CHÉGNIMONHAN et al., 2010). Outro método, descrito por Saetrang (2009), consiste na utilização de água do mar refrigerada (RSW) ou resfriada (CSW) para a conservação de pescado sob imersão, sendo mantida a temperaturas abaixo de 0°C (geralmente em torno de -1°C) podendo ser refrigerado por sistema mecânico ou pela adição de gelo.

Ainda entre os métodos aplicados na conservação a bordo e com a vantagem de maior autonomia do sistema é descrito o congelamento ou resfriamento da captura por meio de imersão em soluções aquosas (*Immersion Chilling and Freezing* - ICF), principalmente salmouras elaboradas a partir de cloreto de sódio ou cloreto de cálcio, tendo como principal vantagem o rápido abaixamento da temperatura pelo alto coeficiente de transferência de calor. Embora esse sistema de conservação seja utilizado desde o início do século, têm se popularizado para a conservação a bordo de caranguejos, camarões e algumas espécies de peixes (sardinhas, atuns). A desvantagem desse sistema é a absorção de soluto pelo alimento a partir da solução de imersão, fato que é pouco estudado (LUCAS et al., 1999; ALONSO, et al., 2011; LIANG et al., 2015).

O estudo desenvolvido objetivou avaliar a qualidade físico-química de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*) capturadas por barco pesqueiro componente da frota industrial da região sudeste-sul do Brasil, o qual aplica o sistema de conservação pós captura a partir da imersão do pescado em salmoura refrigerada mecanicamente, preparada a base de sal marinho e água do mar, buscando avaliar a eficácia do sistema de conservação aplicado e sua viabilidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Reagentes e soluções

Todos os reagentes utilizados possuíam pureza analítica e todas as soluções foram preparadas utilizando água deionizada de alta pureza (18,2 MΩ cm) obtida pelo sistema de ultrapurificação de água Milli-Q (Millipore, Bedford, EUA), ácido clorídrico (37% m/m), carbonato de sódio, ácido bórico, óxido de magnésio, vermelho de metila, verde de bromocresol, padrão de histamina, metil-imidazol (padrão interno), ácido α -hidroxi-isobutírico (HIBA), álcool etílico, foram obtidos da Sigma-

Aldrich (St. Louis, EUA), as soluções tampão pH 4,01 e 6,86 foram obtidas da VETEC (Rio de Janeiro, Brasil).

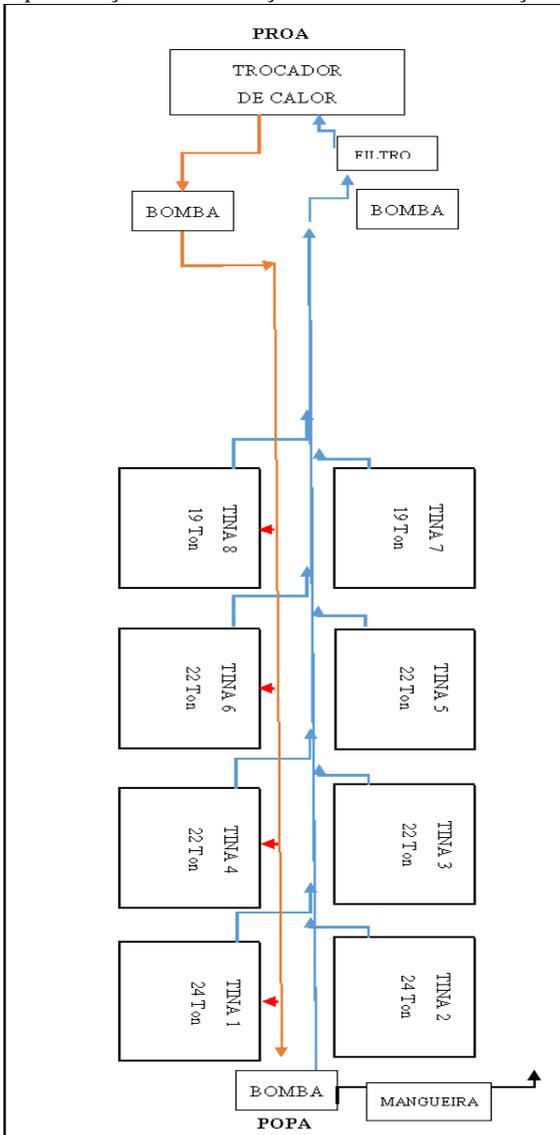
2.1.2. Estrutura da embarcação pesqueira utilizada no estudo

O estudo foi realizado em parceria com empresa GDC Alimentos S.A e o barco pesqueiro Mtanos Seif pertencente à empresa JS PESCADOS, localizada no município de Itajaí, Santa Catarina. A embarcação construída no ano de 2008 conta com casco fabricado em aço, apresenta comprimento total de 35,70m e 231 de arqueação bruta, devidamente permissionada junto ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), sob nº SC-0001210-5 (Registro Geral da Pesca – RGP), estando autorizada a capturar sardinha verdadeira como espécie alvo por meio da modalidade de cerco.

Este barco pesqueiro utiliza para a conservação do peixe capturado o sistema por imersão em salmoura refrigerada mecanicamente. Na embarcação estão dispostas oito tinas (tanques) independentes, ligadas a um sistema de refrigeração mecânico (trocadores de calor). As tinas são identificadas com números sequenciais de um a oito, e a capacidade de estocagem em toneladas de peixe de cada tanque é de, aproximadamente, 24 para as tinas um e dois, 22 toneladas para as tinas três, quatro, cinco e seis, e as tinas sete e oito tem capacidade de aproximadamente 19 toneladas. A Figura 4 representa a distribuição das tinas na embarcação.

Para coleta de dados de temperatura das tinas foram utilizados sensores fixados nas paredes, cerca de 1,5 m de distância do fundo. Um software elaborava as rotinas de coletas e os dados coletados eram encaminhados para uma interface, onde por meio de aplicativo eram registrados (rede de dados RS485) e posteriormente coletados diariamente com auxílio de uma unidade *flash* USB.

Figura 4 - Representação da distribuição das tinas na embarcação Mtanos Seif.



Fonte: próprio autor.

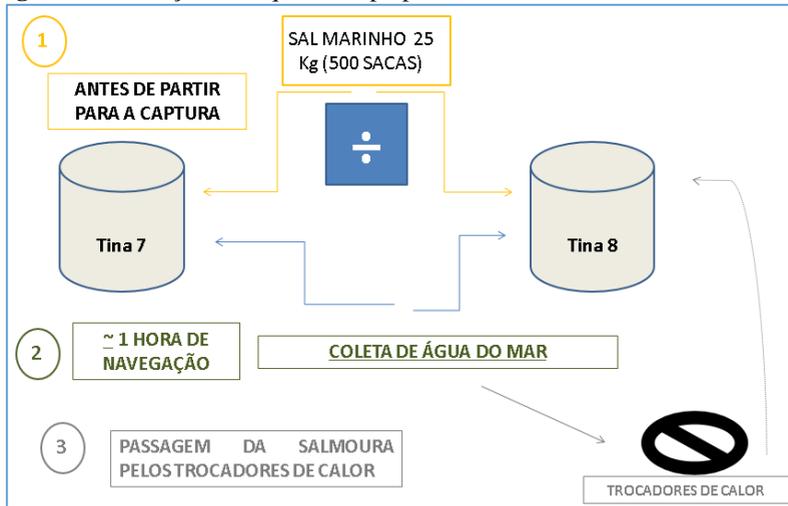
2.1.3. Sistemática de preparo da salmoura para refrigeração

Antes de iniciar a viagem de captura todo sal a ser utilizado na solução de salmoura foi alocado nas tinas sete e oito (500 sacas de 25 kg – ficha técnica em anexo – ANEXO 01). A escolha dessas tinas especificamente para esta embarcação se deve à proximidade aos trocadores de calor, aliado ao fato de que o volume de salmoura preparado em ambos os tanques é suficiente para a conservação da capacidade total de carga da embarcação.

A água utilizada na produção de salmoura (água do mar) é coletada após cerca de uma hora de navegação a partir do porto de origem (podendo variar de acordo com o porto de partida).

A água do mar é succionada por um sistema de bombas e armazenada nas tinas previamente citadas onde o processo de dissolução do sal e refrigeração da salmoura é iniciado através da circulação em trocadores de calor (amônia) utilizando bombas de sucção com fluxo ascendente. Os tanques de armazenamento são conectados ao sistema de refrigeração de forma independente, não ocorrendo troca direta de salmoura entre os tanques sem que seja realizada primeiramente a passagem pelos trocadores. Quando existe a necessidade de transbordo da salmoura entre tinas já abastecidas com pescado o mesmo é realizado por meio de bombas auxiliares independentes, sem conexão com os trocadores de calor. Todo o sistema de movimentação é controlado por um sistema mecânico automatizado, o qual por sua vez, é operado pelo responsável (membro da tripulação) por meio de um painel eletrônico de controle. A Figura 5 ilustra as etapas de preparo da salmoura.

Figura 5 - Ilustração do esquema de preparo da salmoura.



Fonte: próprio autor.

A salmoura é considerada ideal para o perfeito funcionamento do sistema quando alcança concentrações entre 20 a 22 ° Bé e temperaturas entre -12 e -13 °C, de acordo com o procedimento operacional da embarcação.

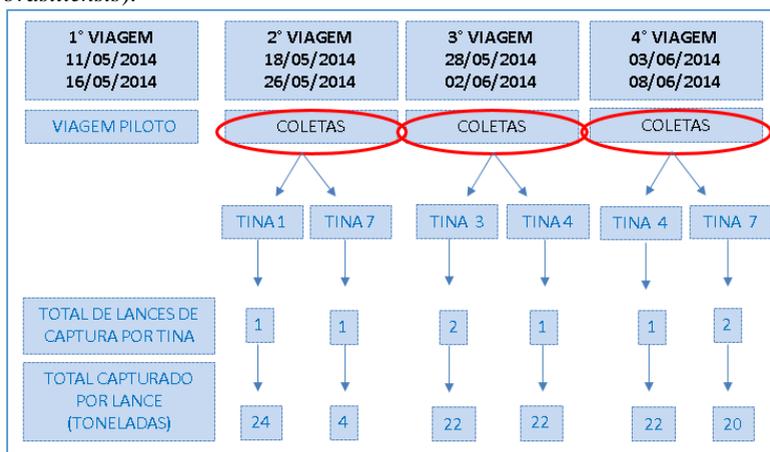
2.1.4. Coleta de dados referentes à dinâmica de captura e à conservação do pescado

As amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) foram coletadas a partir de três viagens de pesca realizadas entre os meses de maio e junho de 2014, desembarcadas no cais de descarga da empresa GDC Alimentos S.A, localizada no município de Itajaí/ SC, no momento da descarga da embarcação imediatamente após a etapa de lavagem do peixe com água hiperclorada (5 ppm).

Para o procedimento de coleta foram selecionadas duas das oito tinas dispostas na embarcação, considerando os seguintes quesitos: 1) tinas que apresentassem a maior quantidade de sardinha verdadeira em proporção à fauna acompanhante, ou seja, espécies diferentes da espécie-alvo (por exemplo: Sardinha laje (*Opisthonema oglinum*), Palombeta (*Chloroscombrus chrysurus*), Cavalinha (*Scomber japonicus*), Xixarro (*Trachurus trachurus*), Peixe galo (*Selene setapinnis*); 2) tinas que não

apresentassem desvios bruscos no sistema de refrigeração durante toda a viagem; 3) tinas que contivessem a maior e a menor quantidade armazenada (toneladas de peixe) e 4) tinas que tivessem sido preenchidas pela maior e menor quantidade de lances. As tinas selecionadas bem como as características de armazenamento de cada uma delas são apresentadas na Figura 6.

Figura 6 - Esquema de coletadas amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).



*Observação: nos ‘lances’ são consideradas as quantidades de peixe capturadas e armazenadas em cada tina.

Fonte: próprio autor.

2.1.5. Coleta das amostras

A partir das tinas selecionadas, imediatamente após a etapa de lavagem com água hiperclorada (5 ppm), sem outro tratamento prévio, foram coletados 20 kg de sardinha verdadeira, os quais foram submetidos, ainda na planta da empresa, à evisceração, remoção de rabo, cabeça e descamação, sendo todas as etapas realizadas de forma manual. Após evisceração as amostras foram novamente lavadas com água clorada (0,2 - 2,0 ppm), onde uma massa de 2 kg foi separada de forma totalmente casualizada, filetada para exclusão da pele e espinha dorsal, seguidas de congelamento a $-20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ até o momento das análises de bases voláteis totais, pH, histamina e umidade.

2.1.6. Amostragem para avaliação da qualidade sensorial do pescado

A amostragem para análise sensorial foi realizada de acordo com o procedimento padrão interno da empresa GDC Alimentos S.A. baseado na Norma Brasileira (NBR) a qual estabelece o Plano de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos (NBR 5426) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (BRASIL, 1985).

O plano de amostragem foi determinado com o Nível Especial de Inspeção S2 (relação entre o tamanho do lote e o tamanho da amostra). A seleção do nível especial de inspeção foi adotada com base na necessidade de tamanho de amostras relativamente pequenas onde possam ser tolerados grandes riscos de amostragem, de acordo com o item 4.7.1 da NBR 5426 (BRASIL, 1985).

Para determinação do tamanho do lote foi estabelecido como padrão a capacidade média de estocagem das tinas da embarcação pesqueira em 20.000 kg. Também a fim de definir padrões para o cálculo do tamanho da amostra foi determinado que os lotes apresentaram em média 12 peixes/kg. Com essas informações foi calculado o tamanho do lote pela composição da carga total (20.000 kg) em número de peixes, chegando-se ao tamanho de lote de aproximadamente 240.000 peixes. Com um lote de tamanho de 240.000 foi consultada a Tabela 1 do Anexo A da NBR 5426 (BRASIL, 1985) para determinação do código da amostra. O código da amostra foi definido como E, visto que o tamanho do lote enquadrou-se na faixa de valores de 150.001 a 500.000.

Definido o código da amostra foi realizada a consulta a Tabela 2 (Anexo A) para determinação do tamanho da amostra onde foi determinada a avaliação de 13 amostras para o lote em questão. Com o objetivo de otimizar o processo de análise o número de amostras foi reduzido a nove equalizando com o número de amostras definido pela Diretiva 493 de 1991 do Conselho Econômico Europeu (CEE, 1991) para análise de determinação da concentração de histamina.

Embora o embasamento amostral tenha sido realizado a partir da NBR 5426 (BRASIL, 1985) a aceitação ou rejeição do lote não foram determinadas pelo NQA (Nível de Qualidade Aceitável) uma vez que estas ações foram tomadas com base no resultado da categoria de frescor que foi definido pelo resultado das avaliações dos critérios de cada item avaliado na análise sensorial.

2.2. Métodos

2.2.1. Avaliação sensorial do pescado

A análise sensorial foi realizada de acordo com o procedimento operacional padrão de recepção de sardinha da empresa GDC Alimentos S.A. O procedimento de recepção está embasado na regulamentação do conselho da Comunidade Econômica Europeia, estabelecido pela Diretiva nº 2406/96 de 26 de novembro de 1996 a qual fixa as Normas comuns de comercialização para certos produtos da pesca (CEE, 1996).

Para determinação do frescor das amostras foram estabelecidos os itens que deveriam ser avaliados no peixe. Os itens foram avaliados e recebem pontuação de acordo com os critérios de frescor conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Critérios para determinação do frescor do peixe.

Itens de avaliação	Critérios de notas			
	EXTRA = 3	A = 2	B = 1	NÃO ADMITIDOS (C = 0)
Pele	Pigmento vivo e brilhante; sem descoloração	Pigmentação viva, mas sem brilho	Pigmentação baça e em vias de descoloração	Pigmentação baça ou em estado de decomposição mais adiantado
Muco da pele	Aquoso, transparente	Ligeiramente turvo	Leitoso.	Cinzeno amarelado, opaco
Olhos	Convexo, pupila negra e viva; córnea transparente	Convexo, pupila negra e embaçada; córnea ligeiramente sem brilho	Chato; córnea sem brilho e pupila opaca	Côncavo no centro; pupila cinzenta; córnea leitosa ou em estado de decomposição mais adiantado
Guelras	Cor viva; sem muco	Cor menos viva; muco transparente	Castanho/cinzeno em descoloração; muco opaco e espesso	Amareladas; muco leitoso ou em estado de decomposição mais adiantado
Coloração do músculo	Incolor	Ligeiramente rosada	Rosada	Avermelhada
Textura do músculo	Firme e elástica; superfície macia	Menos elástico	Ligeiramente mole (flácida), menos elástico	Mole flácida ou em estado de decomposição mais adiantado, escamas facilmente separáveis da pele, superfície rugosa
Espinha dorsal	Firmemente aderida ao músculo	Aderida ao músculo	Levemente aderida ao músculo	Sem aderência ao músculo
Odor do músculo	à algas marinhas, característico	Ausência de cheiro a algas marinhas; cheiro neutro	Fermentado; ligeiramente ácido	Extremamente ácido ou num estado de decomposição mais adiantado

Fonte: GDC Alimentos S.A. adaptado a partir da Diretiva 2406/96 (CEE, 1996).

2.2.1.1. Cálculo para determinação do frescor

Para cada item avaliado foi realizado o somatório dos pontos determinados para cada amostra e, posteriormente, foi realizada a soma do total de cada item. O cálculo para determinação da categoria de frescor do lote avaliado (neste caso as tinas de cada viagem são consideradas como lotes distintos) foi dado pela somatória das pontuações de frescor (conforme apresentado na Tabela 7) alcançada em cada item dividido pelo resultado da multiplicação do número de itens avaliados e o número de amostras avaliadas, conforme a fórmula descrita abaixo:

$$\frac{\text{SOMA DOS PONTOS OBTIDOS (somatório do frescor de cada item)}}{\text{N}^\circ \text{ ITENS AVALIADOS} \times \text{N}^\circ \text{ DE AMOSTRAS}}$$

Tabela 7 - Avaliação do frescor de sardinha verdadeira.

ITEM	AMOSTRAS									TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1- PELE											Somatório da pontuação de frescor para cada amostra
2- MUCO											
3- OLHOS											
4- GUELRAS											
5- COR MUSCULO											
6- TEXTURA MUSCULO											
7- ESPINHA DORSAL											
8- ODOR MUSCULO											
RESULTADO:											Resultado final da pontuação de frescor com base na fórmula

Fonte: GDC Alimentos S.A. adaptado a partir da Diretiva 2406/96 (CEE, 1996).

A partir do valor obtido decorrente da aplicação da fórmula se determina a categoria de frescor do lote de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 - Determinação da categoria de frescor.

PONTUAÇÃO	CATEGORIA DE FRESCOR
>2,70	EXTRA
2,69 até 2,00	A
1,99 até 1,00	B
< 1,00	C

Fonte: GDC Alimentos S.A. adaptado a partir da Diretiva 2406/96 (CEE, 1996).

2.2.2. Bases voláteis totais

As determinações dos níveis de bases voláteis totais foram realizadas em triplicatas de massas de 10g de músculo de sardinhas isentas de escamas, pele e espinha dorsal, previamente preparadas a partir das coletas realizadas conforme descrito anteriormente, parcialmente congeladas, medidas em balança analítica modelo AB 204-2 (Mettler Toledo, Suíça) foram trituradas em moinho de bancada modelo A49 (IKA, São Paulo, Brasil), tiveram sua temperatura ajustada para 10 °C e foram analisadas segundo método descrito na Instrução Normativa nº 20, de 21/07/99 do MAPA (BRASIL, 1999), e os resultados expressos em mg de Nitrogênio 100g⁻¹ de amostra.

2.2.3. pH

As medidas de pH das amostras foram realizadas segundo metodologia descrita na Instrução Normativa nº 20, de 21/07/99 do MAPA (BRASIL, 1999), a partir das amostras coletadas e previamente trituradas conforme citados para a determinação de bases voláteis totais. As análises foram realizadas com auxílio de equipamento medidor de pH modelo DM-20 (Digimed, São Paulo, Brasil) e os resultados expressos como média e desvio padrão das triplicatas avaliadas por unidade amostral.

