



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE PESCA

MATEUS SILVA RIBEIRO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SARDINHA-VERDADEIRA, *SARDINELLA BRASILIENSIS*, COMERCIALIZADA EM FORTALEZA-CEARÁ

FORTALEZA - CE

2025

MATEUS SILVA RIBEIRO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SARDINHA-VERDADEIRA, *SARDINELLA BRASILIENSIS*, COMERCIALIZADA EM FORTALEZA-CEARÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, do Departamento em Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Sousa

FORTALEZA-CE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R37a Ribeiro, Mateus Silva.

Avaliação da qualidade da sardinha-verdadeira, *Sardinella Brasiliensis*, comercializada em Fortaleza-Ceará / Mateus Silva Ribeiro. – 2025.

41 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pescas, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Sousa.

1. Pescado. 2. Centesimais. 3. Físico-químicas. 4. Microbiológicas. I. Título.

CDD 639.2

MATEUS SILVA RIBEIRO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SARDINHA-VERDADEIRA, *SARDINELLA BRASILIENSIS*, COMERCIALIZADA EM FORTALEZA-CEARÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, do Departamento em Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Pesca.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Souza (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra Francisa Gleire Rodrigues de Menezes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Jacqueline de Melo Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Selma e Evaldo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu senhor e Pai que me fortaleceu nas sendas da vida, iluminou-se a seara científica e me capacitou para as batalhas do porvir.

Ao meu ilustre professor. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Sousa, que tornou possível a realização desta monografia através de suas orientações coerentes e oportunas.

Agradeço, também aos membros do LATEPE, Francisco Ikaro, Jacqueline Melo, Kamila Freitas, Karolina Costa e Edmar que fizeram parte da minha jornada de experimentos, com apoio e carinho de todos, meu profundo agradecimento.

As técnicas de laboratório, Claudia Cinthia e Claudia Brandão, que me incentivaram e estimularam dentro do desenvolvimento dos experimentos realizados, pois ambas tiveram grande valia nesse processo de desenvolvimento, fica minha gratidão.

Ao meus pais que tanto me apoiaram nesta jornada de conhecimento e me motivou nesta investida, minha homenagem e gratidão.

RESUMO

A avaliação da qualidade de produtos pesqueiros, como do pescado sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), é fundamental para garantir padrões adequados para o consumo. Para isso, foram feitos testes de análises centesimais, físico-químicas e microbiológicas. Com objetivo de verificar os parâmetros de qualidade e segurança do produto, o processo de experimento foi conduzido por análise laboratorial que avaliou amostra do filé da sardinha-verdadeira por meio do pH, composição centesimal (proteína, umidade, cinza e lipídeos), avaliação do pescado com N-BVT, N-TMA e oxidação lipídica – SRATB. Uma amostra desses animais foi coletada em um comércio e analisada por um período de 7 dias no laboratório de tecnologia do pescado (LATEPE). Durante o processo de análise química das amostras, os resultados mostraram uma variação de pH entre 6,45 a 7,05. A proteína variou de 21,16 a 24,21 g, a umidade variou 71,09 a 71,80, a cinza variou de 1,08 a 1,11, e o lipídeo variou 12,82 a 17,11 g. A avaliação da qualidade do pescado revelou que o N-BVT variou 22,40 a 87,36 mg N/100 g, o N-TMA variou 10,08 a 13,72 mg N/100 g e a oxidação lipídica – SRATB variou 0,49 a 2,16. As análises microbiológicas indicaram contagens de bactérias psicrotróficas que variam de 5,1 log₁₀ UFC/g a 7,0 log₁₀ UFC/g. De forma, geral, os resultados mostraram que a sardinha-verdadeira apresenta boas características para o consumo humano: a proteína possui níveis adequados, a umidade é baixa, o que pode interferir na vida útil do peixe, e o teor de cinzas indica uma quantidade significativa de nutrientes. Os lipídeos apresentaram baixos níveis de gordura, o que é considerado benéfico. Em relação à conservação, o N-BVT apresentou valores indicativos de boa preservação do pescado, enquanto o N-TMA, no processo físico-químico, mostrou valores dentro dos limites aceitáveis para consumo humano. A oxidação lipídica apresentou variações estatisticamente significativas, mas com baixos índices de oxidação, sugerindo a presença de antioxidantes naturais que contribuíram para a redução do grau de oxidação lipídica. Sendo assim, observados todas as etapas de teste e análise laboratorial, conclui-se que o pescado se manteve apto para o consumo até o quarto dia, tornando-se não aconselhável para o consumo nos dias posteriores.

Palavra-chave: Pescado, centesimais, físico-químicas e microbiológicas.

ABSTRACT

The assessment of the quality of fish products, such as the true sardine (*Sardinella brasiliensis*), is essential to ensure adequate standards for consumption. To this end, centesimal, physical-chemical and microbiological analysis tests were performed. In order to verify the quality and safety parameters of the product, the experimental process was conducted by laboratory analysis that evaluated a sample of the true sardine fillet through pH, centesimal composition (protein, moisture, ash and lipids), evaluation of the fish with N-TVB, N-TMA and lipid oxidation - SRATB. A sample of these animals was collected from a store and analyzed for a period of 7 days in the fish technology laboratory (LATEPE). During the chemical analysis process of the samples, the results showed a pH variation between 6.45 and 7.05. Protein ranged from 21.16 to 24.21 g, moisture ranged from 71.09 to 71.80, ash ranged from 1.08 to 1.11, and lipid ranged from 12.82 to 17.11 g. Fish quality evaluation revealed that TVB-N ranged from 22.40 to 87.36 mg N/100 g, TMA-N ranged from 10.08 to 13.72 mg N/100 g, and lipid oxidation - SRATB ranged from 0.49 to 2.16. Microbiological analyses indicated psychrotrophic bacteria counts ranging from $5.1 \log_{10}$ CFU/g to $7.0 \log_{10}$ CFU/g. In general, the results showed that the true sardine has good characteristics for human consumption: the protein has adequate levels, the moisture content is low, which can interfere with the shelf life of the fish, and the ash content indicates a significant amount of nutrients. The lipids presented low levels of fat, which is considered beneficial. Regarding conservation, the N-BVT presented values indicative of good preservation of the fish, while the N-TMA, in the physical-chemical process, showed values within the acceptable limits for human consumption. Lipid oxidation presented statistically significant variations, but with low oxidation rates, suggesting the presence of natural antioxidants that contributed to the reduction of the degree of lipid oxidation. Therefore, observing all the stages of testing and laboratory analysis, it is concluded that the fish remained suitable for consumption until the fourth day, making it not advisable for consumption on the following days.

Keyword: Fish, centesimal, physical-chemical and microbiological.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 -** Os peixes, sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) no comércio.....18
- Figura 2 -** Representação da análise do pH com amostra no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).....19
- Figura 3 -** Representação de destilador de proteína para analisar os 3 erlenmeyers colorações azuis claros no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).....20
- Figura 4 -** Representação da titulação de soluções para analisar os 3 erlenmeyers colorações amarelos claros no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).....20
- Figura 5 -** Representação de estufa de secagem, deve colocar os três cadinhos do filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).....21
- Figura 6 -** Dessecador dentro dos três cadinhos após colocar a máquina com teor de cinza no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).....22
- Figura 7 -** Representação da máquina como forno mufla com teor de cinza com três cadinhos no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).....22
- Figura 8 -** Representação de extrator de lipídeos usando acetona para extração de gordura de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).....24
- Figura 9 -** Destilador com becker na mudança de coloração branca para rosada na sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) no N-BVT e N-TMA.....25
- Figura 10 -** Representação de cubeta de vidro na coloração rosada e máquina com espectrofotômetro.....26
- Figura 11 -** Análise microbiológica do filé de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) nas duas placas.....36
- .

