



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
DOUTORADO EM CIÊNCIA ANIMAL

LUCAS DE OLIVEIRA SOARES REBOUÇAS

**PARÂMETROS FÍSICOS DOS ATUNS CAPTURADOS EM CARDUMES  
ASSOCIADOS PELA FROTA DE PEQUENA ESCALA NO ATLÂNTICO OESTE  
EQUATORIAL**

MOSSORÓ

2020

LUCAS DE OLIVEIRA SOARES REBOUÇAS

**PARÂMETROS FÍSICOS DOS ATUNS CAPTURADOS EM CARDUMES  
ASSOCIADOS PELA FROTA DE PEQUENA ESCALA NO ATLÂNTICO OESTE  
EQUATORIAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção da qualificação

Linha de Pesquisa: Produção Animal

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia de Oliveira Lima

Co-orientador: Prof. Dr. Guelson Batista da Silva

MOSSORÓ

2020

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

dR292 de Oliveira Soares Rebouças, Lucas.  
PARÂMETROS FÍSICOS DOS ATUNS CAPTURADOS EM  
CARDUMES ASSOCIADOS PELA FROTA DE PEQUENA ESCALA  
NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL / Lucas de Oliveira  
Soares Rebouças. - 2020.  
75 f. : il.

Orientadora: Patrícia de Oliveira Lima.  
Coorientador: Guelson Batista da Silva.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural  
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal, 2020.

1. Pesca artesanal. 2. Scombridae. 3.  
Qualidade do pescado. I. de Oliveira Lima,  
Patrícia, orient. II. Batista da Silva, Guelson,  
co-orient. III. Título.

LUCAS DE OLIVEIRA SOARES REBOUÇAS

**PARÂMETROS FÍSICOS DOS ATUNS CAPTURADOS EM CARDUMES  
ASSOCIADOS PELA FROTA DE PEQUENA ESCALA NO ATLÂNTICO OESTE  
EQUATORIAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal

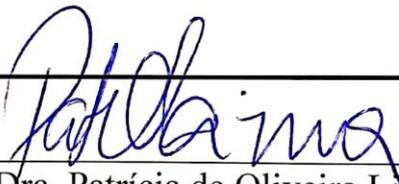
Linha de Pesquisa: Produção Animal

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Patrícia de Oliveira Lima

Co-orientador: Prof. Dr. Guelson Batista da Silva

Defendida em: 28 / 02/ 2020.

**BANCA EXAMINADORA**



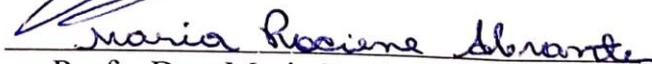
Prof. Dra. Patrícia de Oliveira Lima



Prof. Dr. Guelson Batista da Silva



Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva



Prof. Dra. Maria Rociene Abrantes



Prof. Dra. Ana Carla Diógenes Suassuna Bezerra

*Ao meu querido pai Francisco José Soares  
Rebouças, que sempre esteve ao meu lado em  
todos os momentos da minha vida, essa  
conquista é sua meu pai (In Memoriam).*

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**Lucas de Oliveira Soares Rebouças** – nascido em Mossoró – RN, no dia 14 de março de 1991. Concluiu o Ensino Fundamental em 2004 e o Ensino Médio em 2007 no Colégio Menino Deus. Ingressou, em 2008, no curso de graduação Bacharelado em Engenharia de Pesca na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Logo no segundo semestre iniciou trabalhos na área de Malacologia e Taxonomia de Moluscos, sendo monitor voluntário da disciplina de Malacologia durante dois semestres. Posteriormente iniciou os trabalhos na área da Tecnologia do Pescado, sendo bolsista de Iniciação Científica (PIBIT e PICI) até o final da graduação (2013.2). Durante este período, participou de projetos de levantamento qualiquantitativo da malacofauna da costa oeste potiguar e projetos de desenvolvimentos de novos produtos à base de pescado visando forma de agregar valor. Em 2013 concluiu a graduação e participou da seleção de ingresso no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal, sendo aprovado e matriculado no mesmo ano. Em 2015 defendeu sua dissertação e logo após ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, onde desenvolveu trabalhos com qualidade da carne em pescado. Durante o ano de 2017-2019 foi professor substituto da UFERSA e ministrou as disciplinas de Microbiologia Geral e Manejo Sanitário de Organismos Aquáticos. Foi professor do PRONATEC, sendo responsável pelos cursos de Operador de Beneficiamento de Pescado e Aquicultor.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu pai, Francisco, mesmo não estando mais fisicamente conosco, o senhor foi minha força para continuar, quando te perdi fiquei sem chão, mas tudo tem um propósito, eu creio, que o senhor continue me abençoando daí de cima, muitas saudades, não vejo a hora de nos reencontrar.

À minha família eu dedico essa conquista, serei eternamente grato a minha esposa Renata, meu filho Francisco Neto, minha mãe Lúcia, meu irmão Felipe, muito obrigado pela paciência de sempre ao ouvirem minhas reclamações diárias e sempre me apoiarem e me darem força para eu concluir esta etapa.

Muito obrigado Professora Doutora Patrícia de Oliveira Lima, pela oportunidade, pelo acolhimento, amizade, ensinamentos ao longo desse período. Obrigado pela liberdade e autonomia que me destes em sua orientação. Com certeza é uma pessoa que serei eternamente grato e levarei sempre comigo.

Ao professor e amigo, Guelson Silva, pela disponibilidade de coorientação, pela oportunidade de participar do projeto de marcação e recaptura de atuns, projeto que foi o início da minha pesquisa de doutorado.

Aos meus amigos do LANIS, Julianna Figueiredo, Vanessa Fernandes, Andrea Amanda, Ana Paula, Francisco Odonil, pela ajuda que me deram no experimento, pelo convívio, vocês transformaram o Laboratório em um ambiente mais divertido.

Aos meus companheiros de embarque, os pescadores Manga Rosa, Marcelo, João Bolão, Kikinho, Novo, Netinho e o mestre do pescador Thavisson III, Bira o famoso boião, os biólogos como eram chamados, Abílio, Manel, Rafael, Emerson e Humberto Hazin. Meus amigos, os embarques foram experiências únicas, e vocês os tornaram mais alegres e rápidos, eu não tenho saudade dos embarques, tenho saudades das resenhas entre uma pescaria e outra.

A todos que fazem parte da UFERSA, pela minha formação acadêmica e profissional. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, incluindo todos os professores, funcionários, colegas de turma pela parceria durante todo o curso de Doutorado.

A CAPES pela bolsa concedida durante 2 meses da minha pós-graduação.

Obrigado DEUS, pela sabedoria concedida, trilhando meu caminho, e me dando forças para seguir, muito obrigado Senhor.

“O sucesso é uma consequência e não um objetivo”.