2.2.4. Histamina

As determinações de histamina foram realizadas a partir de massas das amostras coletadas conforme descrito anteriormente, livres de escamas, peles e espinhas dorsais, excluindo-se áreas próximas ao abdome das sardinhas, trituradas mantendo-se a temperatura em aproximadamente 10 °C, com auxílio de moinho de bancada modelo A49 (IKA, São Paulo, Brasil). Massas de 2,0 ± 0,1 g de amostras medidas em balança analítica modelo AB 204-2 (Mettler Toledo, Suíça) em tubos “Falcon” de 50 mL e submetidas à extração e quantificação segundo metodologia descrita por Vitali et al. (2013), com auxílio de equipamento de eletroforese capilar modelo 7100 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA), equipado com detector de arranjo de diodos e software (HP ChemStation®) para coleta e tratamento dos dados. Foram preparados testes brancos com amostras previamente analisadas, livres de histamina,

onde massas de $2,0 \pm 0,1$ g da amostra branca foram medidas em quadruplicata em tubos “Falcon” e submetidas ao mesmo processo de extração descrito para as amostras.

A quantificação das amostras foi realizada com base em curva de calibração preparada sobre amostras isentas de histamina (brancas) conforme descrito na Tabela 9.

Os resultados foram calculados com base na equação resultante da injeção da curva de calibração: $y = ax + b$, onde: y = concentração de histamina mg.kg^{-1} , x = razão da área da histamina/metil-imidazol, a = coeficiente angular, b = coeficiente linear.

Para a expressão dos resultados, amostras com áreas inferiores ao limite de quantificação do método não foram quantificadas e seus resultados expressos como “NQ” (não quantificáveis).

Tabela 9 - Volumes (em μL) de solução estoque de histamina e volumes da solução de padrão interno (metil-imidazol) para construção da curva de calibração.

Concentração (mg kg^{-1})	μL solução padrão de histamina	Padrão interno metil-imidazol 10000 ppm (μL)
0	0	0
0	0	40
25	50 (1000 ppm)	40
50	100 (1000 ppm)	40
100	20 (10000 ppm)	40
150	30 (10000 ppm)	40
200	40 (10000 ppm)	40

Fonte: próprio autor.

2.2.5. Umidade e substâncias voláteis

Para a determinação de umidade e substâncias voláteis foi empregado o método n° 952.08 descrito por AOAC (2005), utilizando-se estufa de secagem direta modelo SP-400 (SP-Labor, São Paulo, Brasil) aplicando secagens e tomadas de massas até obtenção de massas constante com auxílio de balança analítica modelo AB 204-2 (Mettler Toledo, Suíça). Os resultados foram expressos em % m/m de umidade e

substâncias voláteis, considerando medidas realizadas em triplicatas das unidades amostrais.

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas em triplicada e os resultados expressos como média \pm desvio padrão. Para identificar diferenças significativas entre as médias foi utilizada análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA 7.0, admitindo nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise sensorial

Todas as amostras avaliadas, independentemente do tempo de estocagem a bordo sob imersão em salmoura refrigerada, apresentaram classificação ‘Extra’ para o índice de frescor, com pontuação final superiores a 2,70. Os valores obtidos no cálculo da categoria de frescor e tempo total de estocagem estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores obtidos para categoria de frescor de amostras de *Sardinella brasiliensis* tempo total de estocagem sob imersão em salmoura refrigerada.

Viagem/Tina	Resultado da avaliação de Frescor	Categoria de frescor	Tempo total de estocagem dias
Viagem 2. Tina 2.	3.00	Extra	$\approx 3,5$
Viagem 2. Tina 7.	2.94	Extra	$\approx 3,6$
Viagem 3. Tina 3.	2.94	Extra	≤ 1
Viagem 3. Tina 4.	2.98	Extra	1
Viagem 4. Tina 4.	2.83	Extra	4
Viagem 4. Tina 7.	2.97	Extra	5

*Tempo total de estocagem refere-se ao período em que o peixe capturado permaneceu armazenado na tina.

Fonte: Próprio autor.

Dentre os itens avaliados (Tabela 8), olhos, guelras e espinha dorsal foram os únicos que apresentaram pontuação 2 dentre as amostras avaliadas, todos os demais itens apresentaram pontuação 3, definindo todas as amostras analisadas com grau de frescor Extra, conforme Tabela 8. Losada et al. (2005) avaliaram a qualidade de peixe (*Trachurus*

trachurus) armazenado em *Slurry ice* e constataram que olhos e guelras são os parâmetros que mais se alteram durante o armazenamento.

Ainda de acordo com Losada et al. (2005) o armazenamento do xixarro (*Trachurus trachurus*) em gelo determinou a perda acelerada de qualidade, onde categorias de frescor Extra e A só foram mantidas até o segundo dia de estocagem, já Pastoriza et al. (2008) obtiveram até 14 dias de frescor aceitável para comercialização em lotes de pescada (*Merluccius merluccius*) conservada a bordo da embarcação pesqueira com a utilização de gelo produzido com água previamente tratada com ozônio.

4.2. Avaliação dos parâmetros de qualidade BVT, pH, histamina, umidade das amostras de *Sardinella brasiliensis* conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada

4.2.1. Bases voláteis totais (BVT)

Os valores de bases voláteis totais encontrados variaram de 14,49 a 19,61 mg 100g⁻¹ (Tabela 11), semelhantes aos encontrados por Özogul et al. (2006) para peixe fresco, onde o BVT variou de 5 e 20 mg N 100g⁻¹ de músculo. Pereira (2004) avaliou amostras de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) comercializadas na CEAGESP (Companhia de entrepostos e armazéns de São Paulo) provenientes do processo de salmoura e obtendo valores entre 31,10 ± 1,41 a 61,21 ± 0,97 mg 100 g⁻¹, superiores aos encontrados neste estudo. Embora as amostras de ambos os estudos tenham a mesma origem de conservação quando levado em conta a tecnologia de conservação a bordo dos barcos de pesca, as amostras da CEAGESP foram, de acordo com Pereira (2004), transportadas dos locais de descarga até a CEAGESP via transporte rodoviário por em média 14 horas acondicionadas em gelo, considerando-se esta etapa a provável responsável pelo comportamento dos níveis de bases voláteis totais.

Tabela 11 - Valores de Bases Voláteis Totais das amostras de *Sardinella brasiliensis* conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.

AMOSTRAS	BVT (mg N 100g ⁻¹)					
	VIAGEM 2 TINA 1	VIAGEM 2 TINA 7	VIAGEM 3 TINA 3	VIAGEM 3 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 7
1	18,57 ^a ± 0,03	16,16 ^a ± 0,35	15,67 ^a ± 0,64	16,46 ^a ± 0,78	18,27 ^b ± 0,36	19,40 ^a ± 0,72
2	17,93 ^a ± 0,74	14,74 ^a ± 0,36	15,72 ^a ± 0,62	17,14 ^a ± 1,50	20,09 ^a ± 0,02	17,96 ^a ± 0,72
3	17,54 ^a ± 0,40	12,56 ^a ± 1,10	16,51 ^a ± 0,74	19,00 ^a ± 0,33	20,48 ^a ± 0,37	16,89 ^a ± 0,36
Média	18,01 ^{ab} ± 0,42	14,49 ^c ± 1,48	15,97 ^{ab} ± 0,38	17,53 ^{ab} ± 1,07	19,61 ^b ± 0,96	18,08 ^{ab} ± 1,03

*Letras na mesma coluna devem ser comparadas entre as amostras de um a três da mesma coluna. Letras na linha das médias devem ser comparadas entre as médias. Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os resultados.

Fonte: próprio autor.

A legislação brasileira estabelece no Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 1952) e no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (RTIQ) (BRASIL, 1997) como limite máximo aceitável para bases voláteis totais 30 mg de Nitrogênio 100 g⁻¹ de amostra, dessa forma o sistema utilizado para a conservação das amostras deste estudo apresenta-se como eficiente para manutenção deste parâmetro.

4.2.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

Os resultados de pH das amostras de *Sardinella brasiliensis* analisadas variaram de 5,92 a 6,26 (Tabela 12), com tempos de armazenamento em salmoura refrigerada entre 19 horas a cinco dias. Campos et al. (2005) estudando o impacto de três sistemas diferentes de estocagem na qualidade de sardinhas (*Sardina pilchardus*), obtiveram valores de 6,04 após 19 dias de estocagem em pasta de gelo tratada com ozônio (*ozonised slurry ice*), 6,11 em 15 dias em pasta de gelo (*slurry ice*) e 6,41 após oito dias de conservação em flocos de gelo (*flake ice*). Os resultados de pH obtidos neste estudo estão de acordo com o RIISPOA (BRASIL, 1952) visto que o mesmo estabelece que o pH deve ser inferior a 6,5, dessa forma o sistema de conservação adotado pode ser considerado como eficiente para a manutenção deste parâmetro.

Tabela 12 - Valores de pH das amostras de *Sardinella brasiliensis* conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.

AMOSTRAS	pH					
	VIAGEM 2 TINA 1	VIAGEM 2 TINA 7	VIAGEM 3 TINA 3	VIAGEM 3 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 7
1	5,97 ^a ± 0,01	5,97 ^b ± 0,01	6,26 ^a ± 0,02	6,18 ^a ± 0,00	6,24 ^{a,b} ± 0,00	6,27 ^a ± 0,01
2	5,99 ^a ± 0,05	5,88 ^a ± 0,02	6,19 ^a ± 0,01	6,20 ^a ± 0,00	6,26 ^b ± 0,00	6,26 ^a ± 0,00
3	6,01 ^a ± 0,06	5,91 ^{a,b} ± 0,00	6,21 ^a ± 0,01	6,19 ^a ± 0,00	6,22 ^a ± 0,00	6,25 ^a ± 0,00
Média	5,99 ^b ± 0,02	5,92 ^b ± 0,04	6,22 ^a ± 0,03	6,19 ^a ± 0,01	6,24 ^a ± 0,02	6,26 ^a ± 0,01

*Letras na mesma coluna devem ser comparadas entre as amostras de um a três da mesma coluna. Letras na linha das médias devem ser comparadas entre as médias. Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os resultados.

Fonte: próprio autor.

4.2.3. Umidade

Os percentuais de umidade para as amostras avaliadas neste estudo variaram entre 69,16 a 72,32% m/m (Tabela 13). Esses valores, embora sejam provenientes de amostras de *Sardinella brasiliensis* conservadas por imersão em salmoura refrigerada correspondem aos valores de umidade relatados por Santo et al. (2003) para filés de sardinha *in natura*, 66 a 84% m/m, e com valores encontrados por Pereira (2004) que avaliou amostras de sardinhas frescas e obteve valores de umidade variando entre 74,29 a 79,84% m/m.

Tabela 13 - Valores de umidade das amostras de *Sardinella brasiliensis* conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.

AMOSTRAS	UMIDADE (%)					
	VIAGEM 2 TINA 1	VIAGEM 2 TINA 7	VIAGEM 3 TINA 3	VIAGEM 3 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 7
1	69,68 ^b ± 0,03	70,73 ^a ± 0,08	72,91 ^a ± 0,10	67,27 ^a ± 0,02	69,57 ^a ± 0,09	70,75 ^a ± 0,01
2	70,07 ^c ± 0,06	72,14 ^c ± 0,06	71,98 ^a ± 0,39	70,99 ^c ± 0,14	69,92 ^a ± 0,02	70,77 ^a ± 0,08
3	68,91 ^a ± 0,02	71,62 ^b ± 0,01	72,08 ^a ± 0,39	69,21 ^b ± 0,00	68,41 ^b ± 0,16	70,90 ^a ± 0,03
Média	69,55^a ± 0,48	71,50^{a-b} ± 0,58	72,32^b ± 0,42	69,16^a ± 1,52	69,30^a ± 0,65	70,81^{a-b} ± 0,07

*Letras na mesma coluna devem ser comparadas entre as amostras de um a três da mesma coluna. Letras na linha das médias devem ser comparadas entre as médias. Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os resultados.

Fonte: próprio autor.

Losada et al. (2007) avaliaram amostras de *Sardina pilchardus* submetidas à imersão em *Slurry ice* onde a solução de gelo e água continha 3,3% de cloreto de sódio (NaCl) e os valores de umidade encontrados, tanto para amostras *in natura* (71,8 % m/m) como para amostras após o tratamento (70,5 a 73,5 % m/m) estas respostas bem como os dados encontrados neste estudo, demonstraram que os períodos e condições de armazenagem aplicados não comprometeram de forma expressiva os níveis de umidade da matéria prima.

4.2.4. Histamina

Os níveis de concentração de histamina encontrados nas amostras analisadas foram inferiores ao limite de quantificação definido pela metodologia aplicada, sendo apresentados como inferiores à 2,5 mg 100 g⁻¹, podendo-se afirmar que os valores estão de acordo com a legislação brasileira vigente, onde o RTIQ de peixe fresco estabelece limite máximo de 10 mg 100 g⁻¹ de músculo (100 ppm). As amostras analisadas atendem também à recomendação estabelecida pelo Conselho da União Europeia (1991) o qual admite que para uma amostragem de nove amostras duas podem apresentar concentração de histamina entre 10 e 20 mg 100 g⁻¹. O FDA (2011) estabelece limite máximo de 5 mg 100 g⁻¹. Podemos avaliar

que as amostras analisadas neste estudo encontram-se aptas para o processamento e consumo, e atestar que o sistema de conservação adotado se mostrou eficiente na inibição da produção de histamina.

4. Conclusão

A partir do presente estudo podemos avaliar que o modelo de conservação por imersão em salmoura refrigerada o qual está sendo adotado para conservação a bordo de sardinha verdadeira no pós captura pelo barco de pesca em estudo, apesar de necessitar de avaliações periódicas e efetivas, quando avaliado em relação à manutenção da qualidade do pescado capturado atende quanto aos padrões físicos e químicos analisados e estabelecidos pelas normas brasileiras e europeias em todos os quesitos.

**CAPÍTULO 3 - OSCILAÇÕES DE TEMPERATURA DO
SISTEMA DE CONSERVAÇÃO DE SARDINHA VERDADEIRA
(*Sardinella brasiliensis*) A BORDO POR IMERSÃO EM
SALMOURA REFRIGERADA E VARIÁVEIS QUE
INFLUENCIAM NA ABSORÇÃO DE SÓDIO**

RESUMO

O presente estudo teve como propósito avaliar a dinâmica das oscilações de temperatura nos compartimentos de carga da embarcação pesqueira na captura de sardinha verdadeira em diferentes viagens, avaliando as temperaturas de estocagem do pescado a bordo em comparação com as temperaturas referência, sua influência no sistema de conservação e na absorção dos cátions K^+ , Ba^{2+} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} pela matéria prima, destina a elaboração de conservas. Os dados de controle do processo na embarcação (controles de temperatura, concentração de salmoura, massas de pescado adicionado a cada compartimento, tempo de imersão do pescado) foram obtidos diretamente na unidade pesqueira e as análises de cátions realizadas por eletroforese capilar (EC) após abertura e dissolução das amostras, com injeção direta após centrifugação. Os oito sistemas avaliados apresentaram-se em desacordo com as exigências com relação ao tempo de transição entre as temperaturas de $-0,5$ a -5 °C. Todos os sistemas (compartimentos/salmoura/pescado) apresentaram-se de acordo quanto ao tempo máximo (definido em nove horas) exigido para o abaixamento das temperaturas a patamares inferiores a $4,4$ °C. Para o abaixamento até 3 °C em seis horas, dois sistemas estavam em desacordo. Quando avaliado o abaixamento a 0 °C todos os sistemas realizaram o processo em tempos inferiores a 16 horas. A avaliação dos resultados mostrou que a variável de maior influência sobre a absorção de sódio nas amostras analisadas foi o tempo total de imersão e a massa de pescado adicionada ao sistema não demonstrou influência quando avaliada de forma isolada. Os resultados demonstraram que o sistema de conservação do pescado a bordo foi desenvolvido e aplicado sem procedimento padrão, impedindo a classificação quanto à natureza do pescado descritas nas legislações vigentes, considerando que o sistema de conservação adotado não se enquadra em nenhum dos demais sistemas descritos na literatura, necessitando de regulamentação e controle.

Palavras-chave: Sardinha verdadeira. Cátions. Conservação em salmoura refrigerada.

1. INTRODUÇÃO

O peixe e os produtos da pesca apresentam grande importância na economia e nutrição da população humana. O setor pesqueiro garante emprego e renda a milhares de pessoas em todo o mundo e em países de baixa renda é fonte de subsistência para populações com acesso restrito a produção de alimentos (FAO, 2014).

Composto por nutrientes de alto valor biológico e alta digestibilidade o pescado está entre os produtos selecionados por pessoas que buscam dietas alimentares mais equilibradas, com alta proteína, baixa carga calórica, baixo teor de gordura (especialmente baixo colesterol) e que forneçam nutrientes essenciais. No entanto os peixes e produtos da pesca podem entrar rapidamente em processo de deterioração no período após a morte perdendo características nutricionais importantes (FARIAS, 2006; WU et al., 2014).

Fatores como a higiene no manuseio pós pesca e submissão imediata dos lances (quantidade de pescado captura e armazenada nos tanques da embarcação) capturados em sistemas que garantam o rápido abaixamento da temperatura são imprescindíveis para o controle de qualidade da matéria prima ainda a bordo das embarcações pesqueiras, uma vez que a matéria prima após entrar em processos de deterioração, não retorna a qualidade inicial independentemente do processo tecnológico aplicado.

Nas embarcações pesqueiras a forma tradicional de conservação a bordo é em boa parte realizada por meio da utilização de gelo, onde o pescado e o gelo são distribuídos em camadas alternadas e mantidos até a descarga no entreposto de pesca ou indústria de processamento. A utilização de gelo apresenta algumas desvantagens, como os danos mecânicos e oxidativos, é mais laboriosa tanto na embarcação como durante a descarga, além de limitar o tempo de permanência das embarcações nos bancos de pesca.

Outras tecnologias têm sido empregadas na substituição do sistema tradicional de conservação a bordo. *Slurry ice* é o resfriamento em pasta de gelo, formada por mistura de gelo e água (água pura ou soluções binárias); o *Superchilling* baseado no congelamento parcial sob temperaturas de 1 a 1,5 °C abaixo do ponto de congelamento do alimento, onde 5 a 30% da água disponível é congelada; o sistema que utiliza água do mar refrigerada mecanicamente (RSW) ou resfriada por meio da adição de gelo (CSW) consistindo na imersão da captura em água do mar limpa (com aproximadamente 3% de sal) mantida a aproximadamente -1 °C; e o sistema de conservação por resfriamento ou congelamento sob

imersão (*Immersion chilling and freezing - ICF*), o qual utiliza soluções binárias, geralmente elaboradas a partir de água e cloreto de sódio (NaCl) e tem sido aplicadas em diferentes locais do mundo. ICF apresenta inúmeras vantagens sobre o sistema tradicional de resfriamento (gelo), como maiores coeficientes de troca de calor, fazendo com que o abaixamento da temperatura seja mais rápido, ocorra a imersão completa do pescado evitando o contato com oxigênio, reduzindo as alterações oxidativas, além de aumentar a autonomia das embarcações no mar por possuir controle da capacidade de refrigeração sem que o barco de pesca seja dependente do fornecimento externo de gelo, podendo assim realizar deslocamentos para capturas mais longas, proporcionando ainda a redução de manipulação do pescado.

Os produtos da pesca ainda não se encontram listados nos primeiros compromissos assinados entre a ANVISA e os representantes das indústrias de alimentos, porém a fim de se adequar aos novos requisitos referentes às concentrações de sódio se faz necessário avaliar matérias primas armazenadas em sistemas que utilizem a conservação por imersão em salmoura, buscando prever possíveis impactos tanto nas etapas de processamento da conserva como também com o objetivo de atender a redução dos níveis de sódio recomendadas pelas organizações de saúde.