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Representação de análise do pH no filé da sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).....	29
Gráfico 2 - Valores correspondentes a determinação do teor de nitrogênio presentes nas amostras de <i>Sardinella brasiliensis</i> dos diferentes dias para a quantificação das bases voláteis totais	33
Gráfico 3 - Valores correspondentes a determinação do teor de nitrogênio da trimetilamina presentes nas amostras de <i>Sardinella brasiliensis</i> para a quantificação das aminas terciárias.....	35
Gráfico 4 - Análise de SRATB na cubeta de vidro principalmente coloração rosada no músculo de sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).....	36
Gráfico 5 - Valores correspondentes a contagem padrão de placas de bactérias psicrotróficas das amostras de filé da sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>) para a quantificação do número de unidades formadoras de colônias.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise estatística do pH no filé da sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>) durante 7 dias.....	28
Tabela 2 - Composição Centesimal do pescado filé de sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).....	29
Tabela 3 - Análise estatística do valor de N-BVT no filé da sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>) durante 7 dias.....	33
Tabela 4 - Análise estatística do valor de N-TMA no músculo da sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).....	34
Tabela 5 - Análise estatística da oxidação lipídica nas três amostras no músculo da sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>) durante 7 dias.....	35
Tabela 6 - Leitura das placas no tratamento de sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>).....	37

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

pH	potencial Hidrogeniônico
N-BVT	Nitrogênio de Bases Voláteis Totais
N-TMA	Nitrogênio de Trimetilamina
SRATB	Avaliação das Substâncias Reativas aos Ácido Tiobarbitúrico
TBA	Ácido tiobarbitúrico
LATEPE	Laboratório de Tecnologia do Pescado
NaOH	Hidróxido de sódio
HCL	Ácido clorídrico
NaCl	Cloreto de sódio
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
TCA	Ácido tricloroacético
TMA	Ácido trimetilamina
BVT	Bases Voláteis Totais
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
APHA	American Public Health Association
PCA	Ágar Padrão para contagem
CPP	Contagem padrão em placas
ANOVA	Análise de Variância
RISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVO.....	17
2.1- Objetivo geral.....	17
2.2- Objetivos específicos.....	17
3- METODOLOGIA.....	18
3.1- Análise química.....	18
3.2- Proteína.....	19
3.3- Umidade e Cinza.....	21
3.4- Lipídeos.....	23
3.5- Bases nitrogenadas voláteis totais (N-BVT) e trimetilamina (N-TMA)	24
3.6- Oxidação Lipídica (Avaliação das Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico – SRATB)	25
3.7- Análise microbiológica.....	26
3.8- Análise estatística.....	27
4- RESULTADOS E DISSUÇÕES.....	28
4.1- Análise de pH.....	28
4.2- Composição centesimal do pescado.....	29
4.2.1- <i>Proteína</i>	29
4.2.2- <i>Umidade</i>	30
4.2.3- <i>Cinza</i>	31
4.2.4- <i>Lipídeos</i>	31
4.3- Avaliação da qualidade do pescado.....	32
4.3.1- <i>Bases Nitrogenadas Volatéis Totais (N-BVT)</i>	32
4.3.2- <i>Nitrogênio da Trimetilamina (N-TMA)</i>	33
4.3.3- <i>Oxidação Lipídica como avaliação das substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (SRATB)</i>	35
4.4- Análise microbiológica.....	36
5- CONCLUSÃO.....	38
6- REFERÊNCIAS.....	39

1- INTRODUÇÃO

O termo pescado pode ser definido como todos os organismos aquáticos presentes nos ambientes fluviais, marinhos ou estuários, que podem ser destinados à alimentação humana. E a sardinha-verdadeira é um peixe bem conhecido e apreciado no Brasil, o consumo de pescado ainda se encontra abaixo do recomendado, com cerca de 9 kg habitante por ano. (Lustosa-Neto *et al.*, 2018; Tavares *et al.*, 2020).

Os peixes são reconhecidos como uma excelente opção de fonte alternativa de proteína animal e ácidos graxos essenciais, que exercem diversos benefícios sobre fatores fisiológicos cruciais, servindo como um valioso complemento nas dietas. (Maia *et al.*, 1999).

As sardinhas são peixes pequenos que medem até 25 cm de comprimento de coloração prateada, escamosos e pelágicos que vivem no mar, em águas rasas, em grandes cardumes. Aquele pertencente à família *Clupeidae*. Entre as várias espécies, destaca-se a *Sardinella brasiliensis*, conhecida como “Sardinha verdadeira” (FAO, 2020).

Esse peixe é originalmente da região da Sardenha, ilha localizada no Mar Mediterrâneo. Eles vivem em grandes cardumes de formação compacta e o plâncton é seu principal alimento, sendo que inicialmente alimentam-se apenas de fitoplâncton, e somente na fase adulta ingerem zooplâncton. Além disso, são indivíduos que ficam geograficamente isolados dos demais grupos do gênero *Sardinella* distribuídos no Oceano Atlântico. Na época de reprodução, os cardumes ficam mais dispersos. As sardinhas fêmeas chegam a 60.000 ovos pequenos e arredondados. Preferem desovar próximo à costa, onde a temperatura da água seja maior, retornando depois para o alto mar. Tendo sua proibição durante a fase de reprodução, correspondente ao o período do defeso. Além do homem, os predadores das sardinhas são peixes carnívoros e aves marinhas. Uma sardinha pode viver até 7 anos. (Cergole e Dias Neto *et al.*, 2011)

A pesca da sardinha tem três destinos especialmente industrialização na produção de enlatados, comercialização in natura, ou seja, sardinha fresca, ou para a produção de farinha de peixe. Nas regiões Sul e Sudeste a sardinha tem mais importância comercial do que nas demais regiões do país. O preço das sardinhas é mais popular, tanto das comercializadas frescas quanto das enlatadas.

Devido os peixes serem uma excelente fonte de nutrientes, os torna extremamente importante para a alimentação humana e explica seu crescente consumo e preferência no mercado. Por possuírem proteína de alta digestibilidade, rica em aminoácidos essenciais, com baixo teor de gordura saturada e elevada quantidade de ácidos graxos poli-insaturados do tipo ômega-3, vitaminas e minerais. Em adição, seu consumo vem sendo relacionado com a redução no risco de uma série de doenças crônicas como, hipertensão, diabetes mellitus, alguns tipos de câncer e doenças inflamatórias e cardíacas logo, os compostos bioativos do pescado apresentam propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antitrombótica, anticancerígena e neuroprotetores (Li *et al.*, 2020; Pessoa *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2022).

Apesar de reconhecidos seus benefícios, o pescado pode se deteriorar facilmente no ambiente quando não lhe são aplicados conhecimentos básicos de armazenamento e conservação. Como consequência, o produto perde sua qualidade. Nesse sentido, a pesquisa visa abordar os principais conceitos relacionados com a deterioração do pescado e os principais métodos para sua conservação, a fim de garantir segurança e integridade ao alimento.

O interesse pelo tema tem crescido nos últimos anos, em resposta à demanda do consumidor por produtos saudáveis e com ênfase no valor nutricional. E as análises cujas avaliadas são fundamentais para garantir a segurança alimentar. Enquanto os peixes devem ser incluídos na alimentação por serem uma fonte de nutrientes, por possuírem baixo teor de gordura e alto conteúdo proteico, além de serem abundantes em todas as partes do mundo (Stranbys *et al.*, 1973).

A procura e o consumo de peixes de água doce e salgada têm aumentado devido às suas vantagens nutricionais, proteínas de alta qualidade e ao seu teor reduzido de colesterol. A qualidade da sua gordura é superior à da carne. Possui alta concentração de ácidos graxos insaturados e uma proporção reduzida de ácidos graxos saturados. Tais vantagens levam a uma participação mais elevada deles no mercado de alimentos (Widjaja *et al.*, 2009).

A qualidade do pescado está ligada à aparência, frescor e, ou capacidade deterioração. Contudo sua segurança requer: ausência de bactérias patogênicas, parasitas ou compostos químicos. Para garantir a qualidade realizou-se uma pesquisa para analisar o pH, a umidade, a cinza, os lipídios no qual iremos abordar a seguir.

O pH que seu índice que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. É um parâmetro de deterioração do pescado.

A determinação de umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos. Está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar as características do produto como estocagem e embalagem e processamento. Enquanto as cinzas denominadas como resíduo mineral fixo e resíduo por incineração, é o produto que se obtém após o aquecimento da amostra até a combustão completa da matéria orgânica que é toda transformada, basicamente, em água e dióxido de carbono. Essa determinação indica apenas uma riqueza da amostra em elementos minerais, sendo necessária análise específica para determinação do perfil mineral dos alimentos.

Os lipídeos determinam bastante outras substâncias e biogeneticamente relacionadas umas com as outras. Os lipídeos realizam estrutura química que apresentam as propriedades físicas e químicas similares, pois utilizam a solubilidade em solventes orgânicos. A característica que tem processos analíticos de determinação de conteúdo lipídico total para a avaliação do valor nutritivo e para reconhecimento de falsificações. Quando associada a outras possibilidades analíticas, permite a avaliação de identidade, composição e qualidade. Para determinação do conteúdo de gordura de um alimento utiliza-se geralmente a extração com um solvente lipófilo, podendo ser utilizado o método de Soxhlet. O processo é eminentemente gravimétrico e está baseado na perda de peso do material submetido à extração com acetona, ou nas quantidades de material dissolvido pelo mesmo solvente.