*Gustave Flaubert*

**PARÂMETROS FÍSICOS DOS ATUNS CAPTURADOS EM CARDUMES ASSOCIADOS PELA FROTA DE PEQUENA ESCALA NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL, REBOUÇAS, Lucas de Oliveira Soares.** Parâmetros físicos dos atuns capturados em cardumes associados pela frota de pequena escala no atlântico oeste equatorial **2020, 75f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, Brasil, 2018.**

**RESUMO:** O grupo dos atuns e afins constituem um importante recurso pesqueiro mundial, normalmente a pesca de atuns é caracterizada pela predominância do segmento industrial, sendo realizada por grandes embarcações, com alto nível tecnológico, para a captura, armazenamento e processamento a bordo. No Nordeste com o esgotamento dos estoques tradicionalmente explorados, grande parte da frota pesqueira artesanal está sendo adaptada na busca de pescarias alternativas, como a dos atuns. A grande problemática da pesca artesanal se encontra na baixa qualidade do pescado, devido ao baixo acesso à tecnologia e ausência de medidas de boas práticas de manipulação a bordo por parte dos pescadores. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade dos atuns capturados em frota artesanal no atlântico oeste equatorial, identificando quais são os fatores a bordo que são importantes para determinação da qualidade dos peixes. Para isso, foram realizados seis (06) embarques durante um ano em frota artesanal do município de Areia Branca – RN. As variáveis analisadas ainda a bordo foram, comprimento furcal, espécie, temperatura inicial, pH inicial, dias de gelo, tempo de convés e método de abate. Ao desembarcar, os peixes foram levados para o Laboratório de Análises Sensoriais e Instrumentais da UFERSA para o prosseguimento das análises. As variáveis de qualidade analisadas foram, pH, luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ), teor de amarelo ( $b^*$ ), capacidade de retenção de água (%), perda de peso pós-cozimento e força de cisalhamento. A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para verificar quais variáveis são importantes para determinação da qualidade dos atuns. A relação entre as variáveis, foram analisadas através de análises de regressão simples, com correlação de Pearson, afim de verificar se houve correlação (negativa/positiva) entre as variáveis. Os dois primeiros componentes principais da ACP responderam quase 70% da variância. Onde, o comprimento furcal, dias de gelo e tempo de convés foram as principais variáveis a bordo responsável pela determinação da qualidade final dos atuns.

**Palavras-chave:** pesca artesanal; scombridae; qualidade do pescado

**PHYSICAL PARAMETERS OF TUNA CAPTURED IN AGGREGATED SCHOOLS BY THE SMALL SCALE FLEET IN THE EQUATORIAL WEST, REBOUÇAS, Lucas de Oliveira Soares.** Physical parameters of tuna captured in aggregated schools by the small scale fleet in the equatorial west atlantic. 2020, 75f., Thesis (Doctorate in Animal Science) - Graduate Program in Animal Science, Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA), Mossoró - RN, Brazil, 2020.

**ABSTRACT:** The tuna and related group is an important global fishing resource, usually tuna fishing is characterized by the predominance of the industrial segment, being carried out by large vessels, with high technological level, for the capture, storage and processing on board. In the Northeast with the exhaustion of stocks traditionally exploited, a large part of the artisanal fishing fleet is being adapted in search of alternative fisheries, such as tuna. The great problem of artisanal fishing is found in the low quality of the fish, due to the low access to technology and the absence of measures of good handling practices on board by the fishermen. The objective of this work is to evaluate the quality of tuna caught in artisanal fleets in the equatorial western Atlantic, identifying which factors on board are important for determining the quality of fish. For this, six (06) shipments were carried out during a year in the artisanal fleet of the municipality of Areia Branca - RN. The variables still analyzed on board were furcal length, species, initial temperature, initial pH, ice days, deck time and slaughter method. Upon disembarking, the fish were taken to the Sensory and Instrumental Analysis Laboratory at UFERSA for further analysis. The quality variables analyzed were pH, luminosity ( $L^*$ ), red content ( $a^*$ ), yellow content ( $b^*$ ), water retention capacity (%), post-cooking weight loss and shear strength. Principal component analysis (PCA) was used to verify which variables are important for determining the quality of tuna. The relationship between the variables were analyzed using simple regression analyzes, with Pearson's correlation, in order to verify if there was a correlation (negative / positive) between the variables. The first two main components of the ACP accounted for almost 70% of the variance. Where, the furcal length, ice days and deck time were the main variables on board responsible for determining the final quality of the tuna.

**Keywords:** artisanal fishing; scombridae; seafood quality

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Figura 1 - Fluxograma pós-captura de manipulação do atum. (Adaptado de Blanc et al., 2005). .....	28
--	----

### **CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DO ABATE NA QUALIDADE DE ATUNS PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL**

Figura 1 - A) caixa utilizada para o choque térmico; B) peixe sendo abatido através do choque térmico. Fonte: Arquivo Pessoal. ....	41
---	----

### **CAPÍTULO III - FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DE ATUNS PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL**

Figura 1- Embarcação atuante na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. Fonte: Arquivo pessoal. ....	57
Figura 2- Verificação da temperatura corporal, no momento em que o peixe foi embarcado. Fonte: Arquivo pessoal. ....	59
Figura 3 - Verificação do pH inicial após o abate. Fonte: Arquivo pessoal. ....	59
Figura 4 -Potenciômetro digital acoplado a um eletrodo de penetração. Fonte: Autoria própria. ....	60
Figura 5- Procedimento para obtenção da capacidade de retenção de água. ....	61
Figura 6- Texturômetro utilizado para identificar a força de cisalhamento das amostras de atuns. ....	63
Figura 7 - pH observado (símbolo) e sua tendência (linha) para os atuns em relação aos dias de gelo. ....	68
Figura 8 – Coordenadas de cor ( $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ ) (símbolos) e suas tendências (linhas) para os atuns em relação aos dias de gelo. ....	69
Figura 9 – Capacidade de retenção de água e perda de peso pós cocção (símbolos) e suas tendências (linhas) para os atuns em relação aos dias de gelo. ....	69

Figura 10- Força de cisalhamento (símbolo) e sua tendência (linha) para os atuns em relação aos dias de gelo.....70

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-</b> Scree plot dos autovalores da matriz de correlação. ....	65
<b>Gráfico 2-</b> Gráfico bidimensional dos CP1 e CP2. Fonte: Arquivo pessoal. ....	67

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1-</b> Mapa com a localização da área de pesca no Atlântico Oeste Equatorial e do cais pesqueiro no Município de Areia Branca, RN. (Adaptado de Silva et al., 2013). .....	58
--	----

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DO ABATE NA QUALIDADE DE ATUNS PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL

<b>Tabela 1</b> - Valores de média $\pm$ desvio padrão do comprimento furcal, Temperatura Inicial e Temperatura Final, para <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> , submetidos ao abate tradicional e o abate com choque térmico.....	44
<b>Tabela 2</b> - Valores de média $\pm$ desvio padrão das variáveis de qualidade analisadas para <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> submetidos ao abate tradicional e abate com choque térmico.....	45
<b>Tabela 3</b> - Valores e correlação (r) das variáveis observadas relacionadas à qualidade dos atuns. ....	49

### CAPÍTULO III - FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DE ATUNS PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL .....

<b>Tabela 1</b> - Quantidade de fatores, autovalores, porcentagem da variância explicada pelos componentes (%) nas características de qualidade da carne dos atuns. ....	64
<b>Tabela 2</b> - Coeficientes de correlações das variáveis com os dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2.....	66
<b>Tabela 3</b> - Valores de correlação rs entre as diferentes variáveis estudadas. Fonte: Dados do Autor.....	72

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CRA → Capacidade de Retenção de Água

PPC → Perda de Peso Pós Cocção

pH → Potencial Hidrogeniônico

FC → Força de Cisalhamento

L\* → Luminosidade

a\* → Teor de Vermelho

b\* → Teor de Amarelo

FAO → Food and Agriculture Organization

BTS → Burnt Tunna Syndrome

Temp → Temperatura

## LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem
\$	Cifrão

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	20
2. OBJETIVOS.....	22
2.1 Objetivo Geral.....	22
2.2 Objetivos Específicos.....	22
<b>CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>23</b>
1. A PESCA COMO ATIVIDADE ECONÔMICA NO BRASIL.....	24
1.1 Pesca artesanal x Pesca industrial .....	24
1.2 A pesca de atuns e afins .....	25
2. PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO A BORDO .....	27
3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E FRESCOR DO ATUM.....	28
4. MÉTODOS DE ABATE.....	30
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
<b>CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DO ABATE NA QUALIDADE DE ATUNS PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL .....</b>	<b>36</b>
1. INTRODUÇÃO.....	39
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
4. CONCLUSÕES .....	50
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
<b>CAPÍTULO III - FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DE ATUNS PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL .....</b>	<b>53</b>
1. INTRODUÇÃO.....	56
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	63

4. CONCLUSÕES .....	73
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2016), a pesca e aquicultura, constituem um dos segmentos agropecuários mais importantes a nível mundial, movimentando em torno de 70 bilhões de dólares anualmente. A preocupação com o consumo de alimentos saudáveis é cada vez maior, determinando uma nova tendência nutricional que preconiza uma alimentação com ingestão de proteína de boa qualidade e pouca gordura, tornando a pesca e a aquicultura atividades promissoras, sendo o pescado característico por uma carne mais nutritiva, com pouco teor de gordura, rica em ácido linoleico (ômega 3), aminoácidos essenciais, vitaminas (A, E e D) e minerais (sódio, potássio, magnésio, ferro e manganês) (GONÇALVES, 2011; SOARES e GONÇALVES, 2012).