A influência do uso de salmoura refrigerada mecanicamente por embarcação de pesca industrial para conservação de *Sardinella brasiliensis* foi avaliada *in loco* (barco em alto mar) através do uso de protocolo de observação de bordo específico para mensuração dos processos relacionados à dinâmica da captura e conservação a bordo, bem como através de ensaios laboratoriais para definição das taxas de absorção dos cátions Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} no pescado no momento do desembarque. O estudo teve como propósito buscar subsídios para discutir a viabilidade de utilização do sistema de conservação por imersão em salmoura refrigerada, a segurança alimentar em relação às taxas de absorção de sódio (Na^+) e a eficiência econômica da aplicação da salmoura refrigerada frente ao sistema de conservação em gelo e, de forma adicional, fornecendo à cadeia produtiva da conserva de sardinha dados para uma melhor compreensão do funcionamento do sistema e avaliação das possibilidades de melhoria da qualidade do pescado capturado nessa condição.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Reagentes e soluções

Os padrões analíticos de K^+ , Ba^{2+} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e imidazol foram adquiridos da Sigma Aldrich (Santa Ana, EUA). Ácido acético, ácido láctico, hidróxido de sódio, ácido nítrico, ácido clorídrico, todos de grau analítico foram obtidos da Vetec (Rio de Janeiro, Brasil). A água utilizada foi ultrapurificada através de desionização (desionizador Milli-Q, Millipore, Bedford, EUA).

Foram preparadas soluções padrão aquosas para cada analito, na concentração de 100 mmol L^{-1} , armazenadas a $4 \text{ }^\circ\text{C}$ e diluídas com água deionizada para atingir as concentrações de trabalho requeridas para os experimentos. Para a determinação indireta de cátions nas soluções das amostras o BGE utilizado foi composto de 30 mmol L^{-1} de imidazol, 300 mmol L^{-1} de ácido acético e 140 mmol L^{-1} de ácido láctico, em pH 3,0.

2.1.2. Estrutura da embarcação pesqueira utilizada no estudo

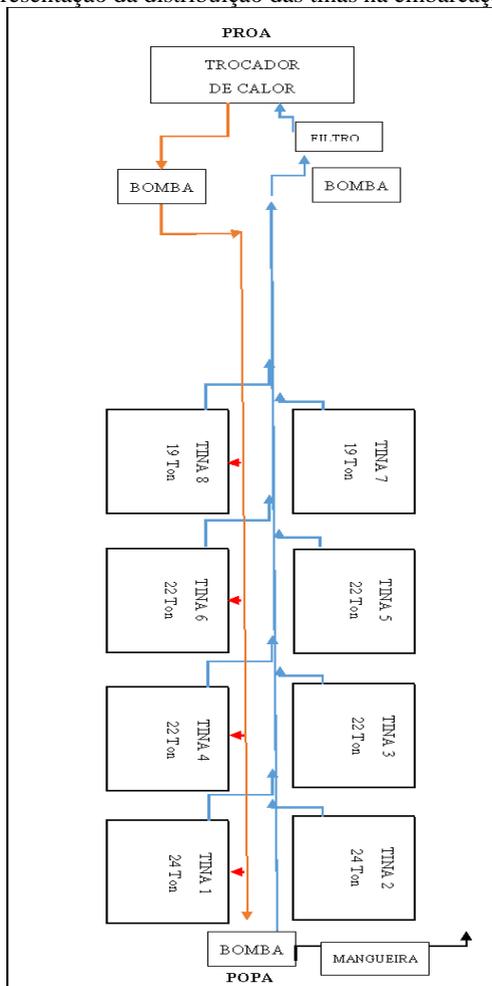
O estudo foi realizado em parceria com empresa GDC Alimentos S.A. e o barco pesqueiro Mtanos Seif pertencente à empresa JS PESCADOS, localizada no município de Itajaí, Santa Catarina. A embarcação construída no ano de 2008 conta com casco fabricado em aço, apresenta comprimento total de 35,70m e 231 de arqueação bruta e encontra-se devidamente permissionada junto ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), sob nº SC-0001210-5 (Registro Geral da Pesca – RGP), estando autorizada a capturar como espécie alvo sardinha verdadeira por meio da modalidade de cerco.

Este barco pesqueiro utiliza para a conservação do peixe capturado o sistema por imersão em salmoura refrigerada mecanicamente. Na embarcação estão dispostas oito tinas (tanques) independentes, ligadas a um sistema de refrigeração mecânico (trocadores de calor). As tinas são identificadas com números sequenciais de um a oito, e a capacidade de estocagem em toneladas de peixe de cada tanque é de, aproximadamente, 24 para as tinas um e dois, 22 toneladas para as tinas três, quatro, cinco e seis, e as tinas sete e oito tem capacidade de aproximadamente 19 toneladas. A Figura 7 representa a distribuição das tinas na embarcação.

Para coleta de dados de temperatura das tinas foram utilizados sensores fixados nas paredes cerca de 1,5 m de distância do fundo. Um

software elaborava as rotinas de coletas e os dados coletados eram encaminhados para um sistema interface onde por meio de um aplicativo os dados eram registrados na rede de dados RS485, de onde podiam ser posteriormente coletados. Os dados avaliados nesse trabalho foram provenientes desse sistema e foram coletados diretamente do registrador com o uso de uma unidade flash USB.

Figura 7 - Representação da distribuição das tinas na embarcação Mtanos Seif.



Fonte: próprio autor.

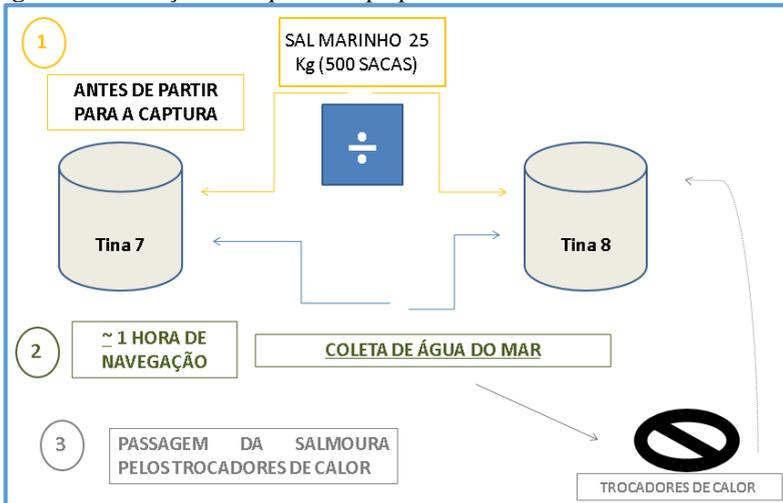
2.1.3. Sistemática de preparo da salmoura para refrigeração

Antes de sair para a viagem de captura todo sal a ser utilizado para preparo da solução de salmoura é alocado nas tinas sete e oito (500 sacas de 25 kg – ficha técnica em anexo – ANEXO 01). A escolha dessas tinas especificamente se deve à proximidade com os trocadores de calor e também pelo fato de que o volume da salmoura preparada em ambos os tanques é, de acordo com o responsável pelo preparo da salmoura, suficiente para a conservação da capacidade total de captura.

A água utilizada na produção de salmoura (água do mar) é coletada após cerca de uma hora de navegação a partir do porto de origem (as condições variam de acordo com o porto de partida).

A água do mar é succionada por um sistema de bombas e armazenada nas tinas previamente citadas onde o processo de dissolução do sal e refrigeração da salmoura é iniciado.

A salmoura preparada é previamente refrigerada por circulação em trocadores de calor (amônia) utilizando bombas de sucção com fluxo ascendente. Os tanques de armazenamento são conectados ao sistema de refrigeração de forma independente, não ocorrendo troca direta de salmoura entre os tanques sem que seja realizada primeiramente a passagem pelos trocadores. Quando existe a necessidade de transbordo da salmoura entre tinas já abastecidas com pescado o mesmo é realizado por meio de bombas auxiliares independentes, sem conexão com os trocadores de calor. Todo o sistema de movimentação é controlado por um sistema mecânico automatizado, o qual por sua vez, é operado pelo responsável (membro da tripulação) por meio de um painel eletrônico de controle. A Figura 8 ilustra as etapas de preparo da salmoura.

Figura 8 - Ilustração do esquema de preparo da salmoura.

Fonte: próprio autor.

A salmoura é considerada ideal para o perfeito funcionamento do sistema quando alcança concentração entre 20 a 22 °Bé e temperatura entre -12 e -13 °C, de acordo com o procedimento operacional da embarcação.

2.1.4. Coleta de dados referentes à dinâmica de captura e à conservação do pescado

Os dados referentes à dinâmica de funcionamento da embarcação, às informações sobre capturas (hora dos lances, quantidade, tina de armazenamento) e os demais dados utilizados nesse trabalho foram coletados com base em Protocolos (ANEXO 02) desenvolvidos durante a pesquisa e aplicados durante as viagens de captura por observadores científicos (oceanógrafos) ligados ao Grupo de Estudos Pesqueiros (GEP) da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), contratados de forma independente pela pesquisadora.

Em períodos que antecederam as viagens foram realizados treinamentos com os observadores onde os mesmos foram orientados a seguir os protocolos, objetivando a coleta dos dados e o devido preenchimento das planilhas informativas.

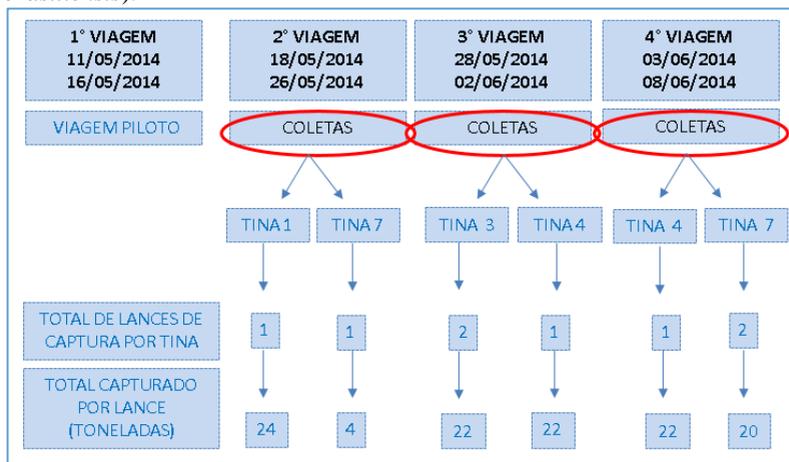
Em uma primeira etapa foi realizada uma viagem piloto (viagem 1) para validação dos protocolos e compreensão da forma de desenvolvimento das atividades dos observadores junto à tripulação e à embarcação.

2.1.6. Planejamento da coleta das amostras no momento do desembarque

As amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) foram coletadas a partir de três viagens de pesca realizadas entre os meses de maio e junho de 2014, desembarcadas no cais de descarga da empresa GDC Alimentos S.A., localizada no município de Itajaí/SC, no momento da descarga da embarcação imediatamente após a etapa de lavagem do peixe com água hipoclorada (5 ppm).

Para o procedimento de coleta foram selecionadas duas das oito tinas dispostas na embarcação, considerando os seguintes quesitos: 1) tinas que apresentassem a maior quantidade de sardinha verdadeira em proporção à fauna acompanhante, ou seja, espécies diferentes da espécie-alvo (por exemplo: Sardinha laje (*Opisthonema oglinum*), Palombeta (*Chloroscombrus chrysurus*), Cavalinha (*Scomber japonicus*), Xixarro (*Trachurus trachurus*), Peixegalo (*Selene setapinnis*); 2) tinas que não apresentassem desvios bruscos no sistema de refrigeração durante toda a viagem; 3) tinas que contivessem a maior e a menor quantidade armazenada (toneladas de peixe) e 4) tinas que tivessem sido preenchidas pela maior e menor quantidade de lances. As tinas selecionadas bem como as características de armazenamento de cada uma delas são apresentadas na Figura 9.

Figura 9 - Esquema de coletas de amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).



*Observação: os ‘lances’ são consideradas as quantidades de peixe capturadas e armazenadas em cada tina.

Fonte: próprio autor.

2.1.7. Coleta das amostras para determinação de cátions

A partir das tinas selecionadas, imediatamente após a etapa de lavagem com água hiperclorada (5 ppm), sem outro tratamento prévio, foram coletados 20 kg de sardinha, submetidos, ainda na planta da empresa, à evisceração, remoção de rabo, cabeça e descamação, sendo todas as etapas realizadas de forma manual. Após evisceração as amostras foram novamente lavadas com água clorada (0,2 - 2,0 ppm), onde uma massa de 2 kg foi separada de forma totalmente casualizada, filetada para exclusão da pele e espinha dorsal, seguidas de congelamento à $-20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ até o momento da avaliação dos níveis de cátions. Em paralelo a coleta das amostras, uma unidade amostral de 2 kg de sardinhas capturadas pelo mesmo sistema (cerco), porém, submetida a armazenagem em gelo latente, foi coletada para estimar o valor de sódio total presente no músculo do pescado.

2.2. Métodos

2.2.1. Abertura das amostras para determinação de cátions

2.2.1.1. Amostras de sardinha

As amostras coletadas foram mantidas congeladas até serem trituradas em moinho de bancada modelo A49 (IKA, São Paulo, Brasil), a temperatura das amostras foi ajustada para aproximadamente 10 °C, em seguida massas de $3,0 \pm 0,01$ g medidas em balança analítica modelo AB 204-2 (Mettler Toledo, Suíça), em triplicata, foram transferidas para cápsulas de porcelana de 50 mL previamente tratadas por lavagem com ácido nítrico 6M, calcinadas em forno mufla modelo Q.318.24 (Quimis®, São Paulo, Brasil) a 550 °C, seguidas de três lavagens consecutivas com 50mL de água desionizada, foram mantidas em estufa de secagem modelo SP-400 (SPLabor, São Paulo, Brasil) a 105 ± 2 °C por 12 horas. Após o processo de secagem, a abertura das amostras para determinação dos níveis dos cátions (K^+ , Ba^{2+} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) foram realizadas de acordo com metodologia descrita pela AOAC (AOAC 2005), em seguida dissolvidas em 5mL de água deionizada protonada (HCL 0,05M), avolumadas para 50 mL com água desionizada e os cátions quantificados através de curvar padrão dos analitos, seguindo a razão da área dos analitos e área do padrão interno Ba^{2+} segundo método descrito por Rizelio et al. (2012), utilizando equipamento de eletroforese capilar (EC) modelo 7100 (Agilent Technologies, Palo Alto, EUA), equipado com detector de arranjo de diodos (DAD) no comprimento de onda selecionado de 215nm (detecção indireta, através do imidazol), mantendo-se a temperatura do sistema em 20 °C, com aquisição dos dados através do software (HP ChemStation, v. A.06.01). Os capilares de sílica fundida (Polymicro Technologies, Phoenix, EUA) com dimensões de 48,5 cm de comprimento total, 8,5 cm de comprimento efetivo e 75µm de diâmetro interno foram utilizados.

Os capilares foram acondicionados através das seguintes etapas: passagem de NaOH 1 mol L^{-1} pelo capilar durante 40 minutos, seguido de água deionizada por 40 minutos, aplicando lavagem externa. No início de cada dia de experimentos, o capilar foi novamente lavado externamente por 10 minutos com NaOH, seguido de 10 minutos com água desionizada, e 30 minutos com solução do BGE. Entre as corridas o capilar foi recondicionado por 2 minutos com o BGE. No final dos experimentos, o capilar foi lavado com NaOH 1 mol L^{-1} por 5 minutos, seguido de água desionizada por mais 5 minutos, e secagem com fluxo de ar por 2 minutos.

As lavagens com água antes e após uso foram realizadas até não obtenção de sinal para o íon sódio no eletroferograma referência.

A injeção das soluções padrão e das amostras foi realizada pela extremidade do capilar mais próxima à janela de detecção (*outlet*) com modo hidrodinâmico, e aplicação de -50 mbar (1 mbar = 100 Pa) por 3 segundos. A voltagem aplicada para a separação foi de 15 kV, com polaridade positiva na extremidade da injeção.

2.2.1.2. Amostras de sal marinho

A determinação de cátions (K^+ , Ba^{2+} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) nas amostras de sal marinho utilizados no processo de produção da salmoura durante as viagens da pesca, foram realizados a partir da dissolução de massas de $1 \pm 0,01g$ medidas em balança analítica modelo AB 204-2 (Mettler Toledo, Suíça), em duplicata, diluídas em 5 mL de água desionizada protonada (HCL 0,05M) e avolumadas a concentração apropriada de acordo com a curva padrão construída, seguidas de quantificação nas mesmas condições analíticas empregadas nas amostras de pescado.

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas em triplicada, exceto as análises referentes ao sal marinho realizadas em duplicata, os resultados expressos como média \pm desvio padrão. Para identificar diferenças significativas entre as médias foi utilizada análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey. A análise de componentes principais foi realizada para demonstrar os agrupamentos de amostras e suas variáveis. Todas as análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA 7.0, admitindo nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DINÂMICA DAS OSCILAÇÕES DE TEMPERATURA DOS SISTEMAS DE CONSERVAÇÃO POR IMERSÃO EM SALMOURA REFRIGERADA DURANTE AS VIAGENS DE CAPTURA

Para avaliar a eficiência do sistema de conservação da embarcação estudada foram tomados como parâmetro os intervalos de tempo necessários para o abaixamento da temperatura do sistema (peixe e

salmoura), bem como as variações de temperatura durante a adição dos lances (adição dos peixes capturados em cada cercamento dos cardumes de sardinha verdadeira) nas tinas de estocagem, relacionando-as às diferentes variáveis.

4.1.1. Duração das viagens, volume de captura e médias das temperaturas durante o período de estocagem dos lances

Os maiores lances de captura dentre as tinas avaliadas foram os lances referentes à viagem 2 (tina 1, lance 1), onde foram capturadas 24 toneladas, e o lance de captura da viagem 4 (tina 4, lance 1) onde 22 toneladas foram capturadas. Os menores lances foram capturados durante a viagem 2 (tina 7, lance 1) e viagem 3 (tina 3, lance 1), ambos com 4 toneladas (Tabela 14).

Quando consideradas as temperaturas durante as estocagens pode-se observar que a temperatura média esteve próxima de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, com exceção da viagem 3 (tina 3, lance 1), a qual apresentou temperatura média de $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. As temperaturas máximas apresentaram oscilações entre as tinas e viagens, no entanto as temperaturas mínimas de forma geral estiveram próximas a $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, com exceção da viagem 4 (tina 7, lance 1) com temperatura de $-12,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tabela 14 - Variáveis apresentadas durante o armazenamento dos lances nas tinas.

VARIÁVEIS DOS SISTEMAS	Viagem 2.		Viagem 3.		Viagem 3.		Viagem 3.		Viagem 4.		Viagem 4.	
	Tina 1. Lance 1.	Tina 7. Lance 1.	Tina 3. Lance 1.	Tina 3. Lance 2.	Tina 4. Lance 1.	Tina 7. Lance 1.	Tina 7. Lance 1.	Tina 7. Lance 2.				
Massa total armazenado (aproximado)	24	4	4	18	18	18	22	14	6			
Tempo total armazenado (aproximado)	82,5	85,5	21	11,5	21,6	96	91,5	62				
Tempo Sistema T°C (+)	8,5	0,5	11	1,5	1,5	2	0	10				
Média	-4,7	-6,1	-0,4	-5	-5	-5,7	-4,6	-4,5				
Máxima	23	-3,5	17,7	8,4	9,2	18,8	9,9	9,9				
Mínima	-8	-7,2	-8,7	-8,7	-7,9	-8,3	-12,2	-8,3				

*Temperatura em °C, tempo em horas, massa em toneladas.

Fonte: próprio autor.