O teor do nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT) apresentou um indicador de conservação do pescado, logo que mais direito proporcional ao seu grau de deterioração. Determinando os métodos utilizados para avaliar a qualidade do pescado principalmente como Sardinha-verdadeira, que consiste na quantificação de compostos de baixo peso molecular para utilizar o nitrogênio de trimetilamina (N-TMA) realizado durante o processo de deterioração. Enquanto a oxidação lipídica como avaliação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB) apresentam bastantes métodos químicos e físicos têm sido propostos para quantificar a formação dos compostos resultantes da oxidação lipídica em carnes. Entre eles existem vantagens e desvantagens, porém os mais simples e rápidos são baseados na quantificação de pigmentos medidos espectrofotometricamente. SRATB é um processo simples e rápido para determinação da oxidação lipídica, resultando na formação

do malonaldeído, um dos produtos gerados da oxidação dos lipídios. Por outro lado, ácido tiobarbitúrico (TBA) principalmente reagente utilizado nesta metodologia, reage com os tecidos produzindo uma coloração rosa, resultado da formação de um complexo entre os compostos oxidados de gordura, essencialmente o malonaldeído, com o TBA. O teste de SRATB também possui correlação positiva entre seus valores e o escore de rancificação avaliado pela análise sensorial, sendo apropriado na determinação do estado de oxidação lipídica em alimentos.

Além disso, os produtos do mar podem ser contaminados com enterobactérias, entre elas coliformes totais e termotolerantes, além de deteriorantes, como os organismos psicrotróficos. As contaminações ocorrem desde a captura, estocagem em gelo, manipulação e exposição ao ambiente de processamento (FAO, 2020). As alterações microbiológicas se iniciam após o *rigor mortis*, portanto ações como a correta manipulação e conservação do pescado ao longo de toda a cadeia produtiva, reduzem a velocidade da deterioração e, por consequência, os riscos sanitários. Entre os riscos está à formação de histamina na fase *pós-morte* do pescado, através da descarboxilação bacteriana do aminoácido L-histidina, um aminoácido livre facilmente convertido em histamina pela enzima histidina-descarboxilase quando as condições de manuseio e estocagem são inadequadas, favorecendo a multiplicação de microrganismos que favoreçam sua atividade. Pertencente à família *Clupeidae*, a *Sardinella brasiliensis* está classificada entre as espécies de pescado que possuem maior susceptibilidade à formação de histamina, sendo capaz, portanto, de causar quadros de intoxicação com níveis de gravidade variável. Contudo esta pesquisa favorece o conhecimento do procedimento que se deve ter no manuseio do produto saber a qualidade e as condições dos peixes até chegar ao consumidor.

2- OBJETIVO

2.1- Objetivo geral

Avaliar a qualidade da sardinha-verdadeira que chega ao consumidor através dos testes de análises da composição centesimal, físico-químicas e microbiológicas.

2.2- Objetivo específico

- Analisar o pH do filé do peixe sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*);
- Realizar a composição centesimal do pescado como proteína, umidade, cinza e lipídeos no filé do peixe sardinha-verdadeira;
- Determinar as características físico-químicas do pescado;
- Determinar as características microbiológicas do pescado;

3- METODOLOGIA

Foram coletadas amostras da sardinha-verdadeira em um comércio de Fortaleza - CE. Após a aquisição dos peixes, os mesmos foram levados diretamente ao laboratório (Laboratório de Tecnologia do Pescado do Departamento de Engenharia de Pesca - LATEPE) para a realização das análises previstas, durante 7 dias, armazenado em refrigeração à 4°C, como mostra na Figura 1.

Figura 1 - Os peixes, sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) no comércio.



Fonte: Autor, 2025.

3.1- Análise química

Os materiais de pH são: Becker de 50 mL, bastão, proveta; e a reagente de pH como água destilada. O procedimento de pH foi pesar 5 gramas da amostra de filé de sardinha-verdadeira, adicionar 20 mL de água destilada e após a homogeneizar realizar a medição.

A medição do pH, ocorreu com as seguintes etapas: foi adicionado 5 g de cada amostra foi macerada com 20 mL de água destilada e homogeneizado por cerca de 30 segundos. Em seguida a mistura foi filtrada através de papel de filtro Whatman. Posteriormente, o pH foi medido usando um medidor digital. O procedimento experimental ocorreu na temperatura de 25°C, utilizando um pHmetro para fazer análise do filé de peixe sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), conforme mostrar na Figura 2.

Figura 2 - Representação da análise do pH com amostra no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)



Fonte: Autor, 2025

3.2- Proteína

O método utilizado para a prática principal de Kjeldahl, é realizar o nitrogênio total da amostra que é convertido em proteína. Os materiais no laboratório que utiliza com papel vegetal, balão de Kjeldahl com ácido sulfúrico e digestor de Kjeldahl de 150°C após mais enérgica de 350°C até final de digestão com desaparecimento da cor escuro; destilador de Kjeldahl; destilar o destilado em erlenmeyer com 10 ml de solução de ácido bórico a 2% com 3 gotas do indicador misto verde de bromocresol e vermelho de metila; teste com fenolftaleína papel; titular o destilado com Ácido clorídrico 0,02N ou 0,04N padronizado. Em seguida, o cálculo usado para obter a porcentagem (%) nitrogênio total e proteína, conforme as equações 1 e 2:

$$\% \text{ NT} = \left(\frac{(V_a - V_b) \times 0,014 \times n \times f}{p} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde: NT é nitrogênio total, Va é volume do HCl, Vb é volume do branco, n é normalidade do HCl, f é fator do HCl, p é peso de amostra.

$$\% \text{ P} = \text{NT} \times 6,25 \quad (2)$$

Onde: P é proteína, NT é nitrogênio total.

Na Figura 3, que representa o equipamento utilizado para destilação de proteína que foi determinada pelo método de Kjeldahl, os erlenmeyers durante uma temperatura inicial de

150°C após a forma mais energia a 350°C até o processo final. Logo, a mistura foi neutralizada com NaOH a 50%, ocorrendo mudança de cor. Onde foi destilada e recolhida em erlenmeyer com uma solução de 10 mL de ácido bórico (H_3BO_3) a 2% com três gotas de indicador misto. Em três erlenmeyers com NaOH a 50% aquecido colocou-se no destilador de proteína onde foi adicionado através do béquer o ácido sulfúrico havendo uma mudança na coloração branca precipitada para azul.

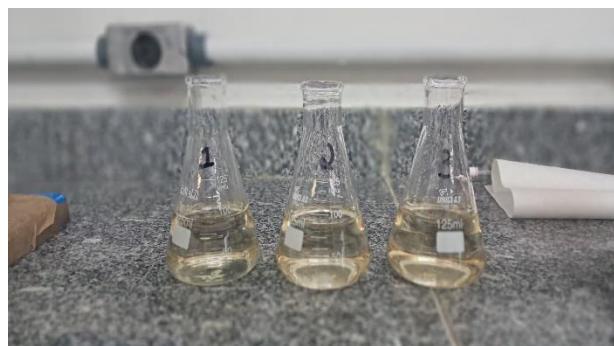
Figura 3 - Representação de destilador de proteína para analisar os 3 erlenmeyers colorações azuis claros no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)



Fonte: Autor, 2025

Para a titulação foram adicionados ácido clorídrico (HCl) de 0,04N no erlenmeyer de 50 mL acrescendo com um béquer de 30 mL de NaCl, deve-se levar em consideração que toda vez que for feita a solução deve ser fatorado com três erlenmeyers, feito o procedimento ocorreu mudança de cor ao ser precipitação de coloração azul para um amarelo, na Figura 4.

Figura 4 - Representação da titulação de soluções para analisar os 3 erlenmeyers colorações amarelos claros no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)



Fonte: Autor, 2025

3.3- Umidade e Cinza

Nesse caso, utilizou o método gravimétrico baseado na Association of Official Analytical Chemists (AOAC) de Horwitz & Latimer (2000) para determinar a umidade aplicou o método: estufa de secagem, cadinho de porcelana, dessecador e balança. Os cadinhos ficaram na estufa de secagem (105°C) por 1h e, em seguida, foram passados para um dessecador. As amostras homogeneizadas foram adicionadas em cada cadinho em seguida foram para estufa de secagem (105°C) por 24 h. Para determinação das cinzas foram utilizados os mesmos cadinhos com amostras empregados na determinação da umidade, colocados em uma mufla a 550°C por 4h.

Cálculo para realização da porcentagem (%) de umidade, conforme a equação 3:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{(peso \text{ cadinho} + amostra \text{ úmida}) - (peso \text{ do cadinho} + amostra \text{ seca}) \times 100}{peso \text{ da amostra úmida}} \quad (3)$$

Cálculo para realização da porcentagem (%) de cinzas, conforme a equação 4:

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{(peso \text{ cadinho} + cinzas) - (peso \text{ do cadinho}) \times 100}{(peso \text{ cadinho} + amostra \text{ úmida}) - (peso \text{ cadinho})} \quad (4)$$

Na Figura 5, durante o processo as amostras foram devidamente homogeneizadas e secas até atingirem um peso constante em estufa a uma temperatura entre 100 - 105°C, tirando toda umidade.