Os atuns constituem um importante recurso pesqueiro mundial, tendo em vista que seus cardumes podem ser explorados simultaneamente em vários países distribuídos pelos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico (HAZIN, 2009). São peixes que possuem uma elevada demanda no mercado internacional, por serem muito utilizados na indústria de alimentos enlatados e sendo também bastante apreciados pelos consumidores quando servidos como “sashimi” (RUIZ-CAPILLAS & MORAL, 2005). Normalmente a pesca de atuns é caracterizada pela predominância do segmento industrial, sendo realizada por grandes embarcações, com alto nível tecnológico, para a captura, armazenamento e processamento a bordo, assegurando a qualidade e segurança do produto final no desembarque (ARAÚJO et al., 2013).

Na região Nordeste do Brasil a pesca costeira é caracterizada pela predominância do segmento artesanal, que se utiliza de embarcações de madeira, de pequeno porte, com baixa autonomia e grande variedade de artes de pesca, para a captura de espécies demersais como lutjanídeos, cianídeos, serranídeos e bentônicas como camarões e lagostas (HAZIN et al., 2000). Com o esgotamento dos estoques tradicionalmente explorados, através do esforço de pesca excessivo, fracasso das políticas públicas no gerenciamento desses estoques e a degradação ambiental, grande parte da frota pesqueira artesanal está sendo adaptada na busca de pescarias alternativas, dentre as quais têm se destacado a pesca de atuns e afins (SILVA et al., 2013).

A qualidade potencial do pescado capturado, é um fator de suma importância para a indústria pesqueira e para o consumidor final. A velocidade e o modo de deterioração dos peixes são afetados por fatores intrínsecos e extrínsecos. Os principais fatores

intrínsecos, que levam à rápida deterioração dos peixes estão relacionados com o teor de água intramuscular do pescado (cerca de 80%), o pH próximo da neutralidade, à pouca quantidade de tecido conjuntivo, que deixa vulnerável a musculatura aos ataques das enzimas endógenas e à ação microbiana. Pode-se dizer que os fatores extrínsecos, responsáveis por facilitar a degradação do pescado estão relacionados ao tipo de captura, processamento a bordo, transporte e armazenamento. São necessários cuidados especiais, principalmente o rápido resfriamento, além de condições higiênicas de conservação e manipulação (AMARAL & FREITAS, 2013). Segundo, Machado et al., (2018), em pescarias artesanais, desde a captura à comercialização, existem falhas na utilização de medidas higiênico-sanitárias, onde a manipulação a bordo e o armazenamento são feitos de forma incorreta, colocando em risco a qualidade do pescado e a saúde dos consumidores.

No atum um dos principais problemas relacionados à perda de qualidade é a síndrome do atum queimado ou “*burnt tuna*” termo usado para descrever mudanças de qualidade na carne do atum, sendo caracterizado por coloração pálida, textura fraca e sabor desagradável “*off flavour*”, resultando em um produto de baixo valor comercial, prejudicando financeiramente à atividade (FOSTER et al., 2015). Segundo Cramer et al., (1981), este problema está relacionado ao nível de estresse que o animal é submetido resultante da forma de captura e abate. Já, Foster et al., (2015), relaciona este problema ao tempo de armazenamento a bordo, o tamanho do peixe (idade) e se o peixe se encontra vivo ou morto no momento do embarque, porém segundo autor, a relação destes fatores com o grau de qualidade do atum ainda não está clara, sendo necessários estudos que correlacionem toda e qualquer variável da pesca de atuns na sua qualidade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a qualidade dos atuns capturados no atlântico oeste equatorial, em frota artesanal do município de Areia Branca - RN.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar quais fatores afetam a qualidade de atuns oriundos da pesca artesanal capturados no atlântico oeste equatorial, desembarcados no município de Areia Branca - RN;
- Verificar a influência do tipo de abate praticado na pescaria na qualidade dos atuns desembarcados;

## **CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

## 1. A PESCA COMO ATIVIDADE ECONÔMICA NO BRASIL

O Brasil país possui 8,5 mil km de extensão de costa marítima, sua ZEE abrange mais de 4,3 milhões de km<sup>2</sup>, metade de seu imenso território, e condições climáticas contribuem para a grande diversidade de espécies animais encontrados em suas águas. No entanto, em que pese os fatores naturais propícios à piscosidade, a produção pesqueira brasileira tem ainda pouca expressão quando comparada com a de outros países. Em 2011, ocupou a 14<sup>o</sup> posição no ranking internacional, segundo a FAO (RODRIGUES & GIUDICE, 2012).

### *1.1 Pesca artesanal x Pesca industrial*

Segundo Rodrigues & Giudice, (2012) a pesca “artesanal” se diferencia da pesca “industrial” de acordo com o estado ou região e, mesmo entre os agentes, não existindo um consenso acerca das características que as distingue. Onde, um pescador proprietário de uma única embarcação de pequeno porte, dedicada à pesca da sardinha, se considera um pescador artesanal, mesmo que sua produção esteja direcionada em sua totalidade ao setor industrial. Assim a atividade artesanal é definida com base nos equipamentos que são utilizados, tipo de embarcação que está sendo utilizada, e na quantidade de pescado obtido.

Atualmente, o setor pesqueiro artesanal em toda a costa nordestina vem enfrentando uma grave crise socioeconômica como resultado do esgotamento dos estoques pesqueiros tradicionalmente explorados. A maioria das espécies costeiras vêm sendo capturadas em níveis acima da sua capacidade máxima sustentável, em função do elevado esforço de pesca incidente sobre as mesmas, com a decorrente e inevitável redução de seus estoques e declínio dos índices de produtividade. Tal situação, que evidencia o fracasso das políticas públicas para o gerenciamento desses estoques, agrava-se ainda mais em decorrência do intenso processo de degradação ambiental a que os ecossistemas costeiros vêm sendo submetidos, em consequência, particularmente, de ações antrópicas impactantes, como a poluição (urbana, agrícola e industrial) e a especulação imobiliária. Assim, grande parte da frota pesqueira artesanal está sendo adaptada na busca de pescarias alternativas, dentre as quais têm se destacado a pesca de atuns e afins (SILVA et al., 2013; HAZIN et al., 2000).

Hazin et al., (2000) avaliaram a viabilidade da adaptação de embarcações artesanais para a pesca com espinhel pelágico (característico da frota industrial) na região Nordeste do Brasil, obtendo resultados satisfatórios em relação as taxas de captura, comparando-as com as de uma embarcação industrial arrendada, entretanto, tal adaptação requer um montante de investimento inicial que muitas vezes está além da capacidade dos proprietários deste tipo de embarcação.