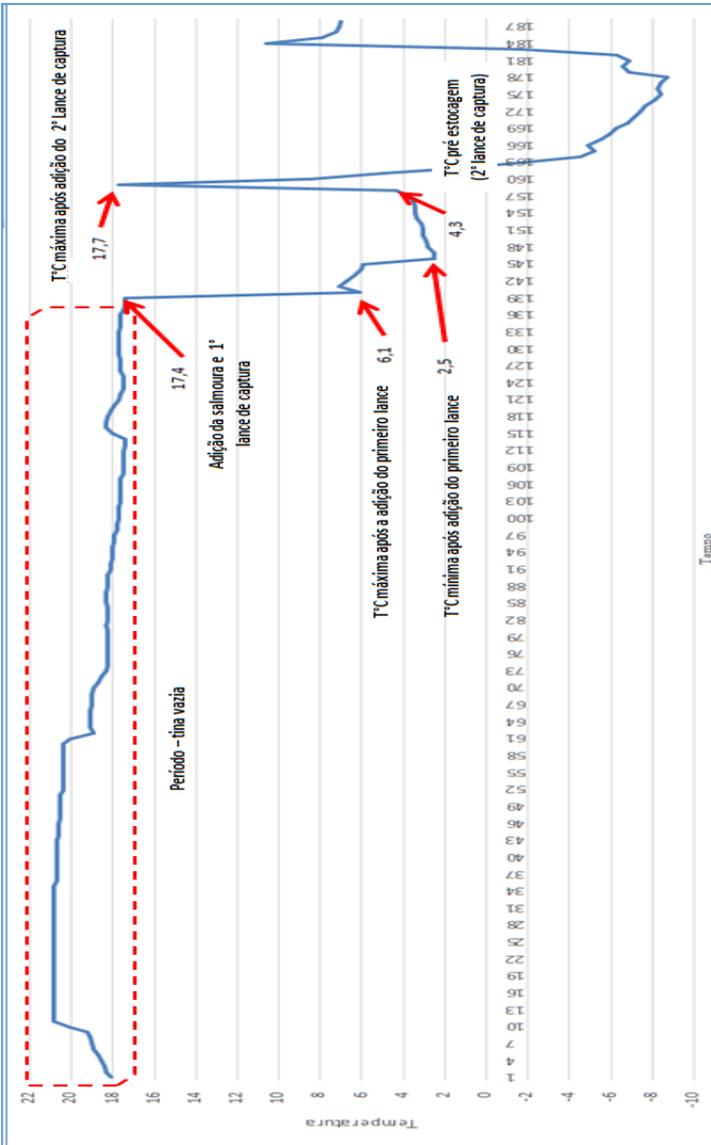
O tempo total de estocagem variou de 11,5 a 96 horas, considerando as viagens 3 e 4 com duração total de aproximadamente 5 dias e viagem 2 com aproximadamente 8 dias.

4.1.2. Oscilações de temperatura nas tinas com a adição das massas capturadas

Em todas as viagens de captura todos os sistemas apresentaram variações (aumento de temperatura) entre a temperatura registrada antes da adição de cada lance (temperatura na pré estocagem) e a temperatura máxima atingida após adição do peixe na tina de armazenamento (temperatura de adição do lance), a única exceção foi apresentada pelo sistema da viagem 3 (tina 3, lance 1), conforme dados apresentados na Tabela 17.

A exceção observada na viagem 3 (tina 3, lance 1) pode ser explicado pelo fato de que a salmoura foi adicionada à tina antes da adição do peixe e de forma contínua conforme o pescado foi descarregado dentro da tina, de acordo com o que pode ser observado na Figura 10, a qual demonstra que inicialmente a temperatura se manteve constante e positiva indicando que a tina encontrava-se vazia. Posteriormente houve redução na temperatura devido à adição de salmoura. Considerando que a captura foi de apenas 4 toneladas, o abaixamento da temperatura da carga se deu simultaneamente à adição de salmoura. Com a adição de uma nova captura a temperatura se elevou à 17,7 °C , mantendo o comportamento anterior, e em um terceiro momento, quando ocorreu a abertura da tina para descarga, voltou a se elevar. A unificação do fluxo de adição do pescado nas tinas e a temperatura prévia da salmoura são fatores relevantes e devem ser considerados para manutenção da qualidade do pescado.

Figura 10- Curva de temperatura – Viagem 3 – Tina 3.



Fonte: próprio autor.

Ao observarmos os dados apresentados na Tabela 15 verificamos que a maior diferença entre a temperatura de pré estocagem e a

temperatura na adição do pescado foi de 20,4 °C (aumento de temperatura de 3 para 23,4 °C) referente à viagem 2 (tina 1, lance 1), e a menor variação de temperatura foi registrada no sistema da viagem 4 (tina 4, lance 1), onde a temperatura aumentou apenas 3,6 °C, oscilando entre 17,4 e 21 °C.

Tabela 15 - Variáveis que influenciam a oscilação de temperatura durante a estocagem dos lances nas tinas de armazenamento.

Variáveis dos Sistemas	Viagem 2.		Viagem 3.		Viagem 3.		Viagem 4.		Viagem 4.	
	Tina 1. Lance 1.	Tina 7. Lance 1.	Tina 3. Lance 1.	Tina 3. Lance 2.	Tina 4. Lance 1.	Tina 4. Lance 1.	Tina 7. Lance 2.			
Massa total armazenado (aproximado)	24	4	4	18	18	22	14	6		
Água do Mar T _{°C} média	23,8	24,3	21,4	18,3	22,9	19,8	18,9	19,8		
T _{°C} Pré estocagem	3	-7,6	17,4	4,3	-4	17,4	-10,9	-8,9		
T _{°C} Máxima após a adição lance	23,4	1	6,1	17,7	14,6	21	-0,9	0,7		
Lance / nº de lances totais	17/17	16/17	9/10	10/10	8/10	3/8	6/8	8/8		
Ocupação do sistema	74,44%	72%	53,05%	56,94%	41,40%	18,33%	60,55%	80,55%		
Tempo total de captura (aproximado)	4 horas e 30 min	3 horas e 20 min	2 horas e 50 min	2 horas e 20 min	2 horas e 50 min	3 horas e 3 min	3 horas e 40 min	2 horas		

*Massa em toneladas, Temperatura em °C, Ocupação do sistema: percentual da capacidade total de armazenamento da embarcação ocupada na adição do lance em questão, Tempo em horas.

Fonte: próprio autor.

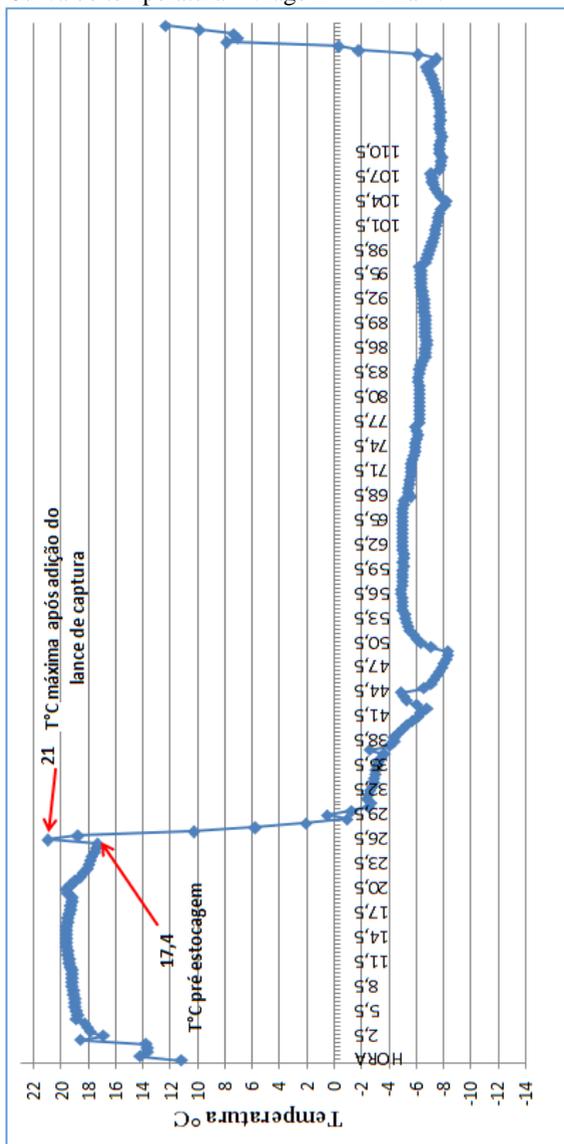
Diversos fatores podem explicar as variações de temperatura, no entanto, como a cada viagem foram apresentadas diferentes condições não foi possível determinar o fator que deu origem às variações, mas foi possível prever quais acontecimentos influenciaram, considerando que as variáveis não atuam de forma isolada.

Entre as variáveis que, possivelmente, influenciam as variações de temperatura deve ser considerado o percentual de ocupação total da embarcação no momento da adição de um novo lance. Quando o volume armazenado está próximo da capacidade total o sistema de refrigeração da embarcação encontra-se funcionando no máximo de sua capacidade, ocorrendo a necessidade da passagem constante da salmoura de cada tina pelos trocadores de calor, buscando a manutenção das baixas temperaturas, tornando a frequência de refrigeração das salmouras menor do que quando a carga total armazenada é menor.

Outro fator a ser considerado seria a carga total capturada e a velocidade com que essa carga foi disposta dentro das tinas. Quantidades maiores de massa geram mais calor e, portanto, necessitam de maiores trocas para garantir o resfriamento do volume total, bem como a adição rápida de grandes massas faz com que a temperatura do sistema como um todo seja consideravelmente elevada dificultando o abaixamento posterior. Esse fator está fortemente ligado à capacidade do sistema em garantir a contínua e rápida refrigeração da salmoura.

Como exemplo das variáveis que influenciam os sistemas podemos avaliar os dados da viagem 2 (tina 1, lance 1) a qual apresentou maior variação de temperatura entre a pré estocagem e a estocagem. A tina 1 recebeu 24 toneladas de pescado referente ao último lance de captura da viagem (lance de número 17 de um total de 17 lances), sendo que no momento da estocagem o barco já apresentava 74,44% da sua capacidade de estocagem comprometida. Esses fatores podem ter contribuído para a variação entre a temperatura de pré estocagem e temperatura máxima após adição da captura na tina de armazenamento. Em contrapartida, embora o sistema da viagem 4, (tina 4, lance 1) tenha recebido 22 toneladas de pescado, no momento da estocagem do lance apenas 18,33% da capacidade total de armazenagem do barco estava comprometida. A partir da análise da Figura 11 que demonstra a curva de temperatura da viagem 4 (tina 4), pode-se verificar que, assim como no sistema da viagem 3 (tina 3, lance 1), a adição de salmoura foi realizada quase que simultaneamente à adição da captura.

Figura 11 - Curva de temperatura - Viagem 4 – Tina 4.



Fonte: próprio autor.

Os demais sistemas apresentaram variações de 8,6 até 18,6°C entre a temperatura de pré estocagem e a temperatura máxima alcançada após a adição das massas de pescado.

Um sistema de pré resfriamento do pescado com temperaturas negativas antecedendo sua disposição final no reservatório de estocagem (tina), seria uma opção relevante para o não favorecimento da formação de gradientes de temperatura nas diferentes condições de captura e estocagem.

4.1.3. Temperatura dos diferentes sistemas considerando definição da natureza da matéria prima

Até o presente momento a legislação brasileira não prevê a definição para pescado congelado por meio de imersão em salmoura refrigerada. O RIISPOA (BRASIL, 1952) apresenta em seu Artigo 439 na seção de pescados e derivados as seguintes definições com relação a natureza do pescado: 1) Pescado "fresco" aquele que é dado ao consumo sem ter sofrido qualquer processo de conservação, a não ser a ação do gelo; 2) Pescado resfriado o qual é devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperatura entre -0,5 a -2 °C e 3) Pescado "congelado" o pescado tratado por processos adequados de congelamento, em temperatura não superior a -25 °C. A Portaria n° 185 que estabelece o RTIQ para peixe fresco também apresenta uma definição para tal natureza da matéria prima: peixe fresco é o produto obtido de espécimes saudáveis e de qualidade adequada para o consumo humano, convenientemente lavado e que seja conservado somente pelo resfriamento a temperatura próxima a temperatura do ponto de fusão do gelo.

Quando avaliamos os dados obtidos neste estudo observamos que o sistema composto por peixe e salmoura refrigerada não foi contemplado nas definições da legislação vigente, uma vez que as temperaturas médias para o período compreendido entre o momento em que o sistema alcançou -5 °C (temperatura de estabilização dos sistemas) até o final da viagem apresentou variações entre as tinas de -6,4 °C a -7,2 °C, conforme dados apresentados na Tabela 16. A matéria prima conservada por meio de imersão em salmoura refrigerada nos moldes adotados pela embarcação estudada não pode ser classificada em nenhuma das definições descrita nas normativas brasileiras, visto que a temperatura média do sistema e, conseqüentemente, a temperatura da matéria prima a ser entregue nas fábricas de conserva é superior ao que se estabelece para peixe congelado e bastante inferior a definição de peixe fresco e resfriado.

Tabela 16 - Média das temperaturas durante a estocagem dos lances de captura em cada tina referente a cada viagem.

Variáveis dos Sistemas	Viagem 2.		Viagem 3.		Viagem 3.		Viagem 3.		Viagem 4.		Viagem 4.	
	Tina 1. Lance 1.	Tina 7. Lance 1.	Tina 3. Lance 1.	Tina 3. Lance 2.	Tina 3. Lance 2.	Tina 4. Lance 1.	Tina 7. Lance 1.	Tina 7. Lance 2.				
T°C durante a estocagem	Média	-4,7	-6,1	-0,4	-5	-5	-5,7	-5,7	-4,6	-4,6	-4,5	-4,5
	M _{max}	23	-3,5	17,7	8,4	9,2	18,8	18,8	9,9	9,9	9,9	9,9
T°C antes -5°C	Média	9,6	-4	3,5	-0,3	-0,5	-1	-1	-	-	0,9	0,9
	M _{max}	23	-3,5	17,7	8,4	9,2	18,8	18,8	-	-	9,9	9,9
T°C após -5°C	Média	-7	-6,4	-7,2	-7,2	-7,1	-6,4	-6,4	-6,4	-6,4	-4,5	-4,5
	M _{min}	-8	-7,2	-8,7	-7,9	-8,3	-8,3	-8,3	-8,3	-8,3	-8,3	-8,3

T°C durante a estocagem: refere-se aos valores de temperatura registrados para o período de tempo que o lance em questão foi mantido imerso em salmoura refrigerada;

T°C antes de -5°C: refere-se aos valores de temperatura registrados até que o sistema estivesse a -5°C;

T°C após -5°C: refere-se aos valores de temperatura registrados depois que o sistema atingiu temperatura igual ou inferior a -5°C.

Fonte: próprio autor.

O RTIQ de Peixe congelado, o qual entrou em consulta pública por meio da Portaria n° 459 (BRASIL, 2010) no ano de 2010, todavia ainda não publicado, é a única referência nacional que discorre sobre a definição de peixe congelado em imersão em salmoura. De acordo com o que está previsto na Portaria n°459 o peixe destinado à produção de conserva poderá ser congelado em salmourador desde que, respeitando o conceito de congelamento rápido, alcance em seu centro geométrico a temperatura de -9°C , a qual deve ser mantida também durante o transporte. Partilhando de conceitos semelhantes a Diretiva n° 493 de 1991 do Conselho da Comunidade Europeia (CEE, 1991) a qual também estabelece regras para peixes congelados em salmoura, onde afirma que: por motivo de méritos técnicos ligados ao método de congelamento e a manutenção desses produtos congelados, para os peixes inteiros congelados em salmoura destinados à fabricação de conservas podem ser toleradas temperaturas superiores a temperatura de congelamento (-18°C) não podendo no entanto, ultrapassar -9°C .

Partindo dos parâmetros definidos na Portaria n° 459 (BRASIL, 2010) (ainda não publicada) e na Diretiva n° 493 (CEE, 1991) e analisando os dados apresentados na Tabela 16 observamos que nenhum dos sistemas (tinas contendo a mistura de peixe e salmoura refrigerada) avaliados neste estudo está de acordo com os requisitos estabelecidos, seja considerando a temperatura durante o período total de armazenamento ou quando se avalia o período após alcançada a temperatura de -5°C e o final da estocagem.

Embora alguns dos sistemas avaliados neste estudo tenham resultados mais satisfatórios do que outros ainda assim não satisfazem as exigências estabelecidas pela Diretiva n° 493 (CEE, 1991) e previstas na Portaria n° 459 (BRASIL, 2010).

4.1.4. Velocidade de abaixamento da temperatura.

4.1.4.1. Temperatura crítica durante o congelamento

A velocidade de abaixamento da temperatura para níveis entre $-0,5$ a $-5,0^{\circ}\text{C}$ está relacionada com o ciclo de congelamento rápido de acordo com o que está previsto no projeto de lei da Portaria n° 459 para a aprovação do RTIQ de peixe congelado o qual descreve que o tempo entre a faixa de temperatura de $-0,5$ a -5°C não deve ser superior a duas horas.

De acordo com os valores apresentados na Tabela 17, os oito sistemas avaliados estariam em desacordo, pois todos os sistemas necessitaram de períodos superiores a duas horas para ultrapassar a fase

crítica de congelamento. Os maiores tempos foram apresentados pelos seguintes sistemas: viagem 2 (tina 7, lance 1); viagem 4 (tina 4, lance 1) e viagem 4 (tina 7, lance 1), os quais necessitaram de, respectivamente, 11, 11.5 e 12 horas. A viagem 3, tina 3 apresentou os menores tempos para os dois lances de captura, 2,5 horas.

Tabela 17 – Tempo necessário até temperatura igual a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e tempo necessário para abaixamento da temperatura de $-0,5$ a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Variáveis dos Sistemas	Viagem 2. Tina 1. Lance 1.	Viagem 2. Tina 7. Lance 1.	Viagem 3. Tina 3. Lance 1.	Viagem 3. Tina 3. Lance 2.	Viagem 3. Tina 4. Lance 1.	Viagem 4. Tina 4. Lance 1.	Viagem 4. Tina 7. Lance 1.	Viagem 4. Tina 7. Lance 2.
Tempo - até alcançar -5°C	12	11	13,5	4	5	13,5	12	19
Tempo entre $(-0,5^{\circ}\text{C}) - (-5^{\circ}\text{C})$	3,5	11	2,5	2,5	3,5	11,5	12	9

*A tabela apresenta o tempo decorrido para que o sistema atingisse temperatura igual a -5°C e tempo entre as temperaturas de $-0,5$ e -5°C
Fonte: próprio autor.

Outros autores relatam a importância do congelamento rápido entre faixas de temperaturas que variam 0 a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (SILVA, 2010) e 0 a $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (BAINY, 2014) todavia não determinam qual o intervalo de tempo ideal.

4.1.4.2. Dinâmica de abaixamento das temperaturas

Avaliando a dinâmica de abaixamento das temperaturas de acordo com os registros obtidos pelos sensores das tinas (Tabela 18), constatou-se que, para que os sistemas (mistura de peixe e salmoura) apresentassem temperaturas iguais ou inferiores a $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ houve uma variação de tempo de uma até sete horas. O maior tempo (sete horas) foi apresentado pelo sistema referente a viagem 2 (tina 1, lance 1), e os sistemas das viagens 2 (tina 7, lance 1) e viagem 4 (tina 7, lance 1) não permaneceram em nenhum momento a temperaturas superiores a $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Quando considerada a recomendação do FDA (2011), para promover a redução das possibilidades de formação de histamina, em pescado capturados em água do mar a temperaturas de $28,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou menores, o pescado deve ser armazenado em gelo, água do mar refrigerada (RSW), pasta de gelo (*slurry ice*) ou salmoura a $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou temperaturas inferiores o mais rápido possível após a captura, não devendo ultrapassar nove horas a partir do momento da morte. Todos os sistemas avaliados neste estudo alcançaram $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ em menos de nove

horas. Essa condição poderia explicar os resultados das concentrações de histamina apresentados no capítulo 2.

Tabela 18 - Velocidade de abaixamento da temperatura a 0,3 e 4,4 °C.