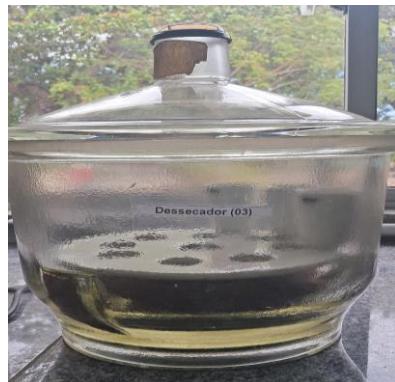
Figura 5 - Representação de estufa de secagem, deve colocar os três cadinhos do filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)



Fonte: Autor, 2025

Logo, em uma estufa aquecida foi tirada a umidade e secado durante o período de 1 hora, passando o dessecador para o resfriamento. Em seguida, colocou-se na estufa a 105°C as amostras contidas nos cadiinhos observando por 24 horas esfriando novamente por meio do dessecador retirando o ar através do vácuo até chegar ao peso constante, na Figura 6.

Figura 6 - Dessecador dentro dos três cadiinhos após colocar a máquina com teor de cinza no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)



Fonte: Autor, 2025

Figura 7, como a determinação das cinzas corresponde ao teor de minerais contidos na amostra, os cadiinhos utilizados são adicionados no forno a uma temperatura de 550°C até apresentar homogeneidade na amostra e coloração branca observando por 4 horas até ser transferido os cadiinhos para o dessecador aguardando o seu resfriamento.

Figura 7 - Representação da máquina como forno mufla com teor de cinza com três cadiinhos no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)



Fonte: Autor, 2025

3.4- Lipídeos

Os materiais usados nos lipídeos como dessecador, cartucho feito de papel filtro, aparelho extrator de Soxhlet, balão receptor do Soxhlet e acetona.

O valor de lipídios é mediante extração com solventes orgânicos como acetona, utilizando o método de Soxhlet para demonstrar os processos em que se pesa a amostra em torno de 3 a 5 gramas e coloca-se nos cartuchos e leva até o extrator de Soxhlet. Logo, se adiciona acetona nos tubos, liga-se o sistema de água do condensador, para ocorrer uma extração por 2 horas na temperatura de 90°C, gotejamento acontece durante 30 minutos, posteriormente a acetona é recuperada na temperatura de 150°C após os balões esfriar é feito sua passagem para realizar sua quantificação conforme a equação 5.

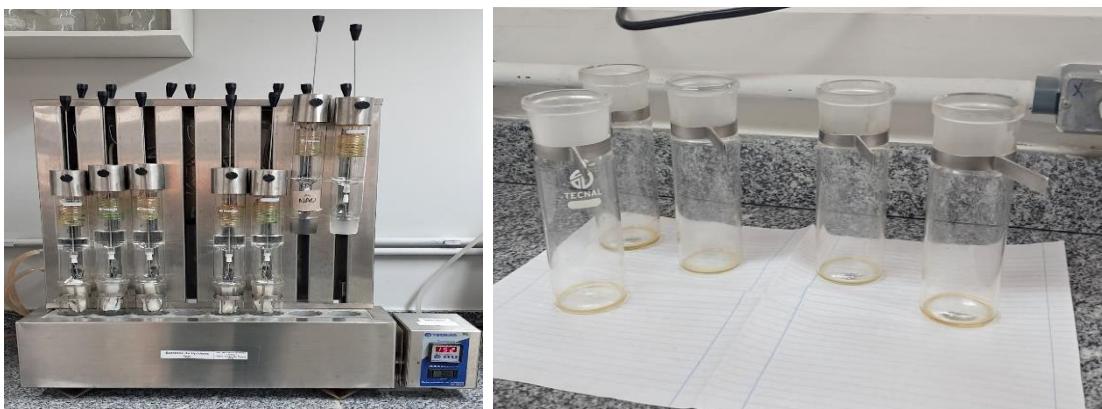
Cálculo para realização da porcentagem (%) de lipídio, conforme a equação 5:

$$\% \text{ LT} = \frac{pbg - pbvs}{a} \times 100 \quad (5)$$

Onde: LT é lipídios totais; pbг é peso balão com gordura; pbvs é peso balão vazio seco; a é amostra.

Na Figura 8, observa-se o extrator de lipídeo mostrando sua extração na amostra de filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*). Em um béquer utilizou um cartucho de filtro de papel, após verificar a balança analítica está aferida e pesa-se o balão vazio seco. Logo, adicionou-se 100 mL de acetona no balão vazio seco junto com a amostra para colocar no aparelho extrator onde foi realizada o processo de extração e um período de 2 horas a uma temperatura de 90°C. Após o gotejamento por 30 minutos. Pode-se recuperar a acetona a uma temperatura de 150°C durante 1 hora. Após resfriamento por 30 minutos foram pescados os balões, onde é encontrado o peso da gordura.

Figura 8 - Representação de extrator de lipídeos usando acetona para extração de gordura de sardinha-verdeadeira (*Sardinella brasiliensis*)



Fonte: Autor, 2025

3.5- Bases nitrogenadas voláteis totais (N-BVT) e trimetilamina (N-TMA)

Os materiais usados na análise: digestor de proteína, balança analítica, tubo de destilação e erlenmeyer, béquer, papel de filtro Whatman. Os reagentes usados como ácido tricloroacético, hidróxido de sódio, ácido bórico, ácido sulfúrico, formaldeído.

O nitrogênio base volátil total (N-BVT) foi determinado pelo método de destilação a vapor (Malle & Tao, 1987). Extratos de peixes de amostras de filés de sardinha foram preparados através da homogeneização de 100 g da amostra com 200 mL de solução aquosa de ácido tricloroacético (TCA, v/v) a 7,5% em um homogeneizador laboratorial em alta velocidade por 1 min. O homogenato preparado foi centrifugado por 5 min a 3.000 rpm, em seguida, o sobrenadante foi filtrado através de papel de filtro Whatman Nº 1. Em seguida 25 mL e 5 mL de solução aquosa de NaOH a 10% (p/v) foram adicionados a um tubo de destilação do tipo Kjeldahl. Então foi realizada a destilação a vapor e 40 mL do destilado foram coletados em um béquer contendo 10 mL de solução aquosa de ácido bórico a 4% (v/v) e 0,04 mL de vermelho de metila e indicador verde de bromocresol. A solução de ácido bórico passará de rosa para verde quando alcalinizada pelo TVBN destilado.

Por fim, o destilado coletado foi titulado com solução de ácido sulfúrico (0,1 N) até a completa neutralização e a coloração rosada. Conforme observado na Figura 9. Os valores de TVBN foram calculados a partir do volume de ácido sulfúrico (0,1N) utilizado para titulação multiplicado por 16,8 e o resultado é expresso em mg de nitrogênio/100 g de

amostra. O cálculo para realização valor de N-BVT e de N-TMA, conforme as equações 6 e 7:

$$\text{Valor de N-BVT} = \frac{n' \times 16,8 \text{ mg nitrogênio}}{100 \text{ g}} \quad (6)$$

$$\text{Valor de N-TMA} = \frac{n' \times 16,8 \text{ mg nitrogênio}}{100 \text{ g}} \quad (7)$$

Onde: n' é quantidade de titulação de ácido sulfúrico.

Figura 9 - Destilador com becker na mudança de coloração branca para rosada na sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) no N-BVT e N-TMA



Fonte: Autor, 2025

3.6- Oxidação Lipídica (Avaliação das Substâncias Reativas ao Ácido tiobarbitúrico - SRATB)

Para determinar essa análise utilizou-se a amostra do filé da sardinha-verdadeira (*sardinella brasiliensis*) seguindo o passo a passo do processo da oxidação lipídica, foram necessário pesar e macerar 10 g da amostra do filé da sardinha-verdadeira (*sardinella brasiliensis*); adicionando a amostra macerada 50 mL de TCA 7,5%, realizou-se a filtragem misturando em um filtro qualitativo, recolhendo o filtrado em balão volumétrico de 50 mL, adicionaram 5 mL do filtrando em um tubo de cultura com tampa (fazer em triplicata) + 5 mL de TBA 0,02M e agitando mecanicamente; uma mistura branco em 5 mL da amostra filtrada, mais 5 mL de água destilada para calibrar o espectrofotômetro; precisaram aquecer os tubos em banho-maria fervente por 10 minutos a 90°C. Após sair do banho-maria, colocaram os tubos em água com gelo, com intuito de parar a reação, quando frio, foi realizado a leitura dos tubos em espectrofotômetro a 532nm, para quantificação da oxidação, é necessário uma equação curva padrão previamente determinada. Foram feitos os cálculos

do valor de avaliação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB) onde se obtêm os miligramas de malonaldeído por quilo de tecido, como é mostrado na equação 8:

$$SRATB = \frac{ABS - 0,032 \text{ mg/Kg}}{0,0789} \quad (8)$$

Na Figura 10, avaliou-se a oxidação colocando os tubos 1,2,3 e branco em tubos pequenos com cubeta de vidro absorvida de luz no espectrofotômetro a 532 nm onde determinou-se a equação para uma curva padrão previamente determinada só assim obter os cálculos desejáveis, principalmente três análises de três amostras do músculo da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) durante 7 dias.