A contribuição da pesca artesanal para a produção pesqueira nacional tem apresentado uma tendência de aumento desde 1980. As estatísticas pesqueiras demonstram que sua participação nos desembarques nacionais é hoje equivalente, ou até maior, que a pesca empresarial/industrial em volume de produção (MACHADO et al., 2018).

A grande preocupação nas pescarias artesanais, é a qualidade e inocuidade do pescado a ser ofertado. Nesta pescaria, a conservação é feita exclusivamente através da utilização de gelo, onde se busca uma temperatura interna nos peixes próximo a 0°C. Apesar de eficiente, para peixes de grande tamanho este método se torna questionável, uma vez que quanto maior o diâmetro corporal do peixe, maior será o tempo necessário para atingir a temperatura interna desejável, podendo ocasionar perdas de qualidade no pescado durante o armazenamento (MACHADO et al., 2018).

Na pesca industrial de atuns e afins, os barcos industriais arrendados possuem para congelamento e armazenagem do pescado, sistemas de ultracongelamento a -60°C, preservando as condições organolépticas naturais de frescor, textura e sabor, resultante da utilização de túneis de congelamento com ventilação forçada, impedindo a formação de cristais de gelo dentro das fibras da carne do peixe. A baixíssima temperatura também dá ao pescado uma qualidade única para sua comercialização no mercado de *sushi*, com alto controle dos microrganismos e eventuais parasitas (ARAÚJO et al., 2013).

## ***1.2 A pesca de atuns e afins***

Os atuns pertencem à família Scombridae, que está dividida em 15 gêneros e 48 espécies, das quais se destacam a albacora bandolim (*Thunnus obesus*), a albacora laje (*Thunnus albacares*), o bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*), a albacora branca (*Thunnus alalunga*) e a albacora azul (*Thunnus thynnus*). Estas espécies representam cerca de 80% das capturas mundiais dos tunídeos (BRILL et al., 2005).

Os atuns são peixes ósseos, portanto, classificados como teleósteos, muito vorazes, altamente migratórios e podem ser capturados em um oceano inteiro por diversos países (COLLETE, 1995; PEREIRA, 2007). Este padrão de distribuição e migração é muito influenciado pelos fatores abióticos e bióticos do meio ambiente. Entre os fatores ambientais abióticos e bióticos, a temperatura da água e o oxigênio dissolvido são considerados os mais importantes para a distribuição espaço temporal dos atuns enquanto a procura por presas é considerada a mais importante (PEREIRA, 2007). Se forem explorados de forma adequada podem formar grandes cardumes, devido ao elevado ritmo de reprodução e alta taxa de crescimento, tanto em tamanho quanto em peso (COLLETE, 1995). Os atuns habitam as águas temperadas, tropicais e subtropicais dos oceanos e buscam por temperaturas que variam de 18 a 31 °C. Se alimentam de outros peixes, cefalópodos e crustáceos (BERTRAND et al., 2002).

As albacoras são os principais representantes do grupo pesqueiro denominado de atuns e afins. Outras espécies também são associadas à sua captura, como os agulhões pertencentes à família Istiophoridae e Xiphiidae, e os tubarões em sua maioria representantes da família Carcharhinidae (OLIVEIRA et al., 2012). Anualmente, são capturadas cerca de 600.000 toneladas de atuns e afins no Oceano Atlântico. O Brasil não exerce uma participação expressiva neste contexto, afinal sua produção aproxima-se de 40.000 toneladas, representando apenas 6,66% das capturas. Grande parte desta produção é de bonito listrado, que é uma das espécies de menor valor comercial (OLIVEIRA et al., 2007).

As albacoras estão distribuídas em todos os oceanos. Geralmente estas espécies se concentram em águas superficiais, próximas a ilhas e outras massas de terra e em zonas oceânicas de separação ou encontro de correntes. São espécies predadoras e alimentam-se de uma enorme variedade de espécies marinhas como outros peixes, cefalópodos e crustáceos (OLIVEIRA et al., 2012).

Registra-se que anualmente sejam capturados cerca de quatro milhões de toneladas de atum distribuídas pelos oceanos Pacífico (65%), Índico (21%) e Atlântico (14%). O Japão é considerado o maior produtor mundial, sendo responsável por 18% do volume total capturado. Em segundo lugar está a União Européia através da produção da Espanha, França, Itália e Portugal com 13%, entretanto, 90% dessas capturas são realizadas por navios franceses e espanhóis. Em seguida, se destacam Taiwan (11%), Indonésia (9%), Coreia do Sul (6%) e Filipinas (5%) (ICCAT, 2006).

No oceano Atlântico, são capturadas anualmente cerca de 600.000 toneladas de atuns e afins. O Brasil produz cerca de 40.000 toneladas, representando apenas 6,66% das capturas realizadas no oceano Atlântico, mas que, em nível mundial, torna-se insignificante (ICCAT, 2015).

## **2. PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO A BORDO**

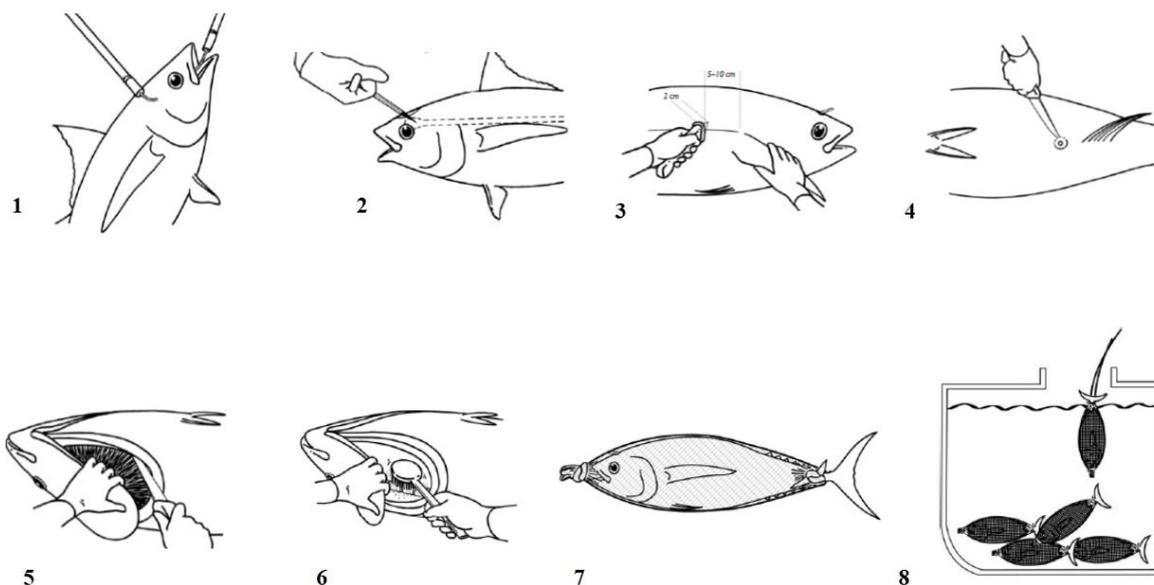
As práticas sanitárias permeiam todos os fatores relativos à contaminação dos alimentos marinhos, incluindo o meio em que esses organismos são capturados, a manipulação da matéria-prima fresca e o estado das instalações onde o pescado é processado e armazenado (MACHADO et al., 2018). A eficácia das medidas sanitárias depende da seriedade com que o profissional envolvido cumpre as normas estabelecidas para melhorar a qualidade e aumentar a confiabilidade sanitária dos produtos alimentícios marinhos. O sucesso do trabalho com pescado está ligado ao trinômio: tempo, higiene e temperatura. O tempo é importante na rapidez com que se desencadeiam reações autolíticas e/ou microbianas, que estão relacionadas com o grau de higiene do barco, estrutura de processamento e dos manipuladores do pescado, somados às baixas temperaturas que, se devidamente aplicadas, evitarão ou retardarão as reações já mencionadas (VIEIRA e SAMPAIO, 2004).