Variáveis dos Sistemas	Viagem 2		Viagem 3		Viagem 3		Viagem 3		Viagem 4		Viagem 4	
	Tina 1 Lance 1	Tina 7 lance 1	Tina 3 Lance 1	Tina 3 lance 2	Tina 3 Lance 1	Tina 4 Lance 1	Tina 4 Lance 1	Tina 4 Lance 1	Tina 4 Lance 1	Tina 7 Lance 1	Tina 7 Lance 1	Tina 7 Lance 2
Tempo - armazenagem a $T^{\circ}C > 4,4^{\circ}C$	7 horas	-	2,5 horas	1 hora	1 hora	1 hora	1,5 horas	-	-	-	-	4
Água do Mar - $T^{\circ}C$ média	23,8	24,3	21,4	18,3	22,9	19,8	18,9	19,8	18,9	19,8	18,9	19,8
Tempo - armazenagem até $3^{\circ}C$	7,5	0	2,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	-	8
Tempo - armazenagem até $0^{\circ}C$	8,5	0	10,5	1,5	1,5	2	2	2	-	-	-	9,5

Fonte: próprio autor.

A Comunidade Econômica Europeia por meio da Diretiva nº 48 de 1992 (CEE, 1992) determina as regras mínimas de higiene aplicáveis aos produtos da pesca obtidos a bordo de determinados navios, e estabelece que, por exemplo, para embarcações que utilizem o sistema de água do mar refrigerada (RSW) e água do mar resfriada (CSW) a mistura de peixe e água do mar deve alcançar 3 °C após seis horas de armazenamento e 0 °C após 16 horas.

Considerando os valores referenciados pela Comunidade Econômica Europeia e os dados demonstrados na Tabela 18, dois dos oito sistemas necessitaram de seis horas ou mais para realizar o abaixamento da temperatura da mistura (peixe e salmoura) para 3°C, sendo que o sistema da viagem 2 (tina 1, lance 1), necessitou de sete horas e meia e o sistema da viagem 4 (tina 7, lance 2), oito horas.

Com relação ao abaixamento da temperatura até 0 °C todos os sistemas realizaram essa ação em períodos inferiores a 16 horas, os maiores tempos foram de 8,5, 10,5 e 9,5 horas, referentes, respectivamente as viagens 2 (tina 1, lance 1), viagem 3 (tina 3, lance 1) e viagem 4 (tina 7, lance 1).

4.2. A INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO POR IMERSÃO EM SALMOURA REFRIGERADA E A COMPOSIÇÃO MINERAL DO PESCADO

4.2.1. Teores de sódio

Na Tabela 19 são apresentados os valores das concentrações de sódio obtidos pela análise das amostras de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) conservadas a bordo por meio de imersão em salmoura refrigerada.

Tabela 19 - Concentração de sódio nas amostras de *Sardinella brasiliensis* coletadas no estudo.

AMOSTRAS	Sódio (mg 100g ⁻¹)											
	VIAGEM 2 TINA 1	VIAGEM 2 TINA 7	VIAGEM 3 TINA 3	VIAGEM 3 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7
1	903,23 ^a ± 17,72	1025,46 ^b ± 24,03	520,03 ^a ± 22,07	470,17 ^a ± 64,01	1042,67 ^b ± 9,56	886,72 ^a ± 31,82						
2	775,05 ^a ± 38,71	1240,31 ^a ± 621,13	491,33 ^a ± 12,38	542,01 ^a ± 14,74	1233,90 ^a ± 3,24	929,86 ^a ± 51,36						
3	849,98 ^a ± 20,48	1449,28 ^a ± 56,3	442,85 ^a ± 14,12	521,28 ^a ± 35,8	1312,13 ^a ± 35,74	1017,94 ^a ± 6,96						
Média	842,75^c ± 52,58	1238,35^a ± 173,03	484,74^b ± 31,85	511,15^b ± 30,19	1196,23^a ± 113,18	944,84^{a,c} ± 54,61						

*Letras na mesma coluna devem ser comparadas entre as amostras de um a três da mesma coluna. Letras na linha das médias devem ser comparadas entre as médias. Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre os resultados.

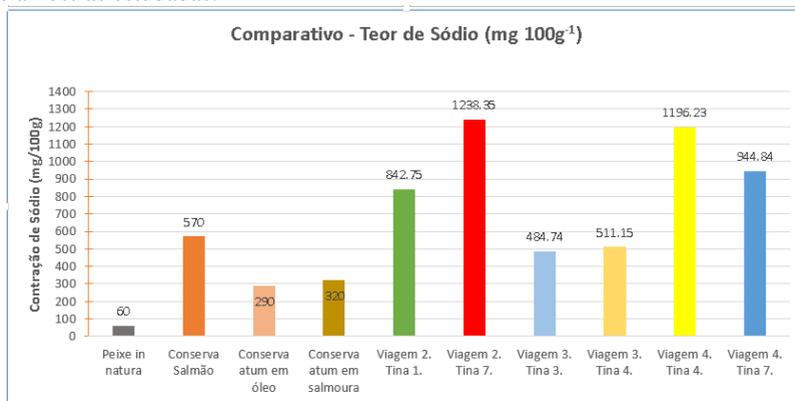
Fonte: próprio autor.

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2012) apresenta em seu documento de Recomendação de Ingestão de Sal para Adultos e Crianças $400\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ como valor médio que exemplifica o teor de sódio em peixe processado.

Ao compararmos o valor apresentado por WHO (2012) com os dados obtidos neste estudo, os quais não pertencem ao pescado processado mas sim a matéria prima conservada a bordo por imersão em salmoura refrigerada, observamos que todas as amostras provenientes de todos os sistemas avaliados (tinas/viagem) encontram-se acima de $400\text{mg } 100\text{g}^{-1}$. Os maiores valores médios, 1238,35, 1196,23 e 944,84 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ representam, respectivamente, os sistemas da viagem 2 (tina 7) e os sistemas referentes à viagem 4 (tina 4 e tina 7). O teor médio de sódio do sistema da viagem 2 (tina 7) é, aproximadamente, três vezes superior ao recomendado pela Organização Mundial da Saúde, utilizando como exemplo o peixe processado.

Os dados de concentração média de sódio obtidos no estudo são superiores as concentrações médias de sódio apresentadas pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2012) para diferentes conservas elaboradas a partir de outros peixes, como: salmão, atum em óleo e em salmoura, onde os valores de sódio apresentados são de, 570, 290 e $320\text{mg } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Comparativo entre concentrações de sódio em conservas comerciais e amostras estudadas.



Ordóñez (2005b) relata que a média de sódio em músculo de peixe *in natura* é da ordem 60 mg 100 g⁻¹. Quando relacionamos este valor com a amplitude das médias dos teores de sódio observados nas amostras analisadas neste estudo podemos constatar uma concentração oito a 20 vezes superior, considerando a menor e a maior concentração média das amostras avaliadas, 484,74 e 1238,35 mg 100 g⁻¹. Sugerindo um controle mais efetivo nas condições de armazenagem, considerando temperaturas, concentração de sal nas salmouras e temperatura de imersão do pescado.

4.2.2. Avaliação da absorção de sódio com as diferentes variáveis (massa total, tempo e temperatura)

Com o propósito de compreender a principal causa da maior ou menor absorção de cátions (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺), principalmente sódio, buscou-se relacionar as concentrações médias com as principais variáveis do sistema (tina/viagem). As variáveis e os valores correspondentes são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 - Variáveis que podem influenciar a absorção de sódio durante o armazenamento de sardinha verdadeira em salmoura refrigerada.

Variáveis dos Sistemas	Viagem 2		Viagem 3		Viagem 3		Viagem 4		Viagem 4	
	Tina 1	Tina 7	Lance 1	Lance 2	Tina 3	Lance 1	Tina 4	Lance 1	Tina 4	Lance 1
Massa total aproximada	24	4	4	18	18	18	22	14	14	6
Tempo até -5°C	12	11	13,5	4	5	13,5	12	19		
Tempo entre (-0,5°C / -5,0°C)	3,5	11	2,5	2,5	3,5	11,5	12	9		
Tempo total armazenado aproximado	82,5	855	21	11,5	21,6	96	91,5	62		
T°C Pré estocagem	3	-7,6	17,4	4,3	-4	17,4	-10,9	-8,9		
T°C Máxima após a adição do lance	23,4	1	6,1	17,7	14,6	21	-0,9	0,7		
Varição T°C	20,4	8,6	-11,3	13,4	18,6	3,6	11,8	9,6		
Teor Médio de Sódio	842,75 ±52,58	1238,35 ±173,03	484,7 ± 31,85	484,7 ± 31,85	511,15 ± 30,19	1196,23 ±113,18	944,84 ± 54,61	944,84 ± 54,61		
Ocupação do sistema	74,44%	72%	53,05%	56,94%	41,40%	18,33%	60,55%	80,55%		
Lance sequencial da viagem/ nº de lances totais	17/17	16/17	9/10	10/10	8/10	3/8	6/8	8/8		

* As concentrações de sódio foram obtidas de cada tina sem diferenciação de lance.

* A massa é expressa em tonelada, sendo que a massa total está relacionada a massa armazenada nas tinas a cada lance.

*Tempo Sistema em T°C – tempo em horas o tempo em que o sistema (salmoura e peixe na tina de armazenamento) se manteve com temperatura positivo, acima de 0 °C.

*Tempo – até alcançar -5 °C – tempo em horas que foram necessárias para que o sistema alcançasse temperatura igual ou menor do que -5 °C.

*Tempo entre (-0,5 °C) – (-5 °C) – tempo em horas para que o sistema necessitou para ultrapassasse a faixa e temperatura entre -0,5 e 5 °C.

*T°C Pré estocagem – temperatura da registrada pelos sensores das tinas imediatamente antes da adição de salmoura e/ou peixe.

*T°C Máxima após a adição do lance – temperatura máxima alcançada pós o lance de captura ter isso estocado na tina.

*Variação T°C – Diferença entre a temperatura pré estocagem e temperatura após a adição do lance.

Fonte: próprio autor.

As amostras das tinas 3 e 4, ambas referentes a viagem 3, que obtiveram os menores valores médios de concentração de sódio, apresentaram comportamento similar na maior parte das variáveis apresentadas na Tabela 20, quando considerados os sistemas da viagem 3, tina 4, lance 1 e o sistema da viagem 3, tina 3, lance 2. O tempo total de armazenagem da viagem 3 é representado, obviamente, pelo maior tempo de armazenagem entre os lances, uma vez que as amostras foram coletadas por tina sem relacionar o peixe ao lance e com esta consideração os sistemas apresentaram como característica principal tempo de armazenamento sob imersão em salmoura refrigerada praticamente idênticos.

Os maiores teores médios de sódio foram apresentados nas amostras dos sistemas da viagem 2, tinas 7, lance 1 e viagem 4, tina 4, lance 1. Quando comparados aos demais sistemas a principal característica que os diferencia está relacionada ao tempo total de armazenamento do peixe em salmoura refrigerada, os quais foram de aproximadamente, 85,5 horas e 96 horas, respectivamente.

Embora o sistema viagem 2, tina 1 tenha apresentado longo período de armazenagem o mesmo apresentou massa total maior do que os demais sistemas, além de que a tina 1 foi preenchida com o último lance de captura da viagem 2, o que pode sugerir alterações na concentração da salmoura visto que foram realizados anteriormente 17 lances.

O método de análise de componentes principais (PCA) foi utilizado com o propósito de compreender qual variável teve maior influência na absorção dos cátions. As variáveis utilizadas na análise de

componentes principais foram as concentrações médias de cátions (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}), tempo total de estocagem (horas), massa (toneladas), variação de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), tempo (horas) até que o sistema apresentasse temperatura igual ou inferior a -5°C , totalizando oito variáveis. O auto escalonamento e a normalização foram aplicados aos dados para que todas as variáveis pudessem exercer influências de igual importância nos resultados torná-los adimensionais. Foram empregados os dois primeiros componentes principais (CPs) os quais explicaram 83,61% de agrupamento na análise (Tabela 21).

Tabela 21 - Auto valores e percentual de variância explicada de cada componente – PCA 01.

Autovalores				
Extração dos Componentes Principais (PC)				
Número de Componentes	Autovalores	% da variância Explicada	Autovalores Acumulados	% da variância Explicada
1	1.947743	48.69357	1.947743	48.6936
2	1.396996	34.92489	3.344739	83.6185
3	0.414578	10.36445	3.759316	93.9829
4	0.240684	6.01709	4.000000	100.0000

A correlação dos componentes principais com as variáveis originais demonstra que os valores acima de 0,6 foram as variáveis que mais interferiram em cada componente principal. As variáveis massa total, variação da temperatura e tempo até a temperatura de -5°C resultaram significativas com o primeiro componente, as variáveis tempo total, Na^+ e Mg^{++} encontram-se representadas no segundo componente, conforme Tabela 22.

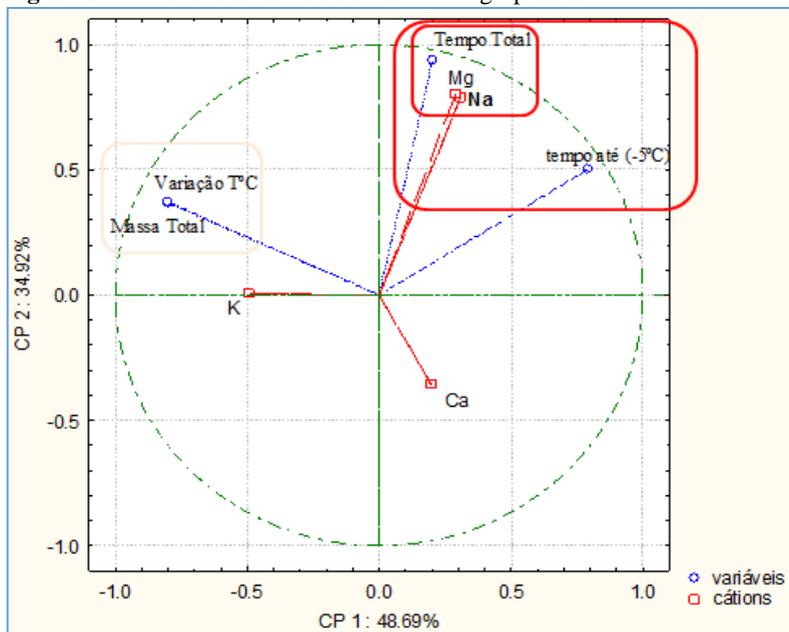
Tabela 22 - Fator coordenador das variáveis, com base em correlações com variáveis ativas e complementares * variável suplementar.

Variáveis	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
Tempo total	0.203504	<u>0.934619</u>	-0.002194	0.291666
Massa Total	<u>-0.800604</u>	0.365642	-0.455150	-0.134824
Variação T°C	<u>-0.798487</u>	0.370340	0.455424	-0.133623
Tempo até -5°C	<u>0.792325</u>	0.502631	-0.000376	-0.345807
* Na^+	0.308886	0.789330	0.108589	0.383889
* K^+ ,	-0.492071	0.006904	-0.514035	-0.194547
* Ca^{++}	0.196284	-0.358357	-0.663715	-0.067432
* Mg^{++}	0.291291	<u>0.802839</u>	-0.369056	0.050271

De acordo com os resultados obtidos nas correlações entre os componentes principais (PCs) e a análise da Figura 13, pode-se perceber de maneira geral que a concentração de sódio e magnésio é influenciada pelo tempo total de armazenamento a bordo e o tempo até serem alcançadas temperaturas iguais ou inferiores a -5°C , ou seja, a concentração desses cátions aumenta à medida que aumenta o tempo de imersão. Pode-se dizer também que o tempo total influencia de forma mais fortemente significativa do que o tempo até -5°C .

Observa-se correlação entre a massa total (massa total armazenada na tina em cada lance – quantidade de peixe capturado e armazenado na embarcação) com a variação de temperatura entre a temperatura registrada no momento antes da adição do lance (pré estocagem) e temperatura máxima alcançada após a adição do lance, ou seja, pode-se dizer que quanto maior a massa estocada maior a variação, fortalecendo a necessidade de inclusão no processo de um sistema de resfriamento prévio do pescado e da manutenção do volume e temperatura da solução de salmoura, anterior ao início do processo de captura.

Figura 13- PCA 01- Análise multivariada de agrupamento.



4.2.3. Taxas de absorção obtidas em simulação piloto em planta industrial

Durante o desenvolvimento deste estudo uma simulação da etapa de congelamento por imersão em salmoura conforme métodos empregados na indústria foi realizada na planta industrial, mantendo-se a solução de imersão na concentração de 22 °Bé e temperatura de -18 °C e as amostras de pescado foram mantidas imersas por 40 minutos com concentração da salmoura e temperatura mantidas constantes. A matéria prima (originária de barcos que utilizam gelo para conservação a bordo) continha em média 65,82 mg 100 g⁻¹ de sódio antes da etapa de imersão e, posteriormente, concentração média de 205,14 mg 100 g⁻¹, reportando uma absorção média de sódio de 139,32 mg 100 g⁻¹, correspondente a uma taxa de 208,98 mg 100 g⁻¹ a cada hora.

Na Tabela 23 são apresentadas as taxas de absorção de sódio calculadas com base na concentração inicial de sódio (65,8 2mg 100 g⁻¹) obtida a partir das amostras utilizadas para a simulação anteriormente citada e o tempo total de imersão encontrado para cada sistema proveniente da embarcação do presente estudo.

Podemos observar que as taxas de absorção encontradas para o sistema de conservação a bordo são inferiores ao valor de 208.98 mg 100 g⁻¹ por hora obtida na simulação realizada na planta industrial.

Tabela 23- Taxas de absorção de sódio com base na simulação industrial.

AMOSTRAS	Concentração de sódio (mg 100g-1) das amostras estudadas	Tempo total de armazenamento (horas)	Taxa absorção por hora (relação ao tempo total)
Viagem 2. Tina 1.	842.75	82.5	9.42
Viagem 2. Tina 7.	1238.35	85.5	13.71
Viagem 3. Tina 3.	484.74	21	19.95
Viagem 3. Tina 4.	511.15	21.6	20.62
Viagem 4. Tina 4.	1196.23	96	11.78
Viagem 4. Tina 7.	944.84	65	13.52

Fonte: próprio autor.

Ao ser utilizado como exemplo o menor tempo de estocagem (21 horas) encontrado para o armazenamento das amostras imersas em salmoura refrigerada a bordo da embarcação deste estudo e a taxa de absorção obtida na simulação esperaríamos que no fim desse período a concentração de sódio alcançasse 4454,40 mg 100 g⁻¹ (total absorvido de 4388,58 mg 100 g⁻¹), enquanto que com a conservação a bordo a concentração média para o mesmo período seria de 418.95 mg 100 g⁻¹. A diferença de absorção de sódio pelas amostras do sistema utilizado na

indústria com relação às amostras do sistema utilizado na embarcação pode estar relacionada aos procedimentos utilizados no barco de pesca onde o peixe é armazenado em salmoura ainda em pré *rigor mortis*, enquanto que na indústria a matéria prima que é oriunda da armazenagem prévia em barcos que aplicam gelo na conservação, provavelmente encontra-se em *rigor* ou pós *rigor mortis*.

4.2.4. Outros minerais avaliados

As concentrações dos demais minerais nas amostras de sardinha verdadeira armazenadas por imersão em salmoura refrigerada, avaliadas neste estudo são apresentadas nas Tabelas: 24, 25 e 26.

Tabela 24 - Concentrações de Potássio nas amostras de *Sardinella brasiliensis* conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.

AMOSTRAS	K (mg 100g ⁻¹)					
	VIAGEM 2 TINA 1	VIAGEM 2 TINA 7	VIAGEM 3 TINA 3	VIAGEM 3 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7
1	241,32 ^a ±	77,50 ^a ±	149,76 ^a ±	*	95,28 ^a ±	25,04 ^a ±
	31,97	44	8,76		68,05	7,25
2	153,09 ^a ±	42,48 ^a ±	65,21 ^a ±	100,67 ^a ±	103,76 ^a ±	22,70 ^a ±
	48,87	7,04	13,2	20,98	18,06	13,66
3	142,98 ^a ±	28,57 ^a ±	83,84 ^a ±	98,24 ^a ±	118,82 ^a ±	*
	14,14	10,79	23,34	11,12	84,16	
Média	179,13 ±	49,52 ±	99,60 ±	99,46 ±	105,95 ±	23,87 ±
	44,17	20,59	36,27	1,22	9,73	1,17

*Não avaliado.

Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa entre as amostras.

Fonte: próprio autor.

Tabela 25 - Concentrações de cálcio nas amostras de *Sardinella brasiliensis* conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.

Ca (mg 100g⁻¹)						
AMOSTRAS	VIAGEM 2 TINA 1	VIAGEM 2 TINA 7	VIAGEM 3 TINA 3	VIAGEM 3 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7
1	107,11 ^a ± 11,45	103,63 ^a ± 1,81	245,35 ^a ± 24,3	137,47 ^a ± 10,26	188,28 ^a ± 18,06	176,99 ^a ± 36,46
2	102,50 ^a ± 8,71	135,90 ^a ± 80,06	114,15 ^a ± 6,95	190,37 ^a ± 53,6	286,33 ^a ± 66,94	238,38 ^a ± 18,62
3	78,57 ^a ± 25,7	95,51 ^a ± 7,12	292,88 ^a ± 99,74	140,95 ^a ± 16,43	253,56 ^a ± 80,69	104,12 ^a ± 13,46
Média	96,06 ± 12,51	111,68 ± 17,44	217,46 ± 75,58	156,26 ± 24,16	242,72 ± 40,76	173,16 ± 54,88

Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa entre as amostras.

Fonte: próprio autor.

A concentração de potássio não apresentou diferença nas amostras da mesma viagem. Entre as médias das concentrações de potássio nas diferentes viagens a maior média, 179,13 mg 100g⁻¹, foi obtida para as amostras da viagem 2, tina 1. As amostras da viagem 4, tina 7, apresentaram a menor concentração média, 23,87 mg 100 g⁻¹.

A maior concentração média de cálcio, 242,72 mg 100g⁻¹, foi obtida a partir das amostras da viagem 4, tina 4, e a menor concentração média, 96,06 mg 100 g⁻¹, é referente viagem 2, tina 1. Entre as amostras da mesma viagem não foram encontradas diferenças significativas.

Tabela 26 - Concentrações de magnésio nas amostras de *Sardinella brasiliensis* conservadas a bordo por imersão em salmoura refrigerada.

Mg (mg 100g⁻¹)						
AMOSTRAS	VIAGEM 2 TINA 1	VIAGEM 2 TINA 7	VIAGEM 3 TINA 3	VIAGEM 3 TINA 4	VIAGEM 4 TINA 7	VIAGEM 4 TINA 7
1	36,99 ^a ± 0,8	30,75 ^a ± 1,07	31,63 ^a ± 0,18	24,85 ^a ± 1,23	34,63 ^a ± 0,26	33,93 ^a ± 2,3
2	31,39 ^a ± 3,44	32,16 ^a ± 15,94	29,67 ^a ± 0,54	29,08 ^a ± 0,51	42,96 ^a ± 0,25	34,47 ^a ± 1,11
3	31,77 ^a ± 3,66	34,47 ^a ± 2,53	28,90 ^a ± 1,54	29,42 ^a ± 1,27	39,89 ^a ± 2,59	34,61 ^a ± 0,39
Média	33,38 ± 2,56	32,46 ± 1,53	30,07 ± 1,15	27,78 ± 2,08	39,16 ± 3,44	34,34 ± 0,29

Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa entre as amostras.

Fonte: próprio autor.

As concentrações de magnésio apresentados para peixe fresco por Ordóñez (2005b) e pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (BRASIL, 2011d) são, respectivamente, de 10 a 50 mg 100 g⁻¹ e média de 29 mg 100 g⁻¹ para sardinha fresca. Para os dados obtidos neste estudo a maior média foi apresentada pela viagem 4, tina 4 (39,16 mg 100g⁻¹) e a menor média foi de 27,78 mg 100 g⁻¹ refere-se a viagem 3, tina 4. Os demais valores podem ter variado devido à composição do sal utilizado para preparo do meio de refrigerante (salmoura), conforme apresentado na Tabela 27, 28 e 29.

Tabela 27 - Composição do sal utilizado para preparo da salmoura – viagem 2.

Viagem 2 (mg 100g⁻¹)				
Amostra	Potássio	Sódio	Cálcio	Magnésio
1	3626,72	67254,57	174,24	*
2	6810,83	63632,37	*	*
Média	5218,77 ± 1592,05	65443,47 ± 1478,76	174,24 ± 87,12	- -

*Não avaliado.

Fonte: próprio autor.

Tabela 28 - Composição do Sal utilizado para preparo da salmoura – Viagem 3.

Viagem 3 (mg 100g ⁻¹)				
Amostra	Potássio	Sódio	Cálcio	Magnésio
1	7671,99	66622,82	503,32	245,80
2	5579,27	63837,58	*	*
Média	6625,63±	65230,20±	503,32±	245,80±
	1046,36	1137,07	251,66	122,90

*Não avaliado.

Fonte: próprio autor.

Tabela 29 - Composição do Sal utilizado para preparo da salmoura – Viagem 4.

Viagem4 (mg 100g ⁻¹)				
Amostra	Potássio	Sódio	Cálcio	Magnésio
1	27498,09	60421,22	503,32	192,53
2	10851,06	58292,33	*	260,80
Média	19174,58±	59356,77±	503,32	226,66±
	8323,51	869,12	251,66	34,14

*Não avaliado.

Fonte: próprio autor.

4.3. VANTAGENS DO SISTEMA DE CONSERVAÇÃO POR IMERSÃO EM SALMOURA REFRIGERADA COM RELAÇÃO À CONSERVAÇÃO POR RESFRIAMENTO COM GELO

Com utilização da metodologia de conservação a bordo por meio de imersão em salmoura refrigerada as embarcações contam com maior autonomia, tanto no que diz respeito à independência em relação ao fornecimento de gelo como também com a possibilidade de viagens de pesca com maior tempo de mar, conseqüentemente, são capturados maiores volumes de pescado, quando comparado com as viagens das embarcações que utilizam gelo para conservação a bordo.

Os dados apresentados na Tabela 30 demonstram os valores totais de desembarque de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) pela frota de cerco para barcos com sistemas de conservação por meio da utilização de gelo (GELO) e barcos que fazem uso do método de conservação por imersão em salmoura refrigerada (SALMOURA).

Tabela 30 - Dados totais de desembarque de sardinha verdadeira nos anos de 2011, 2012 e 2013 na empresa GDC Alimentos S.A.

ANO	Volume Total desembarcado	Total desembarques	Volume Total desembarcado GELO	Total desembarques GELO	Volume Total SALMOURA	Total desembarques SALMOURA
2011	25.823,192	867	14.169,695	757	11.653,498	110
2012	35.114,506	1160	23.202,651	1024	11.961,377	136
2013	33.589,719	918	22.908,698	814	10.681,020	104

*Volumes em toneladas - Gelo se refere a embarcações que utilizam gelo para conservação a bordo e salmoura para embarcações que utilizam salmoura como meio refrigerante.

Fonte: GDC Alimentos S.A.

No ano de 2011, de acordo com dados da empresa GDC Alimentos S.A., as descargas das traineiras que utilizam gelo representaram 54 % do volume total descarregado e 87 % do número total de desembarques, enquanto que os barcos com sistema de conservação por meio de salmoura refrigerada contribuíram com 45 % do volume total com apenas 12 % das descargas. Essa mesma tendência foi observada durante os anos de 2012 e 2013.

A eficiência das embarcações com sistema de salmoura refrigerada sobre as embarcações que utilizam gelo é muito superior quando se leva em consideração o esforço de captura (toneladas capturadas por viagem de pesca) uma vez que, de acordo com os dados apresentados na Tabela 31 os volumes capturados pelas embarcações que contam com sistema de conservação por imersão em salmoura refrigerada foram, em 2011, 2012 e 2013, respectivamente, 17,7, 25,8 e 27,4% maiores do que os volumes desembarcados por embarcações que utilizam gelo.

Tabela 31 - Volumes médios de captura por viagem para os diferentes sistemas de conservação a bordo.

ANO	Média Captura/ viagem (Kg)	
	Gelo (Kg)	Salmoura (Kg)
2011	18.718,22	105.940,89
2012	22.658,84	87.951,30
2013	28.143,36	102.702,12

*Volumes em toneladas

Fonte: GDC Alimentos S.A

5. Conclusão

Baseado no estudo realizado neste capítulo e com restrições visto a necessidade de outras avaliações, pode-se concluir que o sistema de conservação a bordo por imersão em salmoura refrigerada não segue um padrão de execução, visto as diferenças entre tempos e temperaturas apresentadas nas tinas das diferentes viagens, bem como as massas de pescado e os volumes de salmoura distribuídos nos tanques. Todas as amostras avaliadas apresentaram elevado teor de sódio, o que demonstra ser a principal desvantagem do sistema, sendo que o teor de sódio apresentou forte relação com o tempo total de imersão do peixe em salmoura. Conclui-se que novos estudos devem ser realizados a fim de definir metodologia de execução, buscando aperfeiçoar o modelo de conservação o qual definimos como promissor tanto para a manutenção da qualidade da matéria prima como para fins econômicos desta modalidade de pesca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que o sistema de conservação de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) por meio de imersão em salmoura refrigerada aplicado a bordo da embarcação pesqueira Mtanos Seif foi eficiente para manutenção da qualidade sensorial e físico-química da matéria prima, independentemente das variáveis do sistema (tonelagem estocada, tempo de imersão, tempo até temperatura de -5 °C).

Os resultados referentes ao teor de sódio nas amostras de sardinha verdadeira avaliadas neste estudo alertam para a influência do sistema de conservação na composição final da matéria prima, e, de forma restrita, pode-se observar que a matéria prima oriunda da conservação a bordo por imersão em salmoura refrigerada apresenta teores de sódio elevados.

O sistema de conservação é desenvolvido e aplicado sem procedimento padrão, impossibilitando a classificação da matéria nas definições de natureza do pescado descrita na legislação vigente e o sistema de conservação adotado não se enquadra em nenhum dos demais sistemas descritos na literatura ou normas oficiais nacionais e internacionais, necessitando regulamentação e controle ou adequação do sistema.

Como perspectiva de trabalho verifica-se a necessidade de novos estudos a bordo das embarcações pesqueiras a fim de compreender melhor como e quais variáveis influenciam de forma mais significativa os parâmetros de qualidade da matéria prima e também quais variáveis podem ser controladas, visto a dinâmica da pesca.

Os resultados aqui apresentados podem servir como base para novos estudos que visem discussões voltadas à normatização do sistema de conservação e, conseqüentemente, da matéria prima conservada em salmoura refrigerada.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. G.; FREITAS, M. Q.; JESUS, E. F. O.; SÃO CLEMENTE, S. C.; FRANCO, R. M.; BORGES, A. Caracterização sensorial e análise bacteriológica do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) refrigerado e irradiado. *Ciência Rural*, v.38, p.498-503, 2008.
- ALBERT, R. J.; MCLAUGHLIN, C.; FALATKO, D. Characterization of fish hold effluent discharged from commercial fishing vessels into harbour waters. *Marine Pollution Bulletin*, v.87, p.29-38, 2014.
- ALONSO, H. A. T.; PERALTA, J. M.; RUBIOLO, A. C.; ZORRILLA, S. E. Prediction of the freezing point of multicomponent liquid refrigerant solutions. *Journal of Food Engineering*, v.104, p.143-148, 2011.
- ANDRADE, H. A. A produção da pesca industrial em Santa Catarina. *Notas Técnicas Facimar*, v.2, p.1-16, 1998.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). *Official Methods of Analysis*, 18a.edição, Washington, DC, 2005.
- ASCHE, F.; BELLEMARE, M. F.; ROHEIM, C.; SMITH, M. D.; TVETERAS, S. Fair Enough? Food Security and the International Trade of Seafood. *World Development*, v.67, p.151–160, 2015.
- AUBOURG, S. P.; LOSADA, V.; PRADO, M.; MIRANDA, J. M.; BARROS-VELÁZQUEZ, J. Improvement of the commercial quality of chilled Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) stored in slurry ice: Effects of a preliminary treatment with an antimelanasic agent on enzymatic browning. *Food Chemistry*, v.103, p.741-748, 2007.
- BADIANI, A.; BONALDO, A.; TESTI, S.; ROTOLO, M.; SERRATORE, P.; GIULINI, G.; PAGLIUCA, G.; GATTA, P. P. Good handling practices of the catch: The effect of early icing on the freshness quality of cuttlefish (*Sepia officinalis* L.). *Food Control*, v.32, p. 327-333, 2013.
- BAINY, E. M. *Processamento de fishburguer: estudo teórico-experimental do congelamento e cocção*. 2014. 118p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BARAT, J. M.; GIL, L.; GARCÍA-BREIJO, E.; ARISTOY, M. C.; TOLDRÁ, F.; MARTÍNEZ-MANEZ, R.; SOTO, J. Freshness monitoring of sea bream (*Sparus aurata*) with a potentiometric sensor. *Food Chemistry*, v.108, p.681-688, 2008.

BARBOSA, A.; VAZ-PIRES, P. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). *Food Control*, v.15, p.161-168, 2004.

BELITZ, H-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. *Química de los alimentos*. España: Ed. Acribia S.A, 2012. 910p.

BONILLA, A. C.; SVEINSDOTTIR, K.; MARTINSDOTTIR, E. Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control*, v.18, p.352-358, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal* (RIISPOA). 1952. 154p.

BRASIL. Plano de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos – Norma Brasileira nº 5426 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. 63p. BRASIL, 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria No185 de 13 de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). *Diário Oficial da União*, Brasília, n.93, p.46, 19 maio 1997. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa No20 de 21 de julho de 1999. Oficializar os Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura. *Diário Oficial da União*, Brasília, n.142, p.22, 27 julho 1999. Seção 1.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa No15 de 21 de maio de 2009. Dispõe sobre manter limitado o esforço de pesca para a captura de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e respectiva fauna

acompanhante, pela modalidade de cerco. *Diário Oficial da União*, Brasília, n.96, p.81, 22 maio 2009a. Seção 1.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa No16 de 21 de maio de 2009. Dispõe permitir a captura da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) de comprimento total inferior a dezessete centímetros, exclusivamente às embarcações permissionadas para a captura de atuns e afins pelo sistema de vara e anzol com isca-viva, para uso próprio, unicamente como isca-viva. *Diário Oficial da União*, Brasília, n.96, p.81, 22 maio 2009b. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeto de Instrução Normativa, que visa aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para Peixe Congelado, e o Plano de Amostragem do CODEX - AQL - 6,5, constante do Anexo. *Diário Oficial da União*, Brasília, n., p.3, 14 set. 2010. Seção 1.

BRASIL. Ministério de Estado da Pesca e Aquicultura e Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa N° 10 de 10 de junho de 2011. Dispõe sobre a aprovação das normas gerais e a organização do sistema de permissionamento de embarcações de pesca para acesso e uso sustentável dos recursos pesqueiros, com definição das modalidades de pesca, espécies a capturar e áreas de operação permitidas. *Diário Oficial da União*, Brasília, n.112, p.50, 13 jun. 2011a. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 22 de 11 de julho de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Conservas de Sardinhas. *Diário Oficial da União*, Brasília, n.132, p.23, 12jul. 2011b. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução No1 de 12 de julho de 2011. Estabelecer a designação de venda para as seguintes espécies, com base em recomendações de organismos internacionais de referência e de acordo com as leis e costumes nacionais. *Diário Oficial da União*, Brasília, n.133, p.3, 13 jul. 2011c. Seção 1.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Recomendações sobre a promoção de alimentos e bebidas não alcoólicas para crianças. Brasília: Anvisa, 2011c. 36p.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Tabela brasileira de composição de alimentos*. Ed 4. Campinas, 2011d.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura Ano 2010*. Brasília: MPA, 2012a. 129p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. 2012. Informe técnico nº 50/2012: Teor de Sódio nos Alimentos Processados. 2012b.27p

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura Ano 2011*. Brasília: MPA, 2013. 60p.

BURGER, J.; GOCHFELD, M.; BATANG, Z.; ALIKUNHI, N.; JAHDALI, R.; AL-JEBREEN, D.; AZIZ, M. A.M.; AL-SUWAILEM, A. Fish consumption behavior and rates in native and non-native people in Saudi Arabia. *Environmental Research*, v.133, p.141–148, 2014.

CAMPOS, A. C.; RODRÍGUEZ, O.; LOSADA, V.; AUBOURG, S. P.; BARROS-VELÁZQUEZ, J. Effects of storage in ozonised ice on the sensory and microbial quality of sardine (*Sardina pilchardus*). *International Journal of Food Microbiology*, v.103, p.121-130, 2005.

CERGOLE, M. C.; DIAS-NETO, J. Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha verdadeira *Sardinella brasiliensis* no Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Brasília: 2011. p.180.

CHÉGNIMONHAN, V.; JOSSET, C.; PEERHOSSAINI, H. Ice slurry crystallization based on kinetic phase-change modeling. *International Journal of Refrigeration*, v.33, p.1559-1568, 2010.

CHENG, J. H.; SUN, D. W.; ZENG, X. A.; PU, H. B.; Non-destructive and rapid determination of TVB-N content for freshness evaluation of grass carp (*Ctenopharyn godonidella*) by hyperspectral imaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v.21, p.179-187, 2014.

CONNELL, J.J. *Control of fish quality*. Ed 4. London: Fishing News Books Limited, 1995.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. Composição química de peixes brasileiros de água doce. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia e Medicina Veterinária. FUNEP: 1994.

CUNNINGHAM, J. G. *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2004. 579p.

DIAS NETO, J. Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Brasília, 2010. 242p.

DIAS, D. F.; PEZZI, L. P.; GHERARDI, D. F. M.; CAMARGO, R. Modeling the spawning strategies and larval survival of the Brazilian sardine (*Sardinellabrasiliensis*). *Progress in Oceanography*, v.123, p.38–53, 2014.

DOSSAT, R. J. *Princípios de refrigeração*. Brasil: Hermus, 2004. 884p.

DOWLATI, M.; GUARDIA, M.; MOHTASEBI, S. S. Application of machine-vision techniques to fish-quality assessment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v.40, p.168-179, 2012.

DOWLATI, M.; MOHTASEBI, S. S.; OMID, M.; RAZAVI, S. H.; JAMZAD, M.; GUARDIA, M. Freshness assessment of gilthead Sea bream (*Sparus aurata*) by machine vision based on gill and eye color changes. *Journal of Food Engineering*, v.119, p.277-287, 2013.

EUROPEAN COMMISSION. Council Directive 91/493/EEC of 22 Julio 1991 Por la que se fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y a la puesta en el mercado de los productos pesqueros. Diretiva 493/91/EEC. *Official Journal of the European Union*, Council Directive, n. L 268, 1991.

EUROPEAN COMMISSION. Council Directive 92/48/EEC of 16 June 1992 laying down the minimum hygiene rules applicable to fishery products caught on board certain vessels in accordance with Article 3

(1) (a) (i) of Directive 91/493/EEC. *Official Journal of the European Union*, n. L 187, 1992.

EUROPEAN COMMISSION. Council Directive 96/2406/EEC of 26 de November 1996 relativo à fixação de normas comuns de comercialização para certos produtos da pesca. *Official Journal of the European Union*, L 334, 1996.

FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations. *Quality and quality changes in fresh fish*. Rome, Italy, 1995. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/V7180E/V7180E00.HTM#Contents>. Acesso em: 10 janeiro 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations. *The State of world Fisheries and Aquaculture - 2012*. Roma: FAO, 2012. 230p.

FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations. *The State of world Fisheries and Aquaculture - 2014*. Roma: FAO, 2014. 243p.

FARIAS, M. C. A. *Avaliação das condições higiênico – sanitárias do pescado beneficiado em indústrias paraenses e aspectos relativos à exposição para consumo em BELÉM – PARÁ*. 2006. 67p. (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2006.