Figura 10 - Representação de cubeta de vidro na coloração rosada e máquina com espectrofotômetro



Fonte: Autor, 2025

3.7- Análise microbiológica

As análises microbiológicas demonstraram as bactérias psicrotróficas no músculo, e a preparação para a incubação, analisando quantidade de Unidades Formadoras de Colônias (UFC). A avaliação da qualidade higiênico sanitária dos peixes se deu através de contagem de bactérias psicrotróficas realizada pelo método da American Public Health Association

(APHA), na sua quarta edição do Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (Downes; Ito, 2001).

Houve um preparo com um macerado de 50 gramas de músculo do peixe sardinha-verdadeira e homogeneizados em 450 mL de solução salina a 0,85% de NaCl, correspondendo à diluição de 10^{-1} . Deste homogenato, foi retirada uma alíquota de 1 mL e diluída em 9 mL de solução salina 0,85%, correspondendo à diluição 10^{-2} , e assim continuamente até a diluição 10^{-5} .

Essa técnica utiliza o preparo das placas é conhecido como Pour-plate. Os tubos de cada diluição, do músculo do peixe usado como sardinha-verdadeira, foram homogeneizados com auxílio de um agitador de tubos modelo AP56 e marca PHOENIX. De cada diluição vão ser retiradas uma alíquota de 1 mL e inoculada em placas de Petri, em duplicata, cuja foram colocados 15 mL de Ágar Padrão para Contagem (PCA) pela técnica de Pour-plate (Swanson, Petran, Hanlin, 2001). As placas para contagem das bactérias psicrotróficas foram incubadas a 7°C por 10 dias.

Realização do número de unidades formadoras de colônias (UFC), logo foi através do cálculo da contagem padrão em placas (CPP) selecionamos placas com crescimento entre 250 e 250 unidades formadoras de colônias (UFC). O resultado da CPP foi calculado pela expressão com UFC versus inverso do fator de diluição, sendo UFC por gramas para o músculo (Downes; Ito, 2001). As amostras que não apresentarem placas com crescimento no intervalo estipulado terão suas contagens estimadas.

3.8- Análises estatísticas

Os resultados dos dados obtidos para as três amostras médias foram realizados utilizando o software BioEstat 5.3. As análises estatísticas foram realizadas utilizando a Análise de Variância (ANOVA) e análise de regressão linear. O teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) foi utilizado para determinar a significância das diferenças entre as médias específicas.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1- Análise de pH

Nas referidas análises laboratoriais de pH, pode-se verificar que no decorrer do experimento, os valores foram aumentando gradativamente, afinal, há uma redução inicial do valor do pH a partir da formação do ácido lático no músculo do pescado. Por consequência, na glicólise geralmente ocorre um aumento do pH, demonstrando o processo natural da formação de bases voláteis, como amônia e aminas biogênicas, que vão aumentar o valor de pH, favorecendo a proliferação de microrganismos deteriorantes (Prabhaker *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2023).

Nas variações nos dias 1 e 4 não houve diferenças estatisticamente significativas, porém nos dias 1 e 7 e nos intervalos dos dias 4 e 7 diferiu entre si. Logo, ao ocorrer a análise do pH no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) determinou-se a quantidade de amostra utilizando a primeira média do pH é 6,45 no 1º dia, segunda média do pH é 6,52 nos 4º dias; e última média do pH é 7,05 nos sétimos dias, mostra na Tabela 1.

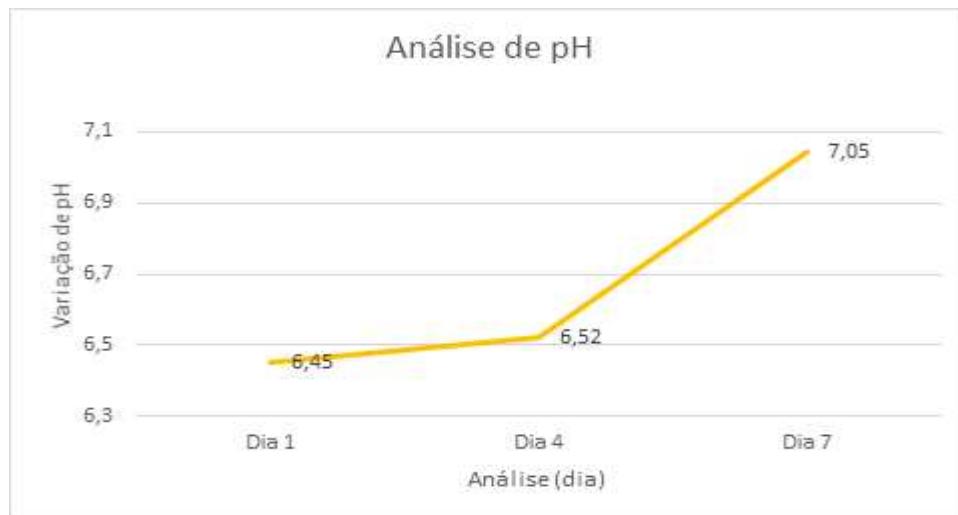
Tabela 1 - Análise estatística do pH no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) durante 7 dias

pH		
Dia 1	Dia 4	Dia 7
6.45 ± 0,11 ^a	6.52 ± 0,17 ^a	7.05 ± 0,16 ^b

Fonte: Autor, 2025

Logo, houve um crescimento entre o primeiro dia e o quarto dia obtendo a variação entre 6,45 e 6,52, sendo uma estimativa aceitável, porém quando chegou no sétimo dia essa variação estagnou nos 7,05, como mostra no Gráfico 1. Contudo, o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RISPOA) estabelece limites máximos de pH de 6,5 para parte interna do pescado fresco (Brasil, 1997).

Gráfico 1 - Representação de análise do pH no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).



Fonte: Autor, 2025

4.2- Composição centesimal do pescado

Os resultados obtidos na Tabela 2 de composição centesimal do pescado filé de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), apresentaram uma variação dentro dos limites desejados das referências iniciais da umidade, proteína, lipídios e cinza, mas por conseguinte houve nos valores finais um aumento dessas referências indicando prejuízo como mostra na tabela abaixo.

Tabela 2 - Composição Centesimal do pescado filé de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).

Composição Centesimal							
INICIAL				FINAL			
Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas
71,09 ± 1,26	21,16 ± 0,41	12,82 ± 0,52	1,08 ± 0,08	71,80 ± 1,83	24,21 ± 0,30	17,11 ± 1,51	1,11 ± 0,06

Fonte: Autor, 2025

4.2.1- Proteína

Os valores apresentam uma quantidade considerável de teor proteína, indicando que é um alimento rico e com uma porcentagem inicial de 21,16% e final de 24,21%. Considerando uma margem significativa para o consumo, conforme a Tabela 2.

No que diz respeito à qualidade de proteica dos peixes, uma pesquisa sobre as consequências nutricionais da qualidade dos peixes para alimentos marinhos revelou que os peixes contêm entre 17% e 25% de proteínas. Além disso, a proteína do peixe é altamente digerível e também rica em metionina e lisina, A lisina tem uma ligação estreita com a manutenção dos sais de cálcio em solução, auxiliando na sua biodisponibilidade e na saúde dos ossos e músculos (Aggawal & Bais *et al.*, 2022).

Nesse aspecto, merece especial destaque o teor de lisina nos peixes, que garantiu 93,3% de adequação às necessidades nutricionais. É importante salientar que o aminoácido Lisina contribui para a digestibilidade da proteína de pescado, uma vez que é o principal constituinte das enzimas digestivas e, portanto, assegura a qualidade nutricional desta proteína. A lisina também está intimamente associada a manutenção dos sais de cálcio em solução contribuindo para sua biodisponibilidade e saúde osteomuscular (Aggawal & Bais *et al.*, 2022). Por outro lado, esse aminoácido é muito reativo e oxidável a altas temperaturas o que faz com que nem sempre a lisina esteja utilizável. Portanto, no caso de pescado, o processo de cocção é rápido o que minimiza os riscos de destruição desse aminoácido.

4.2.2- Umidade

O teor de umidade do músculo de peixe, como a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), pode variar de 73% a 80%. Essa variação muito baixa da umidade interferindo na vida útil do peixe, pois microrganismos só se multiplicam na presença de água livre. O elevado nível de umidade pode causar complicações, já que alimentos com alto conteúdo de água podem ser facilmente deteriorados pela ação de bactérias nocivas, que podem modificar a qualidade final do produto (Hautrive *et al.*, 2021).