A qualidade da carne dos atuns depende de múltiplos fatores relacionados com sua captura e posterior manipulação. Para produzir a carne almejada pelo consumidor tem-se a necessidade de executar um planejamento cuidadoso que engloba toda estrutura de pesca, beneficiamento a bordo, processamento no entreposto, além das operações de logística para distribuição e comércio, afinal, eventuais falhas poderão prejudicar de maneira considerável e irreversível a qualidade da carne (FOSTER et al., 2015).

Sabe-se que o método de captura tem uma forte influência sobre a qualidade da carne do pescado, tendo em vista que exerce efeito sobre o tempo de *rigor mortis*. O forte estresse, ocasionado quando o peixe é fígado pelas redes de cerco ou anzóis, promove o consumo das reservas de glicogênio muscular a fim de suprir a demanda de adenosina trifosfato (ATP), o qual é suprido normalmente pela glicólise aeróbia com participação do oxigênio. No entanto, a glicólise anaeróbia produz ácido láctico que se acumula, reduzindo o pH muscular (SOTO et al., 2006).

De acordo com Foster et al., (2015), as práticas de captura e abate utilizados na manipulação do atum provocam um forte estresse que é responsável pelos diferentes níveis de qualidade da carne. Dessa forma, são comumente utilizadas práticas de captura e manipulação pós-captura que minimizam o estresse e garantem a qualidade do pescado até o consumo (atordoamento, evisceração, descabeçamento, acondicionamento e conservação).

Os atuns são recolhidos cuidadosamente a bordo, abatidos na região frontal da cabeça com a introdução de uma pequena vara inoxidável perfurante, para que sejam imobilizados, sangrados com o corte da veia arterial principal e eviscerados manualmente sobre colchão vazado de borracha. Logo em seguida, os peixes têm as brânquias e os opérculos removidos e as nadadeiras e a cauda cortadas com faca inox, sendo a seguir lavados internamente com água do mar oceânica (Figura 1).



**Figura 0-1** - Fluxograma pós-captura de manipulação do atum. (Adaptado de Blanc et al., 2005).

### 3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E FRESCOR DO ATUM

A qualidade e o frescor da carne do atum normalmente são julgados pela intensidade da cor vermelho brilhante do músculo, constituindo uma importante característica analisada pelo consumidor no momento da compra, especialmente quando se destinam a preparação de “sashimi” (VIRIYARATTANASAK et al., 2008). Biologicamente, a intensidade dessa cor depende da concentração da mioglobina

muscular, bem como de seu estado de oxi-redução (SMULEVICH et al., 2007). A mioglobina é uma proteína essencial para o armazenamento de oxigênio muscular dos animais e sua concentração pode variar em função da espécie, idade, nível de atividade física, bem como a maneira de como a carne é manipulada (SOUZA et al., 2015).

A cor vermelha brilhante da carne é resultante da reação da mioglobina com o oxigênio formando a oximioglobina. Porém, durante o armazenamento, a cor vermelha vai mudando gradualmente até tornar-se marrom como resultado da formação da metamioglobina. Além da cor, outros aspectos são avaliados na carne do atum são eles, a análise da textura, translucidez, teor de gordura e frescor da carne (SMULEVICH et al., 2007). Rotineiramente, as empresas que processam atum efetuam a análise da qualidade da carne pela coleta de amostras na região da nadadeira peitoral através da introdução de um tubo metálico “*sashibo*” até alcançar a base óssea. A observação desse material permite os classificadores separarem os atuns em diferentes níveis de qualidade e, dessa forma, facilitar a distribuição nos diferentes mercados (MATEO et al., 2006).

O grau de cansaço, traumatismos e manuseio a bordo podem influir muito na determinação do *rigor mortis* (OGAWA e MAIA, 1999), sendo este acelerado pelo desgaste físico que precede a morte (GONÇALVES, 2011). As alterações *post mortem* do pescado seguem um padrão típico que, por sua vez, é característico de cada espécie. Utilizam-se métodos químicos, bioquímicos, físicos, microbiológicos e sensoriais para detectar estas alterações, além de determinar a aceitabilidade e a qualidade do pescado (AMARAL e FREITAS, 2013), porém os métodos sensoriais são tradicionalmente os mais usados para avaliar a qualidade de peixes (VECIANA-NOGUE'S et al., 1997), pela facilidade e rapidez com que podem ser efetuados, nos quais se utilizam apenas os órgãos humanos dos sentidos (TEIXEIRA et al., 1987).

Muitos índices químicos de qualidade estão baseados nas alterações qualitativas e quantitativas de compostos da fração nitrogenada não protéica do músculo. Então, a detecção de alterações progressivas destas substâncias no músculo do pescado durante o armazenamento é o primeiro requisito para considerar tais substâncias como potenciais índices de qualidade (GONÇALVES, 2011).

Os eventos bioquímicos que se iniciam no fim do *rigor-mortis* culminam com a deterioração do peixe, quando não há aceitação sensorial e nem sanitária. Na fase do pós-rigor, o maior evento bioquímico é a alteração do teor de nitrogênio não proteico (em especial dos aminoácidos livres), produzindo amônia e outras bases voláteis totais, como trimetilamina (TMA), dimetilamina (DMA) e monometilamina (MMA). A amônia

formada nesta fase é oriunda da descarboxilação ou desaminação dos aminoácidos. A amônia gerada a partir do pós-rigor é somada à da ação microbiana, aumentando significativamente após a primeira semana de estocagem. Entretanto, devido a maior facilidade analítica, é preconizado determinar o nitrogênio de bases voláteis totais (BVT) em vez da amônia.

Outro fator tido como importante na avaliação da qualidade de pescado é o pH. A análise de pH é realizada para determinar a quantidade de ácidos que se encontra em um determinado alimento, uma vez que o desenvolvimento bacteriano encontra-se muito influenciado pelo pH. É um procedimento de relevância para avaliar desaminação e descarboxilação de aminoácidos, com respectiva produção de amônia e aminas, o que acarretará aumento do valor pelo caráter básico dessas moléculas (ASCAR, 1985).

A amina biogênica histamina também é utilizada como indicador de qualidade em algumas espécies como os atuns (SOUZA et al., 2015).

#### **4. MÉTODOS DE ABATE**

Existem alguns métodos de abate que são utilizados para peixes, sendo os mais conhecidos: o golpe letal na cabeça, atordoamento elétrico, choque térmico com uso de gelo para insensibilização pré-abate, secção da medula seguida de sangria das brânquias e a morte por asfixia. É necessário um maior estudo quanto ao método de abate, pois, não se pode recomendar o mesmo método para todas as espécies (FERREIRA et al., 2018).

Normalmente o abate ocorre em duas fases. A primeira fase objetiva-se tornar o animal insensível à dor por meio do atordoamento e, na segunda fase, realizar o sacrifício, que pode ser por diferentes métodos. Para evitar que o animal recupere sua consciência, é necessário reduzir o tempo do atordoamento até o momento de sua morte (LINES et al., 2003).

Para manter a qualidade do pescado, o abate é um importante gargalo. O estresse associado a este manejo, afeta diretamente na redução do tempo de rigor mortis, proporcionando principalmente diminuição da vida de prateleira (RIBAS et al., 2007).

Muitos peixes apresentam hábitos ativos podendo debater-se bastante antes do abate, prejudicando a qualidade da carne. A diferença na qualidade dos produtos produzidos em cativeiro em relação aos que são capturados no ambiente natural consiste na garantia de que os produtos gerados serão entregues vivos aos beneficiadores,

englobando o sistema de captura, que vai da despesca e transporte de peixes vivos até o abatedouro (SOUZA, 2001).