FDA. Food and Drug Administration. *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*. Washington, DC: Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Food Safety. Washington: 2011. 468p.

FELLOWS, P. J. *Tecnologia do processamento de alimentos: Princípio e prática*. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Artmetd, 2006. 602p.

FENNEMA, O. R. *Química de los alimentos*. 2. ed. España: Ed. Acribia S.A, 2000. 1258p.

FERNÁNDEZ-SEARA, J.; DIZ, R. Thermo-hydraulic behavior of ice slurry in an offset strip-fin plate heat exchanger. *International Journal of Refrigeration*. v.41, p.171–180, 2014.

FERRARO, V.; CARVALHO, A. P.; PICCIRILLO, C.; SANTOS, M. M.; CASTRO, P. M L.; PINTADO, M. E. Extraction of high added

value biological compounds from sardine, sardine-type fish and mackerel canning residues — A review. *Materials Science and Engineering: C*, v.33, p.3111-3120, 2013.

FRÉON, P.; CURY, P.; SHANNON, L.; ROY, C. Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes: a review. *Bulletin of Marine Science*, v. 76, p.385–462, 2005.

FUMOTO, K.; SATO, T.; KAWANAMI, T.; INAMURA, T.; SHIROTA, M. Ice slurry generator using freezing-point depression by pressurization – Case of low-concentration NaCl aqueous solution. *International Journal of Refrigeration*.v.36, p.795-800, 2013.

GALETTO, D. C.; VERDINI, R. A.; ZORRILLA, S. E.; RUBIOLO, A. C. Freezing of strawberries by immersion in CaCl₂ solutions. *Food Chemistry*, v.123, p.243-248, 2010.

GALLART-JORNET, L.; RUSTAD, T.; OCIDENTAL, J. M.; FITO, P.; ESCRICHE, I. Effect of superchilled storage on the freshness and salting behaviour of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Food Chemistry*, v.103, p.1268-1281, 2007.

GETO, A.; TESSEMA, M.; ADMASSIE, S. Determination of histamine in fish muscle at multi-walled carbon nanotubes coated conducting polymer modified glassy carbon electrode. *Synthetic Metals*, v.191, p.135-140, 2014.

GONÇALVES, A. A. *Tecnologia do Pescado*. São Paulo: Ed. Atheneu, 2011. 608p.

GONÇALVES, A. A.; LIMA, J. T. A. X.; PAULA, F. E. R. Development of Quality Index Method (QIM) scheme for spiny lobster (*Panulirus argus*, Latreille, 1804) stored in ice. *Food Control*, v.47, p.237–245, 2015.

GORNIK, S. G; ALBALAT, A.; ATKINSON, R. J. A.; NEIL, D. M. Biochemical investigations into the absence of rigor mortis in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. v. 373, p.58-65, 2009.

GUIZANI, N.; AL-BUSAIDY, M. A.; AL-BELUSHI, I. M.; MOTHERSHAW, A.; RAHMAN, M. S. The effect of storage temperature on histamine production and the freshness of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), *Food Research International*, v.38, p.215-222, 2005.

JAIN, D.; PATHARE, P.B. Determination of Thermal Diffusivity of Freshwater Fish during Ice Storage by using a One-dimensional Fourier Cylindrical Equation. *Biosystems Engineering*, v.96, p.407-412, 2007.

KAALE, L.D.; EIKEVIK, T. M.; BARDAL, T.; KJORSVIK, E. A study of the ice crystals in vacuum-packed salmon fillets (*Salmon salar*) during superchilling process and following storage, *Journal of Food Engineering*, v.115, p.20-25, 2013a.

KAALE, L. D.; EIKEVIK, T. M.; BARDAL, T.; KJORSVIK, E.; NORDTVEDT, T. S. The effect of cooling rates on the ice crystal growth in air-packed salmon fillets during superchilling and superchilled storage. *International Journal of Refrigeration*, v.36, p.110-119, 2013b.

KAALE L. D.; EIKEVIK, T. M. The development of ice crystals in food products during the superchilling process and following storage, a review. *Trends in Food Science & Technology*, v.39, p.91-103, 2014.

KAUFFELD, M.; WANG, M.J.; GOLDSTEIN; V.; KASZA, K.E. Ice slurry applications. *International Journal of Refrigeration*, v.33, p.1491-1505, 2010.

KOBLITZ, M. G. B. *Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2014. 301p.

KUMANO, H.; ASAOKA, T.; SAWADA, S. Effect of initial aqueous solution concentration and heating conditions on heat transfer characteristics of ice slurry. *International Journal of Refrigeration*, v.41, p.72-81, 2014.

LERFALL, J.; ROTH, B.; SKARE, M. F.; HENRIKSEN, A.; BETTEN, T.; DZIATKOWIAK-STEFAKOWIAK, M. A.; ROTABAKK, B. T. Pre-

mortem stress and the subsequent effect on flesh quality of pre-rigor filleted Atlantic salmon (*Salmosalar L.*) during ice storage. *Food Chemistry*, v. 175, p.157-165, 2015.

LIANG, D.; LIN, F.; YANG, G.; YUE, X.; ZHANG, Q.;ZHANG Z.;CHEN, H.Advantages of immersion freezing for quality preservation of litchi fruit during frozen storage. *LWT - Food Science and Technology*, v.60, p.948-956, 2015.

LIU, Q.; CHEN, Q.; KONG, B.; HAN, J.; HE, X. The influence of superchilling and cryoprotectants on protein oxidation and structural changes in the myofibrillar proteins of common carp (*Cyprinus carpio*) surim. *LWT - Food Science and Technology*, v.57, p. 603–611, 2014.

LOSADA, V.; PIÑEIRO, C.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; AUBOURG, S. P. Inhibition of chemical changes related to freshness loss during storage of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in slurry ice. *Food Chemistry*, v.93, p.619-625, 2005.

LOSADA, V.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; AUBOURG, S. P. Rancidity development in frozen pelagic fish: Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment. *LWT - Food Science and Technology*, v.40, p.991-999, 2007.

LUCAS, T.; FLICK, D.; RAOULT-WACK, A.L. Mass and thermal behaviour of the food surface during immersion freezing. *Journal of Food Engineering*, v.41, p.23–32, 1999.

LUCAS, T.; RAOULT-WACK, A. L. Immersion chilling and freezing in aqueous refrigerating media: review and future trends: Réfrigération et congélation par immersion dans des milieu réfrigérants: revue et tendances futures. *International Journal Refrigeration*. v.21, p.419-429, 1998.

MACAGNANO A.; CARECHE, M.; HERRERO A.; PAOLESSE, R.; MARTINELLI, E.; PENNAZZA, E.;CARMONA, P.;D'AMICO, A.; DI NATALE, C.A model to predict fish quality from instrumental features. *Sensors and Actuators B: Chemical*, v.111-112, p.193-298, 2005.

MARRA, F.; ROMANO, V. A mathematical model to study the influence of wireless temperature sensor during assessment of canned food sterilization. *Journal of Food Engineering*, v.59, p.245-252, 2003.

MARTÍNEZ, D. S.; SOLANO, J. P.; ILLÁN, F.; VIEDMA, A. Analysis of heat transfer phenomena during ice slurry production in scraped surface plate heat exchangers. *International Journal of Refrigeration*, v.48, p.221-232, 2014.

MERTS, I.; BICKERS, E. D.; CHADDERTON, T. Application and testing of a simple method for predicting chilling times for hoki (*Macruronus novaezelandiae*). *Journal of Food Engineering*, v.78, p.162–173, 2007.

MORAES, L. E. S. *Ecologia espacial da sardinha verdadeira (Sardinella brasiliensis Steindachner 1879): padrões relacionados à variabilidade atmosférica e oceânica no atlântico sudoeste*. 327f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012.

PASSINI, G.; ILVA, L. A. R.; CARVALHO, C. V. A.; ESTERZELCK, F.; CERQUEIRA, V. R. Resultados preliminares das primeiras desovas da sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) em cativeiro. XI Reunião Científica do Instituto da Pesca. São Paulo, 2013.

PIÑEIRO, C.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; AUBOURG, A. P. Effects of newer slurry ice systems on the quality of aquatic food products: a comparative review versus flake-ice chilling methods. *Trends in Food Science & Technology*, v.15, p.575-582, 2004.

POMBO, C. R. *Avaliação do processamento tecnológico e qualidade de sardinha (Sardinella brasiliensis) anchovada nacional*. 2012. 130p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2012.

POPPI, L. W. *Descrição e análise das redes de cerco empregadas pela frota industrial de Itajaí*. 2012. 54p. Monografia – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2012.

OCAÑO-HIGUERA, V. M.; MARQUEZ-RÍOS, E.; CANIZALES-DÁVILA, M.; CASTILLO-YÁÑEZ, F. J.; AGUILAR, R. P.;

SÁNCHEZ, M. E. L.; GARCÍA-OROZCO, K. D.; GRACIANO-VERDUGO, A. Z. *Post mortem* changes in cazon fish muscle stored on ice. *Food Chemistry*, v.116, p.933-938, 2009.

ORDÓÑEZ, J. A. *Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos – Vol. 1*. Porto Alegre: Ed. Artmetd, 2005a. 249 p.

ORDÓÑEZ, J. A. *Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal – Vol. 2*. Porto Alegre: Ed. Artmetd, 2005b. 279 p.

ÖZOGUL, Y.; ÖZOGUL, F.; GÖKBULUT, C. Quality assessment of wild European eel (*Anguilla anguilla*) stored in ice. *Food Chemistry*, v.95, p.458-465, 2006.

PASTORIZA, L.; BERNÁRDEZ, M.; SAMPEDRO, G.; CABO, M. L.; HERRERA, J. J. R. Use of sterile and ozonized water as a strategy to stabilize the quality of stored refrigerated fresh fish. *Food Control*, v.19, p.772-780, 2008.

PEREIRA, A. A. F. *Avaliação de condições de consumo de sardinha fresca, descongelada e processada, através de substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico e do nitrogênio de bases voláteis*. 2004. 74p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

RAMOS, M. P.; CASA, J.; ACEVEDO, C.; SCHÜFFELMANN, M. Escombrouintoxicación a propósito de un caso de intoxicación múltiple. *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, v.17, p.621-621, 2010.

RIZELIO, V. M.; GONZAGA, L. V.; BORGES, G. S. C.; MALTEZ, H. F.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Fast determination of cations in honey by capillary electrophoresis: A possible method for geographic origin discrimination. *Talanta*, v.99, p.450-456, 2012.

SAETRANG, S. *RSW Systems with CO2 as Refrigerant: testing of new system solutions for sea water coolers*. 2009. 123p. Dissertação (Mestrado) – Norwegian University of Science and Technology, Norway, 2009.

SANT'ANA, L. S.; SOARES, S.; VAZ-PIRES, P. Development of a quality index method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*) *LWT - Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.44, p.2253-2259, 2011.

SANTO, M. L. P. E.; BEIRÃO, L. H.; SANT'ANNA, E.; DAMIAN, C.; FRANCO, B. M. Avaliação da atividade bacteriocinogênica do lactobacillus sakei na fermentação da sardinha- verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) utilizando glicose como carboidrato fermentecível. *Boletim do Centro de Pesquisas de Processamento de Alimentos*, v. 21, p.83-98, 2003.

SILVA, S. C. *Validade comercial de sardinhas inteiras e evisceradas avaliadas por análises físico-químicas, bacteriológicas e sensorial*. 2010. 108p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2010.

STONEHOUSE, G. G.; EVANS, A. A. The use of supercooling for fresh foods: A review. *Journal of Food Engineering*, v.148, p.74-79, 2015.

SVEINSDOTTIR, K.; HYLDIG, G.; MARTINSDOTTIR, E.; JØRGENSEN, B. O.; KRISTBERGSSON, K. Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Quality and Preference*, v.14, p. 237-245, 2003.

SYKES, A. V.; OLIVEIRA, A. R.; DOMINGUES, P. M.; CARDOSO, C. M.; ANDRADE, J. P.; NUNES, M. L. Assessment of European cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) nutritional value and freshness under ice storage using a developed Quality Index Method (QIM) and biochemical methods. *LWT - Food Science and Technology*, v.42, p. 424-432, 2009.

TEIXEIRA, M. S. *Estudo das características sensoriais da Corvina (*Micropogonias furnieri*) eviscerada e estocada em gelo*. 2005. 84p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

TUCKEY, N. P. L.; FORGAN, L. G.; JERRETT, A. R. Fillet colour correlates with biochemical status in Australasian snapper

(*Pagrus auratus*) during storage in refrigerated seawater. *Aquaculture*, v.356-357, p.256-263, 2012.

UNIVALI/CTTMAR. Boletim Estatística da Pesca Industrial de Santa Catarina – Ano 2012. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Santa Catarina, 2013. 66p.

VIANA; Z. C. V.; SILVA, E.; FERNANDES, G. B.; SANTOS, V. L. C. Composição centesimal em músculo de peixes no litoral do estado da Bahia/ Brasil. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*. v.12, p.157-162, 2013.

VITALI, L.; VALESE, A.C.; AZEVEDO, M. S.; GONZAGA, L.V.; COSTA, A. C. O.; PIOVEZAN, M.; VISTUBA, J. P.; MICKE, G. A. Development of a fast and selective separation method to determine histamine in tuna fish samples using capillary zone electrophoresis. *Talanta*, v.106, p.181-185, 2013.

WHO. World Health Organization. Guideline: Sodium intake for adults and children. 56p. Geneva, 2012.

WHO; FAO. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of United Nations. Code of practice for fish and fishery products. 250p. Rome, 2012.

WU, C.H.; YUAN, C. H.; YE, X. Q.; HU, Y. Q.; CHEN, S. G.; LIU, D. H. A Critical Review on Superchilling Preservation Technology in Aquatic Product. *Journal of Integrative Agriculture*, v.13, p.2788-2806, 2014.

YESUDHASON, P.; AL-ZIDJALI, M.; AL-ZIDJALI, A.; AL-BUSAIDI, M.; AL-WAILI, A.; AL-MAZROOEI, N.; AL-HABSI, S. Histamine levels in commercially important fresh and processed fish of Oman with reference to international standards. *Food Chemistry*, v.140, p.777-783, 2013.

ZARE, D.; MUHAMMAD, K.; GHAZALI, H. M. Determination of urocanic acid, a compound implicated in histamine toxicity, and assessment of biogenic amines relative to urocanic acid content in selected fish and fish products. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.37, p.95-103, 2015.

ZORRILLA, S. E.; RUBIOLO, A. C. Mathematical modeling for immersion chilling and freezing of foods: Part I: Model development. *Journal of Food Engineering*, v.66, p.329-338, 2005a.

ZORRILLA, S. E.; RUBIOLO, A. C. Mathematical modeling for immersion chilling and freezing of foods: Part II: Model solution. *Journal of Food Engineering*, v.66, p.339-351a, 2005b.

ANEXOS

ANEXO A

 Sal Garça Rod. BR.304 Km 32 Distrito Industrial / Mossoró - RN ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA							
Sal Marinho In-natura Grosso Salmonete							
COMPOSIÇÃO QUÍMICA %				GRANULOMETRIA %			
ANÁLISE	UNIDADE	MÉTODO	MÍNIMO	MÁXIMO	N°	Abertura (mm)	Especif. max
Umidade (H2O)	%	NBR 10888	0,050	0,200	Peneira	(mm)	
Insolúveis (RI)	%	NBR 10888	0,010	0,100	3/8"	9,520	-
Cálcio (Ca ²⁺)	%	NBR 10888	0,030	0,070	5/16"	7,930	-
Magnésio (Mg ²⁺)	%	NBR 10888	0,010	0,050	1/4"	6,350	-
sulfato (SO ₄)	%	NBR 10888	0,110	0,238	4"	4,750	-
Cloreto de Sódio (NaCl) BS	%	NBR 10888	99,65	99,82	5"	4,000	-
Iodo	Mg/Kg	RDC-130/03	-	-	8"	2,380	-
Nitrato/Nitrato	%	-	Ausente	Ausente	14"	1,410	-
Bactérias Halófilas	%	-	Ausente	Ausente	Metodo de Analises		
Ferrocianeto de Sódio	ppm	NBR 10888	3,0	5,0	NBR 10888		
PROPRIEDADE ORGANOLÉPTICA							
Ensaio	Valor de Referência		Norma de Referência				
Forma	Cristais Brancos		Decreto Nº 75.697, de 06/05/1975				
Granulação	Uniforme		Decreto Nº 75.697, de 06/05/1975				
Odor	Inodoro		Decreto Nº 75.697, de 06/05/1975				
Sabor	Salino-Salgado próprio		Decreto Nº 75.697, de 06/05/1975				
INFORMAÇÕES COMPLEMENTÁRES							
Embalagem				Armazenamento			
Polietileno				Área coberta e seca (Umidade relativa do ar max 75%)			
INGREDIENTE E ADITIVOS							
Cloreto de Sódio(NaCl)							
ALGUMAS UTILIZAÇÕES DO PRODUTO							
Indústria Alimentícia(biscoitos, temperos, queijos, iorgutes, conservas, etc)							
Laticínios							
Indústria Química, Farmacéutica e Têxtil.							
PRODUTO VÁLIDO POR 2 ANOS							

ANEXO B

QUESTIONÁRIO

OBTENÇÃO DE DADOS A PARTIR DA OBSERVAÇÃO DA PESCA DE SARDINHA REALIZADA EM EMBARCAÇÃO QUE UTILIZA SALMOURA REFRIGERADA COMO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO

INÍCIO DA VIAGEM ___/___/____ FIM DA VIAGEM ___/___/____

CAIS DE DESCARGA:

<p>1) EMBARCAÇÃO</p> <p>1.a. Nome da embarcação:</p> <p>_____</p> <p>1.b. Nome do armador:</p> <p>_____</p> <p>1.c. Identificação da embarcação junto à capitania dos portos:</p> <p>_____</p> <p>1.d. Capacidade total de armazenamento de pescado (Toneladas): _____ ton</p> <p>*OBS.: Caso a embarcação esteja apta para realizar mais de um tipo de captura descrever a capacidade para cada situação relacionando o tipo de pesca, espécie alvo, sistema de refrigeração (gelo, salmoura)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de Captura</th> <th>Espécie Alvo</th> <th>Forma de Conservação</th> <th>Capacidade total de estocagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>1.e. Quanto tempo e a quantos graus a tripulação entende que o pescado pode ser armazenado sem perder qualidade?</p> <p>_____</p> <p>OBS.:</p>				Tipo de Captura	Espécie Alvo	Forma de Conservação	Capacidade total de estocagem				
Tipo de Captura	Espécie Alvo	Forma de Conservação	Capacidade total de estocagem								
<p>2) RIPULAÇÃO</p> <p>2.a. Como é formada a tripulação (quais as funções e quantas pessoas estão alocadas em cada cargo)?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>FUNÇÃO</th> <th>Nº DE PESSOAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>2.b. Quem é responsável pelo preparo e manutenção da salmoura?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>FUNÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>2.c. Quanto tempo esse tripulante trabalha nesta embarcação (meses)?</p> <p>_____</p> <p>2.d. Esse tripulante recebeu algum treinamento relacionado com a geração de frio, preparo da salmoura e qualidade do pescado? SIM () NÃO ()</p> <p>2.e. Qual o tipo de treinamento?</p> <p>_____</p> <p>2.f. Quem ministrou o treinamento?</p> <p>_____</p>				FUNÇÃO	Nº DE PESSOAS			NOME	FUNÇÃO		
FUNÇÃO	Nº DE PESSOAS										
NOME	FUNÇÃO										

2.g. Qual era o objetivo do treinamento?

2.f. Caso a resposta seja NÃO, onde ele aprendeu? Quem ensinou?

3) TINAS E SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

3.a. Descrever o número e a capacidade de cada tina (em Kg e em L).