Inicialmente o teor de umidade do músculo de peixe, como a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), houve uma alteração em sua umidade que variou entre 66,76% a 74,15%. Contudo, a percentagem de umidade do cadinho 1 é 66,76%, o teor da umidade do cadinho 2 é 74,15% e o cadinho 3 obteve 72,37%. Havendo uma variação baixa da umidade da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*). Enquanto, finalmente o teor de umidade do músculo do peixe, como a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), também variou entre 70,44% a 73,88%. Contudo, apresentou a percentagem de umidade do cadinho 1 é 71,09%, o teor da umidade do cadinho 2 é 73,88% e o cadinho 3 obteve 70,44%. Tendo uma variação

baixa da umidade da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), mostra na Tabela 2. Uma pesquisa conduzida por Sgorlon *et al.* (2018) analisou a influência da umidade na qualidade do peixe seco. Os autores notaram que níveis de umidade mais baixos levaram a um produto final mais estável e duradouro. Ademais, a umidade influenciou a textura do peixe seco, onde níveis mais baixos de umidade levam a uma textura mais resistente. Considerando essa declaração, as amostras examinadas neste estudo apresentavam uma textura mais resistente e dura.

4.2.3- Cinza

A determinação a variação de teor de cinza inicial e final na sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) foi encontrado dois valores corresponde a 1,08% e 1,11%, ou seja, em 100 g de alimentos o valor de cinzas corresponde a 1,08 g e 1,11 g dos alimentos. Pois, o teor de cinza nos peixes indica a quantidade total de nutrientes, como cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, cobre, cobalto, alumínio, sulfato, cloreto, silicato e fosfato. O teor de cinza nos peixes varia entre 1 a 2% do total da composição centesimal, mostra na Tabela 2. O resultado encontrado para quantidade de cinza inicial foi 1,08% durante o primeiro dia e cinza final foi 1,11% obtido no sétimo dia. O excesso de cinzas em qualquer produto pode levar a uma redução no valor nutricional final do alimento, o que, consequentemente, pode levar a uma insegurança alimentar. Considerando que as tabelas nutricionais desempenham um papel crucial no acompanhamento do controle de qualidade dos alimentos, tanto em termos nutricionais quanto na avaliação do consumo de nutrientes (Moreira *et al.*, 2021).

4.2.4- Lipídeos

Observando na Tabela 2 a análise de lipídios aconteceu a variação com baixo teor de lipídeos. Obteve a média de lipídio inicial e final, e consolidou a variação do teor de lipídio inicial com 12,82% e teor do lipídio final com 17,11%. Portanto, os dois teores de lipídios inicial e final mostraram-se de baixas gorduras o que conclui que está saudável para o consumo.

A variação de teor de lipídios no filé da sardinha-verdadeira de baixa gordura que foi encontrado no lipídio inicial de 12,80% e lipídio final de 17,11%, apresentou menores

concentrações de lipídios trazendo benéficos aos alimentos, pois ocorre uma diminuição da oxidação. Assim, a oxidação lipídica pode acabar resultando também na oxidação das proteínas, pois as hidroxilas geradas durante o processo de oxidação capturam íons de hidrogênio das proteínas, desencadeando reações em cadeia de radicais livres. Por consequência, a presença de lipídios oxidados e seus derivados pode levar à oxidação das cadeias laterais de aminoácidos nas proteínas alterando a composição e a qualidade desse alimento (Wang *et al.*, 2024).

4.3- Avaliação da qualidade do pescado

No laboratório foi feito a avaliação da qualidade do pescado, com as seguintes análises: bases nitrogenadas voláteis totais (N-BVT), nitrogênio da trimetilamina (N-TMA) e oxidação lipídica (SRATB) no músculo da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*). E foram obtidos os seguintes resultados.

4.3.1- Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (N-BVT)

As médias dos valores de N-BVT expressos em mg de nitrogênio em 100 g de músculo do pescado e os dados da análise de 7 dias de cada amostra segundo o gráfico 2. Em todas as análises houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras de ambos os grupos. Conforme Prabhakar *et al.* (2020), há uma convenção geral entre alguns Autores quanto ao valor máximo aceitável de N-BVT, que corresponde a 30 mg de N/100 g de pescado, revelando que ao longo das três análises esses valores ultrapassaram o recomendado. Logo, os resultados referentes ao N-BVT, confirmam a adequação da sardinha estudada para o consumo. O citado limite é de 30 mg N-BVT por 100 g e os resultados foram de 22,4 a 28,28 mg N-BVT / 100 g durante 4 dias, inferiores aos 21-30 mg/100 g obtidos durante a estocagem da sardinha brasileira (*Sardinella brasiliensis*) por 7 dias sob 0-4°C, mostra na Tabela 3. O valor superior aos 30 mg/100 g deve deteriorar a sardinha-verdadeira.

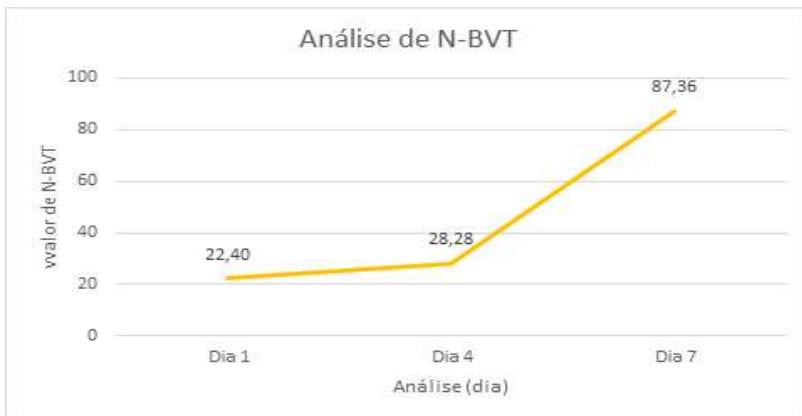
Tabela 3 - Análise estatística do valor de N-BVT no filé da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) durante 7 dias.

N-BVT		
Dia 1	Dia 4	Dia 7
22,40 ± 0,00 ^a	28,28 ± 0,97 ^b	87,36 ± 0,00 ^c

Fonte: Autor, 2025

Portanto, feita a análise de N-BVT com valores resultantes entre 22,40 a 28,28 mg N-BVT por 100 g durante 4 dias é aceitável ao músculo da sardinha-verdadeira, pois acima de 30 mg N-BVT não é aceitável, com base valor de 87,36 mg N-BVT por 100 g encontrados durante os 7 dias por causa de ação bacteriana e deterioração do músculo do pescado, na mostra no Gráfico 2. Em contraste com a pesquisa realizada por Latief *et al.* (2023), que analisou a efetividade de revestimentos alimentares, compostos por amido, glicerol e óleo de citronela, aplicados em filés de sardinha-verdadeira conservados a 4°C. Ao término do sétimo dia de experimento, o N-BVT atingiu 87,36 mg de N por 100 g. Evidenciando que os peixes da família Clupeidae contêm quantidades significativas de bases voláteis produzidas durante o armazenamento a uma temperatura média de 4°C. (Latief *et al.*, 2023).

Gráfico 2 - Valores correspondentes a determinação do teor de nitrogênio presentes nas amostras de *Sardinella brasiliensis* dos diferentes dias para a quantificação das bases voláteis totais.



Fonte: Autor, 2025.

4.3.2- Nitrogênio da Trimetilamina (N-TMA)

Segundo Kostaki *et al.* (2009), definiu-se para pescado embalado valores de até 30 mg N/100 g e Connell (1995), para todos os peixes, valores de até 15 mg N/100 g.

Nesse resultado de análise de N-TMA foi observado três valores de N-TMA entre 10,08 a 13,72 mg N por 100 g da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) sendo aceitável o valor inferior a 30 mg N por 100 g, pois N-TMA quantifica o teor de nitrogênio livre de aminas terciárias, que são compostos orgânicos nitrogenados derivados da amônia. A análise entre primeiro dia e quarto dia não houve diferença estatisticamente significativa e entre quarto dia e sétimo dia houve diferença estatisticamente significativa, como mostra na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise estatística do valor de N-TMA no músculo da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).