Um dos métodos de abate mais usual é a imersão do peixe em água gelada que consiste em submergir os peixes em água gelada, a uma temperatura em torno de 1°C, até a morte. A hipotermia causa insensibilização nos animais, sendo aplicado em trabalhos que avaliam tanto questões de bem-estar dos peixes, como sua relação com a qualidade do produto final (FREIRE e GONÇALVES, 2013).

As técnicas de abate de peixes têm sido alvo de inúmeros estudos, com vários objetivos, entre os quais os de promover o controle de qualidade, a eficiência e a segurança dos procedimentos. As técnicas de abate de peixes são diversas, e as espécies apresentam variação nas respostas aos diferentes métodos, sendo assim, a escolha apropriada do método de abate é um passo importante para assegurar a qualidade do pescado (ASHLEY, 2007).

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, G. V.; FREITAS, D. G. C. (2013) Método do índice de qualidade na determinação do frescor de peixes. *Ciência Rural*, v. 43, n. 11, p. 2093-2100.

ARAÚJO, P. V. N.; SILVA, G. B.; BEZERRA, M. A. FREIRE, J.; RUIVO, U. (2013) Descrições gerais da frota japonesa arrendada para a pesca de atuns e afins na Zona Econômica Exclusiva do Brasil. *Arquivos de ciências do mar*, v. 46, n. 2, p. 55-63.

ASCAR, J. M. (1985) Alimentos: Aspectos bromatológicos e legais. São Leopoldo (RS): UNISINOS.

ASHLEY, P. J. (2007) Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam.

BERTRAND, A.; BARD, F. X.; JOSSE, E. (2002) Tuna food habits related to the micronekton distribution in French Polynesia. *Marine Biology*, v. 140, p. 1023-1037.

BLANC, M.; DESURMONT, A.; BEVERLY, S. (2005) Onboard handling of sashimi-grade tuna: a practical guide for crew members. Secretariat of the Pacific Community.

BRIL, R. W.; BIGELOW, K. A.; MUSYL, M. K.; FRITSCHES, K. A.; WARRANT, E. J. (2005) Bigeye tuna behaviors and physiology and their relevance to stocks assessments and fishery biology. ICCAT, v. 57, n. 2, p. 141-161.

COLLETE, B. B. (1995) Scombridae, atunes, bacoretas, bonitos, caballas, estorninos, melva, etc: Guia FAO para identificação de espécies para los fines de la pesca. FAO, v. 125, n. 2, 137p..

CRAMER, J. L.; NAKAMURA, R. M.; DIZON, A. E.; IKEHARA, W. N. (1981) Burnt tuna: conditions leading to rapid deterioration in the quality of raw tuna. Marine Fisheries Review, v. 43, n. 6, p. 12-16.

FAO. (2016) El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma, p. 224.

FERREIRA, N., DE ARAÚJO, R. V., & CAMPOS, E. C. (2018). Boas práticas no pré-abate e abate de pescado. PUBVET, 12, 138.

FOSTER, D. G.; PARSONS, G. R.; SNODGRASS, D.; SHAH, A. (2015) At-sea factors that affect yellowfin tuna grade in the Gulf of Mexico pelagic longline tuna fishery. Fisheries Research, v.164, p. 59-63.

FREIRE, C. E. C., & GONÇALVES, A. A. (2013). Diferentes métodos de abate do pescado produzido em aquicultura, qualidade da carne e bem estar do animal. HOLOS, 6, 33-41.

GARCÍA, A. (2006) Quality analysis of tuna meat using an automated color inspection system. Aquacultural Engineering, v. 35, p. 1-13.

GONÇALVES, A. A. (2011) Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. Rio de Janeiro, RJ: Atheneu, 608 p.

HAZIN, F. H. V. (2009) A pesca na zona econômica exclusiva, ZEE: sua importância para o Brasil. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v.1, n.1, p. 10-18.

HAZIN, F. H. V.; BROADHURST, M. K.; & HAZIN, H. G. (2000) Preliminary analysis of the feasibility of transferring new longline technology to small artisanal vessels off northeastern Brazil. *Marine Fisheries Review*, v. 62, n. 1, p. 27-34.

ICCAT. (2006) International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas: report of the standing committee on research and statistics (SCRS). Spain, 92p.

ICCAT. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. Disponível em <<https://www.iccat.int/es/>>. Acesso em 24/01/2017.

LINES, J. A., ROBB, D. H., KESTIN, S. C., CROOK S. C. & BENSON, A. T. (2003) Electric stunning: a humane slaughter method for trout. *Aquacultural Engineering*, 28, 141-154.

MACHADO, T. M., FURLAN, É. F., NEIVA, C. R. P., CASARINI, L. M., DE PÉREZ, A. C. A., NETO, M. J. L., & TOMITA, R. Y. (2018). Fatores que afetam a qualidade do pescado na pesca artesanal de municípios da costa sul de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(3), 213-223.

MATEO, A.; SOTO, F.; VILLAREJO, J. A.; ROCA-DORDA, J.; GANDARA, F.; OGAWA, M.; MAIA, E. L. (1999) Manual de Pesca, São Paulo: Livraria Virela, 430p.

OLIVEIRA, I. M.; HAZIN, F.; OLIVEIRA, V. S.; GEBER, F.; OLIVEIRA, G. J.; BARRADAS, R. (2007) Distribuição e abundância relativa de peixes capturados com espinhel de fundo na costa de Pernambuco, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 33, n. 2, p. 183-193.

OLIVEIRA, R. B. A.; EVANGELISTA, W. P.; SENA, M. J.; GLORIA, M. B. A. (2012) Tuna fishing, capture and post-capture practices in the northeast of Brazil and their effects on histamine and other bioactive amines. *Food Control*, v. 25, n.1, p. 64-68.

PEREIRA, A. A. (2007) Comportamento da albacora laje *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) no arquipélago de São Pedro e São Paulo. [Dissertação de Mestrado], Universidade Federal Rural de Pernambuco, 55p.

RIBAS, L., FLOS, R., REIG, L., MACKENZIE, S., BARTON, B. A., TORT, L. (2007) Comparison of methods for anaesthezing Senegal sole (*Solea senegalensis*) before slaughter: Stress responses and final product quality. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 269, p. 250-258.

RODRIGUES, J. A.; GIUDICE, D. S. (2012) A pesca marítima artesanal como principal atividade socioeconômica: o caso da localidade de conceição de Vera Cruz-BA. *Cadernos do Logepa*, v. 6, n. 2, p. 115-139.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. (2005) Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chemistry*, v. 89, p. 347-354.

SILVA, G. B.; CHAVES, D. C. B.; FONTELES-FILHO, A. A. (2013) Aspectos econômicos da pesca de atuns e afins associada a uma boia oceânica no Atlântico Oeste Equatorial. *Boletim do Instituto da Pesca*, v. 1, p. 85-91.

SMULEVICH, G.; DROGHETTI, E.; FOCARDI, C.; COLETTA, M.; CIACCIO, C.; NOCENTINI, M. (2007) A rapid spectroscopic method to detect the fraudulent treatment of tuna fish with carbon monoxide. *Food Chemistry*, v.101, p. 1071-1077.

SOARES, K. M. D. P.; GONÇALVES, A. A. (2012) Qualidade e segurança do pescado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, v. 71, n. 1, p. 1-10.

SOTO, F.; VILLAREJO, J. A.; MATEO, A.; ROCA-DORDA, J.; DE LA GÁNDARA, F.; GARCIA, A. (2006) Preliminary experiences in the development of bluefin tuna *Thunnus Thynnus* (L., 1758) electroslaughtering techniques in rearing cages. *Aquacultural engineering*, v. 34, n. 2, p. 83-91.