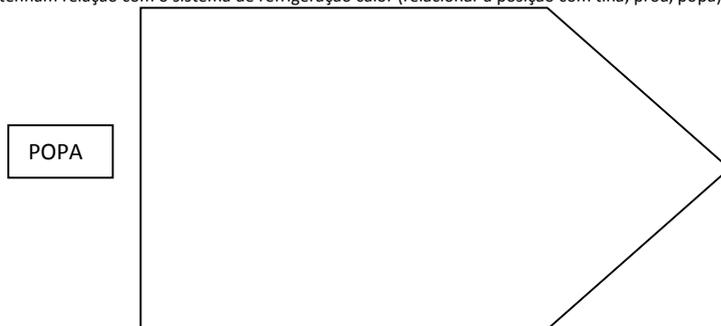
3.b. Descrever os pontos de entrada de água de cada tina (ex.: parte inferior, superior) e a origem da água (ex.: tina 2 - ponto de entrada na parte superior - origem tina 1/ direto do mar).

3.c. Descrever o material de revestimento das tinas incluindo o material de vedação.

TINA	PONTO DE ENTRADA	ORIGEM	VEDAÇÃO	CAPACIDADE

3.d. As tinas são interligadas ou independentes? É possível transportar salmoura e/ou água entre quaisquer tinas ou a ligação é sequencial ou a partir de uma tina específica? Como é o sistema de distribuição de água e salmoura entre as tinas?

3.e. Fazer desenho esquemático da embarcação identificando a distribuição das tinas (incluindo capacidade), distribuição da canalização, posição dos trocadores de calor e outros itens que tenham relação com o sistema de refrigeração calor (relacionar a posição com tina, proa, popa).



3.f. Existe algum sistema que proporcione a movimentação/circulação da salmoura dentro das tinas a fim de resfriar o pescado de forma uniforme?

3.g. Como e quando (frequência) é realizada a higienização das tinas? Quem são os responsáveis? Qual material utilizado? É utilizado algum produto químico?

4) INGREDIENTES DA SALMOURA

4.a. Quais os ingredientes utilizados para o preparo da salmoura (água potável, sal, água do mar, gelo)?

INGREDIENTE	ORIGEM	MARCA	LOTE	COMPOSIÇÃO	EMBALAGEM
1					

* No caso de coleta de água do Mar para preparo da salmoura identificar latitude e longitude.

*Descrever os ingredientes de forma detalhada - ex.: água do mar coletada a X Km do porto de partida, sal utilizado oriundo de embalagens fechadas da marca X, composição Y, validade Z, outros ingredientes.

*Se possível coletar saco de sal vazio.

DE ACORDO COM O RESPONSÁVEL PELO PREPARO DA SALMOURA:

4.b. Qual o tipo/ marca/ característica do sal é tido como melhor e por quê?

4.c. As características do sal interferem na qualidade da salmoura (ex.: cor, tamanho dos grãos, origem)? Por quê?

4.b. Há relação das características do sal com a qualidade final do peixe?

4.c. Há relação das características do sal com a velocidade de abaixamento da temperatura?

4.d. Há relação das características do sal com concentração da salmoura?

4.e. Há relação das características do sal com o sal no peixe?

4.f. Qual a quantidade média de sal utilizada para o volume total da salmoura?

4.g. Para o ingrediente SAL são respeitadas as características de estocagem e tempo de validade?

4.h. Qual o preço do Kg do sal?

4.i. Amostra de sal

*Coletar em Becker 500g de cada lote antes da saída da embarcação e entregar para o funcionário da recepção de pescado da GDC Alimentos.

As amostras deverão estar identificadas com: INGREDIENTE, MARCA, LOTE, VALIDADE.

5) SISTEMA DE COLETA

5.a. Como é o sistema de coleta de água do mar para preparo da salmoura?

5.b. Há algum critério para coleta da água do mar (ex.: relação com a qualidade da água (distância do deságue de rios, mar aberto)?

5.c. Há sistema de filtro para o sistema de coleta de água?

SIM () NÃO ()

5.d. Onde o filtro está localizado?

5.e. Com que frequência é realizada a troca ou higienização do filtro?

6) PREPARO DA SALMOURA

***OBS.: Descrição detalhada:**

6.1. Em que momento é preparada a salmoura?

6.2. Onde é realizado o preparo (em que tina e por quê)?

6.3. Que tipo de água é utilizada para o preparo da salmoura?

6.4. Caso seja água do mar, é medida a salinidade?

6.5. Como é feito a medição da salinidade da água do mar? Qual instrumento é utilizado?

6.6. Esse instrumento apresenta algum registro de calibração?

6.7. É feito registro da medição salinidade da água do mar?

6.8. Os registros são auditáveis (possível analisá-los/ entendê-los)? Se Não por quê?

6.9. Alguém na embarcação acompanha/analisa esses registros? Se SIM com que finalidade?

6.10. A salinidade da água do mar é considerada no cálculo para preparo da salmoura?

6.11. Onde e como é coletada a água para preparo da salmoura?

6.12. Há registro da temperatura da água na coleta?

6.13. Como se mede a quantidade de água utilizada para o preparo da salmoura?

6.14. Onde e como se dá a mistura do sal com a água?

6.15. Qual a concentração da salmoura que é desejada?

6.16. Qual a temperatura que se espera que salmoura alcance para o armazenamento do pescado?

6.17. Como é feita a conta da quantidade de sal para a quantidade de água? Existe algum tipo de metodologia para definir a concentração/ preparar a salmoura?

6.18. Há registro da concentração da salmoura após o preparo e antes da colocação do peixe?

6.19. Como é feito a medição da concentração da salmoura?

6.20. Qual instrumento é utilizado?

6.21. Esse instrumento apresenta algum registro de calibração?

6.22. É feito registro da temperatura da salmoura após o preparo e antes da colocação do peixe?

6.23. Como é feito a aferição da temperatura da salmoura?

6.24. Qual instrumento é utilizado?

6.25. Esse instrumento apresentar algum registro de calibração?

6.26. Os registros são auditáveis (possível analisá-los/ entendê-los)?

6.27. Alguém na embarcação acompanha/analisa esses registros? Se SIM com que finalidade?

6.28. Como é distribuída a salmoura entre as tinas?

6.29. A salmoura é distribuída já refrigerada ou a refrigeração se dá em cada tina?

6.30. Em que momento é iniciada a refrigeração da salmoura?

6.31. Essa refrigeração é mantida constante?

6.32. Durante a viagem é monitorada a concentração da salmoura?

6.33. Se SIM qual ou quais os pontos de coleta?

6.34. Com que frequência é feito o monitoramento?

6.35. Há registro desse monitoramento?

6.36. Durante a viagem é monitorada a temperatura da salmoura?

6.37. Se SIM qual ou quais os pontos de coleta?

6.38. Com que frequência é feito o monitoramento?

6.39. Há registro desse monitoramento?

6.40. Há renovação da salmoura durante a viagem?

6.41. Se SIM, como se percebe a necessidade de renovação?

6.42. Como é realizada a renovação?

6.43. Nas tinas há algum sistema de movimentação da água para manter a temperatura uniforme?

6.44. Qual a temperatura da salmoura é considerada ideal para colocação do lance na tina?

6.45 Qual a temperatura que se deseja manter o peixe até a entrega na indústria?

6.46. Os registros realizados na embarcação são arquivados?

6.47. Se SIM por quanto tempo?

**7) DISTRIBUIÇÃO E CONDIÇÃO NAS TINAS
AS INSTRUÇÕES DE TRABALHO 01 E 02 AUXILIAM NA UTILIZAÇÃO DOS
INSTRUMENTOS E NO ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE ACORDO COM OS
FORMULÁRIOS 01, 02, 03 E 04, OS QUAIS DEVERÃO SER PREENCHIDOS DURANTE
TODA A VIAGEM.**

IMPORTANTE:

Todo o processo deverá ser fotografado;

Deverá ser feita a relação das fotos com o número das questões, registrando sempre DATA e HORA;

Todas as amostras deverão ser identificadas de forma legível e segura;

IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS deverá conter:

Identificação do material (peixe, salmoura, água do mar, sal);

Ponto, data e hora de coleta;

Quando for o caso, data de validade;

ANEXOS:	
FORMULÁRIOS	INSTRUÇÕES DE TRABALHO
ME_FOR_01	ME_IT_01
ME_FOR_02	ME_IT_02
ME_FOR_03	
ME_FOR_04	

ME_FOR_01 - MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DO MAR (TEMPERATURA E SALINIDADE) E DO PESCADO RECÉM CAPTURADO (TEMPERATURA) ANTES DO ARMAZENAMENTO

DATA	LANÇE	HORA INÍCIO SOLTAZ A REDE	HORA FIM ÚLTIMO SÁBUÇO	TAMANHO SÁBUÇO	LOCAL DE CAPTURA	AGUA DO MAR T °C	SALINIDADE (PSU)	T °C PEIXE (10 AMOSTRAS)									
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL DA CAPTURA (Kg)		PEÇAS/Kg	TAMANHO MÉDIO (cm)	TAMANHO DE DESTINO N°	QTD (Kg)	OBS:											
TOTAL DA CAPTURA (Kg)		PEÇAS/Kg	TAMANHO MÉDIO (cm)	TAMANHO DE DESTINO N°	QTD (Kg)	OBS:											

DATA	LANÇE	HORA INÍCIO SOLTAZ A REDE	HORA FIM ÚLTIMO SÁBUÇO	TAMANHO SÁBUÇO	LOCAL DE CAPTURA	AGUA DO MAR T °C	SALINIDADE (PSU)	T °C PEIXE (10 AMOSTRAS)									
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL DA CAPTURA (Kg)		PEÇAS/Kg	TAMANHO MÉDIO (cm)	TAMANHO DE DESTINO N°	QTD (Kg)	OBS:											

ME_FOR_04 – MONITORAMENTO DE QUAISQUER DESVIOS/ ALTERAÇÕES QUE POSSAM INFLUENCIAR NAS CARACTERÍSTICAS DA SALMOURA (T°C e CONC.) E DO PESCADO (T°C)

DATA	HORA	TINA – LOCAL – EQUIPAMENTO	DESVIO	AÇÃO

ME_IT_01 - INSTRUÇÃO DE TRABALHO PARA COLETA DE DADOS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE INSTRUMENTOS

O QUE MONITORAR?	COM QUE INSTRUMENTO/ EQUIPAMENTO?	DE QUE FORMA?	COM QUE FREQUÊNCIA?	ONDE REGISTRAR?
TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR	TERMOMETRO	<ul style="list-style-type: none"> • Coletar água do mar com auxílio de um recipiente (jarra, balde); • *Quantidade suficiente para que possa ser imersa a parte metálica do termômetro sem que a mesma toque no fundo ou nas laterais do recipiente. • Ligar o termômetro; • Inserir a parte metálica do termômetro no recipiente com água de modo a evitar que o mesmo encoste no fundo ou nas bordas do recipiente; • Aguardar a estabilização do marcador onde aparece a temperatura medida; • Registrar o dado no formulário; 	De acordo com Questionário do Observador de Bordo (ME_QT_01)	Formulários ME_FOR_01 ME_FOR_02 ME_FOR_03 ME_FOR_04
TEMPERATURA DO PEIXE	TERMOMETRO	 <ul style="list-style-type: none"> • Coletar as amostras conforme determinado; • Alojor o termômetro na musculatura do lombo, na altura da espinha (não tocar na parte metálica do termômetro); • Aguardar a estabilização do marcador onde aparece a temperatura medida; • Registrar o dado no Formulário; 	De acordo com Questionário do Observador de Bordo (ME_QT_01)	Formulários ME_FOR_01 ME_FOR_02 ME_FOR_03 ME_FOR_04
TEMPERATURA DA SALMOURA	TERMOMETRO	<ul style="list-style-type: none"> • Coletar salmoura com auxílio de um recipiente (jarra, balde); • *Quantidade suficiente para que possa ser imersa a parte metálica do termômetro sem que a mesma toque no fundo ou nas laterais do recipiente. • Se possível realizar a homogeneização da salmoura na tina antes da coleta. • Ligar o termômetro; • Inserir a parte metálica do termômetro no recipiente com o líquido de modo a evitar que o mesmo encoste no fundo ou nas bordas do recipiente; • Aguardar a estabilização do marcador onde aparece a temperatura medida; • Registrar o dado no formulário; 	De acordo com Questionário do Observador de Bordo (ME_QT_01)	Formulários ME_FOR_01 ME_FOR_02 ME_FOR_03 ME_FOR_04
CONCENTRAÇÃO DA SALMOURA SALINIDADE DA ÁGUA DO MAR	DENSIMETRO PROVETA GRADUADA	<ul style="list-style-type: none"> • Preencher a proveta com 230 mL da solução em questão; • Introduzir o densímetro com cuidado na solução; • Aguardar a estabilização do mesmo (ou seja, aguardar até parar de descer e subir); • Efetuar a leitura no densímetro, no sentido de cima para baixo e sempre abaixo do menisco;   <ul style="list-style-type: none"> • Registrar o dado no formulário; • Para leitura mais precisa da concentração é interessante apoiar a proveta em local plano. 	De acordo com Questionário do Observador de Bordo (ME_QT_01)	Formulários ME_FOR_01 ME_FOR_02 ME_FOR_03 ME_FOR_04

ME-IT_02 - INSTRUÇÃO DE TRABALHO PARA PREENCHIMENTO DE FORMULÁRIOS

FORMULÁRIO 01 - MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DO MAR (TEMPERATURA E SALINIDADE) E DO PESCAÇO RECEM CAPTURADO (TEMPERATURA) ANTES DO ARMAZENAMENTO	
Neste formulário serão registradas as informações relacionadas as condições de temperatura e salinidade da água do mar no local onde está sendo capturado cada lance e também a temperatura do pescado (10 amostras) imediatamente após a captura (retirada do mar) e antes do armazenamento nas tinas.	
ITEM	INFORMAÇÃO A SER REGISTRADA
DATA	Registrar a data em que foi realizado o coleta de dados
LANCE	Registrar a forma sequencial o número de lances onde é feita a captura de uma determinada quantidade de pescado. Como lance entende-se cada processo certo até a última "sarçada" para retirar do mar o cardume estrado.
HORARIO DE INICIO:	Registrar a hora em que foi feito o cerco.
HORA FIM	Registrar a hora da primeira "sarçada".
PRIMEIRO SARCO	Registrar a hora em que foi feito o último sarco ou seja, a hora em que foram retirados os últimos peixes daquele processo de cerco.
ULTIMO SARCO	Registrar o local de captura, abreviando Município e Estado e, quando possível, as coordenadas
LOCAL DE CAPTURA	
AGUA DO MAR	Temperatura Salinidade
TEMPERATURA DO PEIXE	Até a utilização de bómbombo abrir a temperatura da água do mar (unidade °C)
TOTAL DA CAPTURA	Até a utilização de bómbombo abrir a temperatura da água do mar (unidade "kg")
PEÇA(S)	Afetu e temperatura de 10 amostras de peixe durante a captura do lance. As amostras deverão ser colhidas aleatoriamente, ou seja, abrangendo o início e o fim da retirada dos peixes do cerco. Ex.: 3 amostras de maru (pequeno sarco), 3 - 4 amostras do maru e 2-4 amostras do último sarco.
TAMANHO MEDIO	Registrar o total em kg capturado no lance em questão
TINAS DE DESTINO	Registrar quantos peixes (quantos peixes) são necessários para formar 1 (um) kg.
OBSERVAÇÕES	Registrar qual o tamanho médio em cm dos peixes capturados naquele lance.
	Registrar qual o(s) número(s) tin(s) onde será armazenado o lance.
	Registrar a quantidade (em kg) do lance em questão armazenado em cada tina
	Registrar qualquer informação que possa ser relevante.
FORMULÁRIO 02 - MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DAS TINAS E DO PESCAÇO JA ARMAZENADO IMEDIATAMENTE ANTES DO ARMAZENAMENTO DO NOVO LANCE	
Neste formulário serão registradas as informações relacionadas as condições de temperatura e concentração das salmouras já preparada e armazenada nas tinas em caso da temperatura do pescado (quando for o caso) antes da colheção do novo lance nessas tinas	
ITEM	INFORMAÇÃO A SER REGISTRADA
LANCE A SER ARMAZENADO Nº	Registrar o número do lance a ser armazenado de acordo com o registro realizado no ITEM LANCE DE FORMULÁRIO 01.
TINA	Registrar o número das tinas onde será armazenado o pescado (as lances em questão), já que o que se deseja saber a condição de temperatura e concentração da salmoura e temperatura do peixe já armazenado (quando for o caso) antes da colheção do novo lance.
PARCIALIDADE PREENCHIDA COM PESCAÇO?	Deverá ser observado se a tina que irá receber o lance em questão já foi parcialmente preenchida por outros lances. No caso da resposta ser SIM deverá ser registrada a quantidade de peixe armazenado.
QUANTIDADE?	Registrar a temperatura de 10 amostras de peixe para cada tina que receberá o lance em questão.
TEMPERATURA DO PESCAÇO	Registrar a proporção de peixe salmoura, ou seja, quanto de peixe há para a total de salmoura.
PROPORÇÃO PEIXE/SALMOURA	Registrar a temperatura da salmoura de cada tina que irá receber o lote em questão.
SALMOURA	Registrar a temperatura da salmoura de cada tina que irá receber o lote em questão.
	Registrar a concentração da salmoura de cada tina que irá receber o lote em questão.
GERADOR DE FRIO	Observar se o gerador de frio está ligado ou desligado imediatamente antes do armazenamento do lance para cada tina que receberá o peixe.
	DESLIGADO

ME_IT_02 - INSTRUÇÃO DE TRABALHO PARA PREENCHIMENTO DE FORMULÁRIOS

FORMULÁRIO 03 – MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DA SALMOURA E DO PESCADO ARMAZENADO NAS TINAS	
Neste formulário serão registradas informações relacionadas as condições de temperatura e concentração da salmoura e temperatura do pescado após duas horas de armazenamento e a cada oito horas. Quando for armazenado novo lance em uma tina que já continha pescado e terminado o processo de monitoramento, ou seja, se inicia novo lance, a partir de duas horas do último lance armazenado.	
INFORMAÇÃO A SER REGISTRADA	
TINA Nº	Registrar o número da tina que será monitorada.
DATA	Data do monitoramento.
HORA	Hora do monitoramento.
SALMOURA	TEMPERATURA (°C)
	CONCENTRAÇÃO (°Bé)
TEMPERATURA DO PEIXE (°C)	Atéves da utilização de datassimetro aferir a concentração da salmoura (unidade em °C).
RELAÇÃO PEIXE: SALMOURA	Atéves da utilização de termômetro aferir a temperatura de 10 amostras de peixe (unidade em °C). Registrar a proporção peixe: salmoura, ou seja, quanto de peixe há para o total de salmoura.
QUANTIDADE TOTAL ARMAZENADA	Registrar o total de pescado armazenado na tina no momento do monitoramento.
FORMULÁRIO 04 – MONITORAMENTO DE QUAISQUER DESVIOS/ALTERAÇÕES QUE POSSAM INFLUENCIAR NAS CARACTERÍSTICAS DA SALMOURA (T°C e CONC) E DO PESCADO (T°C)	
Neste formulário serão registrados quaisquer desvios ou mudanças na execução das atividades que possam interferir na qualidade final do pescado. O observador também poderá registrar qualquer ação que seja importante para interpretação de dados ou que contribua para o trabalho.	
INFORMAÇÃO A SER REGISTRADA	
DATA	Data do monitoramento / Data em que aconteceu o fato que está sendo registrado.
HORA	Hora do monitoramento / Hora em que aconteceu o fato que está sendo registrado.
TINA – LOCAL – EQUIPAMENTO	Identificar qual o local onde foi verificado o problema, dentro e também os demais itens relacionados (ex.: bomba, tubulação, etc)
DESVIO	Descrever detalhadamente o desvio identificado ou parâmetro e seus valores (ex.: quebra do gerador de frio – aumento da temperatura na tina 1 – 84,48; 2°C – 16h; 1 °C – 16:40 equipamento ajustado – 13h, 2°C)
AÇÃO	Registrar qual a ação executada para resolver o desvio. Registrar se a ação foi eficaz ou paliativa.