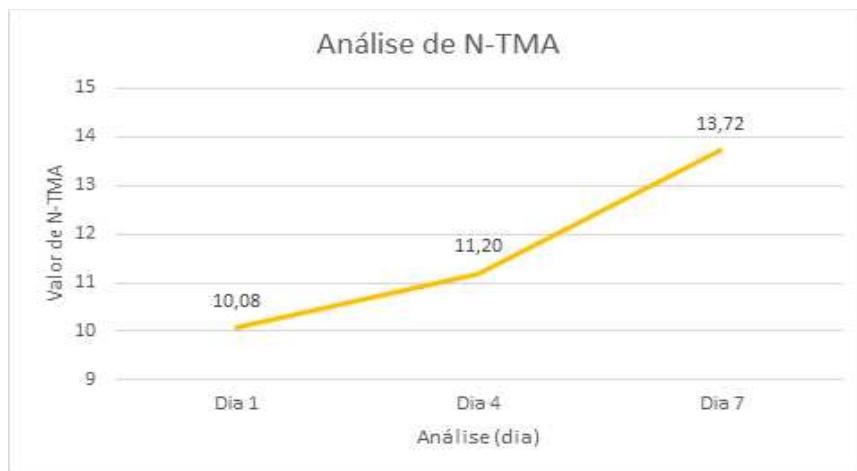
N-TMA		
Dia 1	Dia 4	Dia 7
10.08 ± 0,00 ^a	11.20 ± 0,59 ^a	13.72 ± 0,97 ^b

Fonte: Autor, 2025

Os peixes armazenados em refrigeradores podem sofrer diversas interferências em sua qualidade. A espécie, composição do peixe, temperatura do armazenamento, duração, ambiental total e embalagem. Pois pesquisas recentes afirmam que o nível de N-TMA deve ser menos que 15 mg N por 100 g, para que esteja ainda dentro dos parâmetros ideais para o consumo humano. Em consideração com outras análises, aplicando a ideia advinda da sardinha-verdadeira que não ultrapassaram os valores de referência mesmo ao final do sétimo dia (Prabhakar *et al.*, 2020).

No gráfico 3, é mostrado os valores de N-TMA se nota que ocorreu menor aumento entre 10,08 para 13,72 mg N por 100 g durante 7 dias de análise. Esses valores de TMA podem estar associados a formação da trimetilamina a partir do rompimento de compostos como colina, betaína e carnitina (Zhao *et al.*, 2021).

Gráfico 3 - Valores correspondentes a determinação do teor de nitrogênio da trimetilamina presentes nas amostras de *Sardinella brasiliensis* para a quantificação das aminas terciárias.



Fonte: Autor, 2025

4.3.3- Oxidação Lipídica como substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (SRATB)

Os valores obtidos a partir da quantificação de compostos reativos ao ácido tiobarbitúrico para identificação do teor oxidativo dos lipídios presentes nas amostras demonstrou que em todas as análises houve diferenças estatisticamente significativas conforme Tabela 5. O resultado de análise de oxidação lipídica nas três amostras do músculo na sardinha-verdadeira, variou de 0,49 a 2,16 durante 7 dias. Mostrando que houve estatística entre o primeiro ao sétimo dia.

Tabela 5 - Análise estatística da oxidação lipídica nas três amostras no músculo da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) durante 7 dias.

Oxidação Lipídica		
Dia 1	Dia 4	Dia 7
$0,49 \pm 0,003^a$	$1.56 \pm 0,001^b$	$2.16 \pm 0,004^c$

Fonte: Autor, 2025.

Conforme Xiong *et al.* (2021), tem-se que o limite aceitável do teor de substâncias reativas ao TBA é de até 1 mg/kg de pescado. Até o quarto dia esse valor estava dentro dos parâmetros ideais. Entretanto, na segunda e terceira análise ultrapassou esse limite, como mostra no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Análise de SRATB na cubeta de vidro principalmente coloração rosada no músculo de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).



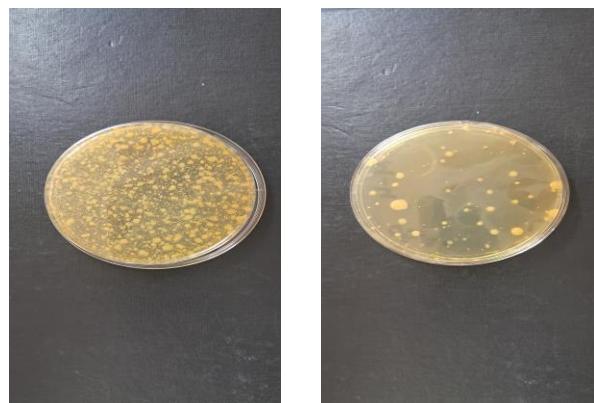
Fonte: Autor, 2025

4.4- Análise microbiológica

A Figura 11 e o Gráfico 5 a seguir apresentam os resultados da avaliação do pescado em relação à quantificação de unidades formadoras de colônia (UFC) de bactérias psicrotróficas, que são responsáveis pela deterioração do peixe.

Estes estudos microbiológicos ilustram as bactérias psicrotróficas, no músculo da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).

Figura 11 - Análise microbiológica do filé de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) nas duas placas



Fonte: Autor, 2025

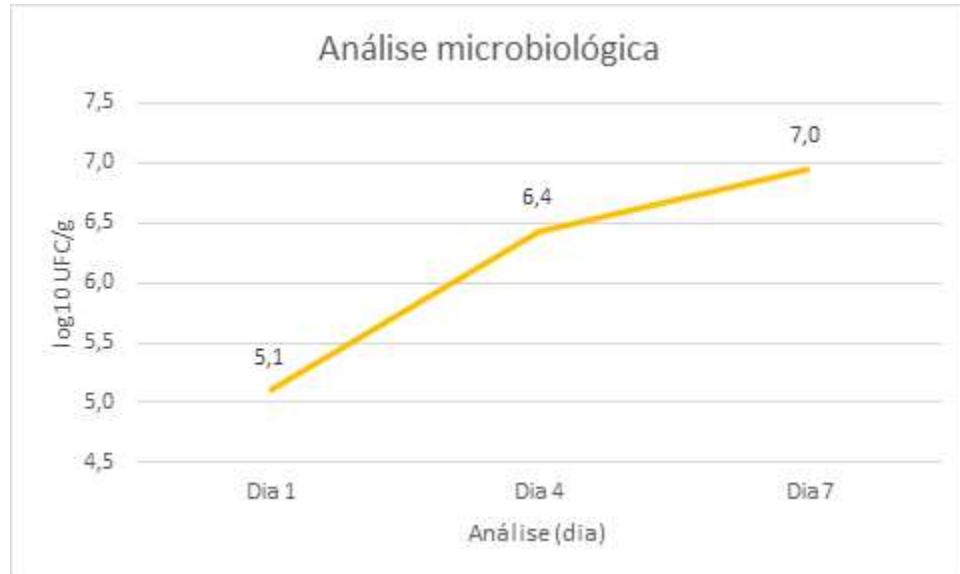
Durante as análises, observou-se um aumento nas unidades formadores de colônia (UFC).

Tabela 6 - Leitura das placas no tratamento de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)

	1º experimento de 7 dias	2º experimento de 14 dias	3º experimento de 21 dias
Diluição	10^{-3}	10^{-5}	10^{-5}
Placa 1	121	22	96
Placa 2	134	33	83

O gráfico 5, mostra que no 4º dia de experiência o índice está abaixo dos valores estimados pela Comissão Internacional de Especificações Microbiológica para os alimentos e que se manteve sem exceder 7,0 log UFC/g, ao contrário do que aconteceu no sétimo dia, (ICMSF, 1986).

Gráfico 5 - Valores correspondentes a contagem padrão de placas de bactérias psicrotróficas das amostras de filé da sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) para a quantificação do número de unidades formadoras de colônias.



Fonte: Autor, 2025

5- CONCLUSÃO

As análises realizadas durante o período de sete dias, com um parâmetro das condições do estado do pescado que mesmo sofrendo alterações só se tornou inaceitável para o consumo no sétimo dia. Apresentou a boa quantidade de proteína entre 21% a 24%. Tendo um teor de umidade adequado para a conservação e minimizar os microorganismos, que também foi analisado e demonstrou que no quarto dia o índice foi consideravelmente baixo, isso nos permite avaliar que os valores encontrados foram estimados pela Comissão Internacional de Especificações Microbiológica para o alimento.

O teor da cinza apresentou nutrientes como cálcio, sódio, magnésio, ferro, entre outros que indica um valor nutricional adequado. Apresentando baixo teor de lipídeos trazendo benefício ao alimento, pois ocorre uma diminuição da oxidação lipídica.

Com bases nas análises de qualidade realizadas no estudo o pescado está apto para o consumo até o quarto dia de avaliação. Concluiu-se que é um peixe consideravelmente importante para um alimento saudável e que o processo de conservação é essencial para o consumo.

6- REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21 ed. Washington, DC, 2005.

BARRETO, N.S.E.; FERNANDES, J.C.; SANTANA, I.S.; FREITAS, M.C.; SANTOS, M.S. Qualidade microbiológica e físico-química de peixes congelados comercializados em Cruz das Almas-BA. **Brazilian Journal of Development**. v.6, n.2. p. 9099-9108. fevereiro de 2020.