SOUZA, A. L. M.; CALIXTO, F. A. A., DE MESQUITA, E. D. F. M.; PACKNESS, M.; AZEREDO, D. P. (2015) Histamina e rastreamento de pescado: revisão de literatura. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 82, p. 01-11.

SOUZA, M. L. R., Industrialização, comércio e perspectivas. In: MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, L.P.; ZIMMERMANN, S. (2001) Fundamentos da Moderna Aquicultura. Ed. Ulbra, p. 149-189.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. (1987) Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Ed. da UFSC, 180 p.

VECIANA-NOGUE´S, M. T.; MARINE´-FONT, A.; VIDAL-CAROU, M. C. (1997) Biogenic Amines as Hygienic Quality Indicators of Tuna. Relationships with Microbial Counts, ATP-Related Compounds, Volatile Amines, and Organoleptic Changes. Journal o Agricultural and Food Chemistry, v. 45, n. 6.

VIEIRA, R. H. S. F.; SAKER-SAMPAIO, S. Emprego de gelo nos barcos de pesca. In: VIEIRA, R. H. S. F. Microbiologia, Higiene e Qualidade do Pescado. São Paulo: Livraria Varela. p. 37-43, 2004.

VIRIYARATTANASAK, C.; MATSUKAWA, S.; HAMADA-SATO, N.; WATANABE, M.; SUZUKI, T. (2008) Quantitative measurement of metamyoglobin in tuna flesh via electron paramagnetic resonance. Food Chemistry, v. 111, p. 1050-1056.

**CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DO ABATE NA QUALIDADE DE ATUNS  
PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO  
OESTE EQUATORIAL**

## **INFLUÊNCIA DO ABATE NA QUALIDADE DE ATUNS PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL**

**RESUMO:** Objetivou-se verificar a eficiência do abate através do choque térmico, e compara-lo com o método de abate tradicional usados pelos pescadores, com ênfase nos parâmetros físicos de qualidade. O experimento foi realizado em dois embarques, em barco artesanal do município de Areia Branca – RN. Para o experimento foram utilizados 40 exemplares de Albacora Laje (*Thunnus albacares*) e 40 exemplares de Albacora Bandolin (*Thunnus obesus*), sendo dividido em dois grupos. No método tradicional, ao serem embarcados, os peixes vivos eram atordoados por percussão craniana, com auxílio de bastão de madeira. Para o choque térmico assim que os peixes embarcavam, eram colocados em caixa isotérmicas de 120 litros de capacidade, com 40 litros de água do mar e aproximadamente 40 kg de gelo em escama, até a água atingir temperatura de  $1^{\circ}\text{C}\pm 0,5$ . A morte foi constatada pela ausência de reflexos ao estímulo pelo toque e pela ausência de movimentos do opérculo. Após o desembarque, os peixes etiquetados eram separados, acondicionados em caixas isotérmicas com gelo na proporção 1:1 (gelo/peixe) até o Laboratório de Análises Sensoriais e Instrumentais da UFERSA, para a realização das análises de qualidade (pH, L\*, a\*, b\*, capacidade de retenção de água, perda de peso pós-cocção e força de cisalhamento). A temperatura final dos peixes abatidos por choque térmico foi menor. Já o pH foi menor para os atuns abatidos através do método tradicional, a redução do pH devido ao estresse ocorrido durante esta prática, ocasionou perda nos demais parâmetros de qualidade. Conclui-se que o abate através do choque térmico, é uma alternativa para a melhoria da qualidade dos atuns desembarcados, trazendo maior lucratividade para a atividade.

**Palavras-chave:** estresse; pH; choque térmico

## **SLAUGHTERING INFLUENCE ON TUNA QUALITY IN THE FISHERY ON AGGREGATED SCHOOLS IN THE WESTERN EQUATORIAL ATLANTIC**

**ABSTRACT:** Objective to verify the efficiency of slaughter through thermal shock, and to compare with the traditional slaughter method used by fishermen, with difficulties in quality levels. The experiment was carried out on two ships, in the artisanal boat in the municipality of Areia Branca - RN. For the experiment, 40 examples of Albacora Laje (*Thunnus albacares*) and 40 examples of Albacora Bandolin (*Thunnus obesus*) were used, being divided into two groups. In the traditional method, when live fish are shipped, they are stunned by cranial percussion, with the aid of a wooden stick. For thermal shock, like the fish on board, they were used in isothermal boxes with a capacity of 120 liters, with 40 liters of sea water and approximately 40 kg of ice on the scale, up to an average temperature of  $1^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ . Death was verified by the absence of reflexes to the stimulus by touch and by the absence of movements of the operculum. After landing, the labeled fish were separated, packed in isothermal boxes with ice in the proportion 1: 1 (ice / fish) until the Laboratory of Sensory and Instrumental Analysis of UFERSA, to carry out the quality analyzes (pH, L \*, a \*, b \*, water holding capacity, post-cook weight loss and shear strength). The final temperature of the fish slaughtered by thermal shock was lower. The pH was lower for tuna slaughtered by the traditional method, a reduction in pH due to the stress that occurred during this practice, causing loss in the other quality levels. Conclude that slaughter by thermal shock is an alternative to improve the quality of landed tuna, bringing greater profitability to the activity.

**Keywords:** stress; pH; thermonarcosis

## 1. INTRODUÇÃO

Já é de conhecimento as mudanças fisiológicas que ocorrem durante e depois dos animais se envolverem em exercícios prolongados, porém, as alterações que ocorrem a nível tecidual e molecular recebem menos atenção. Algumas alterações celulares já foram correlacionadas com a qualidade da carne em animais utilizados para o consumo humano, como a qualidade reduzida da carne de porcos que passaram por uma condição conhecida como “Síndrome do estresse porcino” antes do abate (BLOCK, 1994), de modo semelhante em perus que passaram por estresse térmico foram caracterizados com a qualidade da carne reduzida, conhecida como carne pálida, macia e exsudativa (PSE) (STRASBURG e CHIANG, 2009) e em atuns que tiveram uma carne de qualidade reduzida devido ao estresse durante a captura (NÓBREGA et al., 2014).

Segundo, Machado et al., (2018), em pescarias artesanais, desde a captura à comercialização, existem falhas na utilização de medidas higiênico-sanitárias, sendo a manipulação a bordo e o armazenamento feitos de forma incorreta, colocando em risco a qualidade do pescado e a saúde dos consumidores. Na pesca de atuns e afins em cardume associado, as embarcações de caráter artesanal tem como prática comum o abate pelo atordoamento através de concussão cerebral, seguido pelo sangramento e evisceramento.

Um dos grandes entraves na cadeia do atum, é a síndrome do atum queimado (*Burnt tuna syndrome* - BTS) termo usado para descrever as alterações no atum fresco que é caracterizado por cor pálida, textura pobre e sabor desagradável, quando manejado de forma inadequada, como por exemplo o abate inadequado. Esta perda de qualidade resulta em um preço muito menor para o pescador e afeta significativamente a lucratividade da pesca do atum.

As práticas de captura e abate utilizados na manipulação do atum provocam estresse é responsável pelos diferentes níveis de qualidade da carne do mesmo. Dessa forma, são comumente utilizadas práticas de captura e manipulação pós-captura que minimizam o estresse e garantem a qualidade do pescado até o consumo (atordoamento, evisceração, descabeçamento, acondicionamento e conservação) (FOSTER et al., 2015).

Deste modo, com este trabalho, objetiva-se verificar a eficiência do abate através do choque térmico, e compara-lo com o método de abate tradicional usados pelos pescadores, com ênfase nos parâmetros físicos de qualidade.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de amostras e dados foi realizada *in loco*, para isso, foram realizados embarques, em embarcação pesqueira com casco de madeira de 13 metros de comprimento total e com autonomia de cruzeiro variando de 15 a 30 dias, do município de Areia Branca, RN, Brasil, atuante na pesca de atuns e afins.