BEIRÃO, L. H., TEIXEIRA, E., MEINERT, E. M. **Processamento e industrialização de moluscos**, In: **Seminário e Workshop “Tecnologia para Aproveitamento Industrial de pescado”**, Campinas, Resumos, Campinas, ITAL, p. 38-84, 2000.

BRASIL. **Ministério da Pesca**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em 04 de setembro de 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Decreto nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. **Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2011.

CASTELLO, J.P. **Síntese sobre a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)**. In: Haimovici, M. (Org.), A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: levantamento de dados e avaliação crítica. Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, Brasília, p. 225-231, 2007.

CERQUEIRA, V.R.; STERZELECKI, F.; BALOI, M. et al. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 3.ed. Santa Maria: UFSM, p. 57-72, 2020.

CERGOLE, M. C.; DIAS NETO, J. Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* no Brasil. Brasília: IBAMA, p. 37-38, 2011.

CHEN, J.; JAYACHANDRAN, M; BAI, W.; XU, B. **A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents**. *Food Chemistry*. v. 369, p. 1-9, 2022.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Métodos químicos para análise do pescado**. In: KAI, M.; RUIVO, U. E. **Controle de qualidade do pescado**. Santos: Leopoldianum, p. 196-209, 1988.

CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M.; CASTAGNOLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, p. 533, 2004.

DOWNES, M. P.; ITO, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. APHA 4th ed., Washington, DC, p. 676, 2001.

DOWNES, F. P.; ITO, H. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington: **American Public. Health Association (APHA)**, 2001.

ELVEVOLL, E. O. et al. Enhanced incorporation of n-3 fatty acids from fish compared with fish oils. **Lipids**, v. 41, p. 1109-1114, 2006.

FAO. 2020. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Sustainability in action. Rome. Disponível em:< <https://doi.org/10.4060/ca9229en>>. Acesso em 08 de março de 2021.

FIGUEIREDO, J. L.; SALLES; A. C. R.; RABELO, L. B. *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) (Teleostei: Clupeidae). **Aplicado à sardinha-verdadeira no Sudeste do Brasil**. Papéis avulsos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, v. 50, n°18, p. 281-283, 2010.

FRANCISCO SÉRGIO F. J. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº406. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Conservas de Sardinhas**. Brasília. 2010a.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, p. 182, 2008.

FOGAÇA, F. H. S.; LEGAT, A. P.; PEREIRA, A. M. L.; LEGAT, J. F. A. **Métodos para análise de pescados**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, 2009.

HAUTRIVE, TIFFANY PROKOPP. **Ciência e tecnologia de alimentos**. Editora Insular, 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas; métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, p. 533, 1985.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Relatório de Reunião sobre a pescada de sardinha na região Sul e Sudeste**. Itajaí, p. 34, 2004.

IBAMA. **Relatório da Reunião de Especialistas em Gestão do Uso Sustentável da Sardinha-Verdadeira**. Reunião de outubro de 2010. Itajaí/SC: Cepsul, 2010.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Livro **Plano de gestão para uso sustentável de sardinha-verdadeira no Brasil**. Brasília, p. 27, 65, 2011.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, p. 347-361, 2005.

Kirk, R. S.; Sawyer, R. **Pearsons Composition and Analysis of Foods**; Longman Scientific and Technica: London, U.K., 1991.

LI, N.; WU, X.; ZHUANH, W.; XIA, L.; CHEN, Y.; WU, C.; RAO, Z.; DU, L.; ZHAO, R. YI, M.; WAN, Q.; ZHOU, Y. **Fish consumption and multiple health outcomes: Umbrella review**. *Trends in Food Science & Technology*. v. 99, p. 273-283, 2020.

LUSTOSA-NETO, A. D.; NUNES, M. L.; MAIA, L. P.; BARBOSA, J. M.; LIRA, P. P.; FURTADO-NETO, M. A. A. **Almôndegas de pirarucu e tilápia nilótica: caracterização e aplicação na merenda escolar**. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*. v. 6, n. 2, p. 17-67, 2018.

LIMA, L. K. F. & KIRSCHNIK, P.G. **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Cap. 12. Brasília, DF: Embrapa, p. 401-421, 2013.

Malle, P.; Tao, S. H. **Rapid quantitative-determination of trimethylamine using steam distillation**. J., p. 756-760, 1987.

MATSUURA, Y, Brazilian sardine *Sardinella brasiliensis* spawning in the southeast Brazilian Bight over the period 1976-1993. *Rev. Brasil. Oceanogr.*, v. 46, n°1, p. 33-43, 1998.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca, Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo, Varela, v. 1, p. 453, 1999.

PEREIRA, A.A.F.; TENUTA-FILHO. **A avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n 4, p. 720-725, 2005.

PESSOA, R. M. S.; COSTA, D. C. C. C.; SILVA, A. A. F.; ARAÚJO, C. A.; CAMPOS, F.S.; GOIS, G. C. **Avaliação das preferências dos consumidores de pescado no município de Piancó-PB**. *Diversitas Journal*, Santana do Ipanema. v. 5, n. 4, p. 2408-2421, 2020.

PRABHAKAR, PRAMOD K. A comprehensive review on freshness of fish and assessment: Analytical methods and recent innovations. **Food research international**, v. 133, p. 109157, 2020.

PRABHAKAR, PRAMOD K.; SRIVASTAV, Prem P.; PATHAK, Sant S. Kinetics of total volatile basic nitrogen and trimethylamine formation in stored rohu (*Labeo rohita*) fish. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 28, n. 5, p. 452-464, 2019.

SGORLON, S., MALACARNE, G., TERBIZZAN, S., VICENZOTTI, V., GASPERETTID, C., ROMAGNOLI, S., ... & NOVELLI, E. **Effects of moisture content on the processing of dried fish products**. *Acta Horticulturae*, 2018.

SILVA, A. S.; BEZERRA, J. J. S.; SANTOS, K. T. S.; SOUSA, M. W. S.; AMARAL, R.S.; BRASILEIRO, J. L. O.; SOARES, D. J. **Elaboração de biscoitos a partir da biomassa da banana verde.** Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE. v. 9, n. 1, p. 136-140, 2017.

SILVA, E. V. C.; SILVA, G. F.; AMARAL, A. J. L.; SANTANA, M. E. B. **Elaboração e caracterização do fiambre de peixe a partir da Gurijuba (*Arius parkeri*).** Revista brasileira de Tecnologia agroindustrial., Paraná, v. 2, n.2, p. 15-24, jul/dez, 2008.

SOARES, V.M.; PEREIRA, J.G.; IZIDORO, T.B.; OTÁVIO, A.M.; NOGUEIRA PINTO, J.P.A.; BIONDI, G.F. **Qualidade microbiológica de filés de peixe congelados distribuídos na cidade de Botucatu-SP.** UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde. v. 13 p. 85-88, 2011.

STANSBY, M. E. Polysaturates and fat in fish flesh. **J. Am. Diet.** Ass. 1973; 63: 625-30.

SWANSON, K. M. J.; PETRAN, R. L.; HANLIN, J. H. Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. In **Compendium of methods for Microbiological Examination of foods.** 4th ed. APHA: Washington-DC. cap. 6. p. 53 – 67, 2001.

TAVARES, S. H. S.; REIS, F. R.; PEREIRA, Á, R. V.; COSTA, L. A.; VAZ, J. F.; SOUSA, N. C.; CORDEIRO, C. A. M. Análise sensorial de panquecas elaboradas a partir de CMS de pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*) e tucunaré (*Cichla ocellaris*). In: CORDEIRO, C. A. M. **Tecnologia de Alimentos: Tópicos físicos, químicos e biológicos.** Vol. 3. Guarujá, SP: Científica Digital. p. 14-21, 2020.

VIEIRA, R. H. S. F.; SAKER-SAMPAIO, S. Emprego de gelo nos barcos. In: VIEIRA, R. H. S. F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática.** São Paulo: Varela. cap. 02. p. 37-39, 2004.

WANG, YUXIN. Effects of distinct lipid phases and packaging on alleviating the quality deterioration of surimi gels during frozen storage. **Food Bioscience**, v. 58, p. 103678, 2024.

WIDJAJA, W. P.; ABDULAMIR, A. S.; SAARI, N. B.; BAKAR, F. B. A.; ISHAK, Z.B. Fatty Acids Profile of Tropical Bagridae Catfish (*Mystus nemurus*) During Storage. **American Journal of Food Technology.** v. 4, p. 90 – 95, 2009.

XIONG, YUN. Incorporation of salmon bone gelatine with chitosan, gallic acid and clove oil as edible coating for the cold storage of fresh salmon fillet. **Food Control**, v. 125, p. 107994, 2021.

ZENEBON, O.; PASQUER, N. S.; TIGLEA, P. Instituto Adolfo Lutz: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo, p. 1020, 2008.