Para este experimento foram realizados 02 embarques, com estadia média de 15 dias, onde a embarcação realizava sua atividade pesqueira a 4.000 m de profundidade a 0° de latitude e 35° de longitude, à 323 milhas náuticas (520 km) de distância da terra.

Para o experimento foram utilizados 40 exemplares de Albacora Laje (*Thunnus albacares*) e 40 exemplares de Albacora Bandolin (*Thunnus obesus*), sendo dividido em dois grupos. O grupo abatido através do método “tradicional” com 20 exemplares de cada espécie e o grupo abatido através do “choque térmico”, também com 20 exemplares de cada espécie.

### 2.1 Abate tradicional

No método tradicional, ao serem embarcados, os peixes vivos eram atordoados por percussão craniana, com auxílio de bastão de madeira, e sangrados por um corte logo abaixo da nadadeira peitoral, a fim que o coração, ainda pulsante, bombeasse o sangue para o exterior. Logo após o abate os peixes eram eviscerados e armazenados nas urnas frigoríficas.

### 2.2 Abate através de choque térmico (termonarcose)

Para o abate dos peixes através do choque térmico, assim que os peixes embarcavam, eram colocados em caixa isotérmicas de 120 litros de capacidade, com 40 litros de água do mar e aproximadamente 40 kg de gelo em escama, até a água atingir temperatura de  $1^{\circ}\text{C}\pm 0,5$  (Figura 1).



**Figura -1** - A) caixa utilizada para o choque térmico; B) peixe sendo abatido através do choque térmico. Fonte: Arquivo Pessoal.

Para todos os métodos de abate, a morte foi constatada pela ausência de reflexos ao estímulo pelo toque e pela ausência de movimentos do opérculo.

## **2.3 Variáveis a bordo**

### ***2.3.1 Temperatura corporal***

Foi verificada a temperatura corporal de todos os peixes, no momento em que eram embarcados e após a constatação da morte com auxílio de termômetro de espeto. O termômetro era inserido na base da nadadeira peitoral. Assim, obtendo os dados de temperatura inicial e temperatura final.

### ***2.3.2 Comprimento furcal***

Logo após a captura do peixe, eram realizadas a identificação da espécie com o auxílio de literatura especializada e biometria com o auxílio de um paquímetro de 2 m alcance e precisão de 1 cm, para a obtenção do comprimento furcal,

Após a coleta dos dados das variáveis a bordo os peixes foram etiquetados, identificados, numerados e em seguida foi feito o procedimento padrão de acondicionamento do pescado, nas urnas térmicas da embarcação, com a utilização de gelo em escama para conservação do pescado até o dia do desembarque.

Após o desembarque, os peixes etiquetados eram separados, acondicionados em caixas isotérmicas com gelo na proporção 1:1 (gelo/peixe) e levados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), para o prosseguimento das análises.

## **2.3 Análises físicas**

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Análises Sensoriais e Instrumentais de Carnes – LANIS, da UFERSA, no mesmo dia em que os peixes foram desembarcados, através de corte na região caudal, foi retirado um fragmento da musculatura com formato de meia posta.

### ***2.3.1 pH***

O potencial hidrogeniônico (pH) foi realizado em triplicata por meio de potenciômetro digital (HANNA©) acoplado a um eletrodo de penetração, inserido no músculo do peixe.

### ***2.3.2 Cor***

A medida da cor foi realizada em triplicata em diferentes pontos da amostra utilizando-se o espectrofotômetro portátil (MINOLTAC©), programado com o sistema CIELab, onde foram mensurados, os parâmetros, L\* correspondente à luminosidade, a\* ao teor de vermelho e b\* ao teor de amarelo (Santos et al., 2008).

### ***2.3.3 Capacidade de retenção de água (CRA)***

Para determinar a capacidade de retenção de água (CRA), amostras de 0,5g do atum foram colocadas em papéis filtro circulares e dispostos entre duas placas de vidro sob um peso de 5kg durante 5 minutos. Logo após a CRA foi determinada e expressa em porcentagem, seguindo modelo matemático descrito por Queiroga et al., (2014).

### ***2.3.4 Perda de peso pós cocção (PPC)***

Para perda de peso pós cocção (PPC) foram utilizadas amostras de aproximadamente 30 gramas, embaladas individualmente em folhas de papel alumínio, dispostas em uma chapa pré-aquecida a 170°C até atingir temperatura de 71°C no centro geométrico das amostras, que foi verificada com auxílio de termômetro digital de penetração. Logo após a cocção às amostras foram secas com auxílio de papel toalha e a PPC determinada e expressa em porcentagem através da diferença de peso (inicial e final) (Warris, 2003)

### ***2.3.5 Força de cisalhamento (Textura)***

As amostras usadas para a PPC foram as mesmas utilizadas para a análise de força de cisalhamento (FC), para a determinação da FC através do texturômetro foram retiradas

2 amostras por porção, com auxílio de um bisturi, no sentido das fibras, no formato de paralelepípedos com 1 x 2 x 1 cm.

A força de cisalhamento foi registrada em texturômetro (TEXTURE ANALYZER TA-XT-125), acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler (HDP/WBV) com as seguintes configurações: velocidade de pré-teste: 2,0m/s; velocidade do teste: 3,0 m/s; distância percorrida pela lâmina, após ter atingido a parte superior da amostra: 20 mm; velocidade de pós-teste: 10m/s, configurações para uma amostra de 1,5 de altura. Os resultados foram expressos em gramas obtidos pelas médias de força máxima de ruptura das amostras.

## **2.5 Análises estatísticas**

Os dados foram expressos em valores de média  $\pm$  desvio padrão através dos programas estatísticos STATISTICA (Data Analysis Software System - StatSoft, Inc.), versão 10 e SPSS (Armonk, NY: IBM Corp.) versão 23.0. Após análise dos pressupostos paramétricos, diferenças estatísticas entre os tipos de abate (tradicional e gelo) dentro e entre espécie nas diferentes variáveis estudadas, foram verificadas por teste t independente e Mann-Whitney. Este último utilizado quando rompido a distribuição gaussiana. Para cada variável estudada, Análise de Covariância (ANCOVA) foi realizada no objetivo de evidenciar diferenças estatísticas entre os tipos de abates tendo como covariável a espécie.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tamanhos dos atuns (CF) utilizados no experimento, tanto para as espécies como para os métodos de abate utilizados (Tabela 1). Com a homogeneidade no tamanho dos exemplares utilizados, esta variável não tendenciou os resultados encontrados nesse estudo. Pois, o tamanho dos peixes é uma variável importantíssima na qualidade, uma vez que, influencia as medidas de manejo do atum a bordo.

Para os dois tipos de abates, e espécie a temperatura inicial dos peixes não diferiu ( $p < 0,05$ ), os peixes demonstraram uma temperatura inicial próxima a temperatura da água para aquela região, em média de 30°C. Segundo Cayré & Marsac (1993) ,os atuns possuem uma característica única entre todos os peixes ósseos que é a sua capacidade de

termorregulação através de um sistema circulatório denominado sistema de contracorrente, o sangue aquecido pela atividade metabólica é levado pelas veias até as brânquias para ser re-oxigenado, este sangue venoso aquecido doa parte do seu calor para o sangue oxigenado, porém frio, que vem das brânquias e é levado pelas artérias até os músculos, como a circulação dos sangues “quente” e “frio” se dá em sentidos opostos, ocorre a troca de calor entre eles, mantendo a temperatura corporal equilibrada, próximo a temperatura da superfície.

**Tabela 1** - Valores de média  $\pm$  desvio padrão do comprimento furcal, Temperatura Inicial e Temperatura Final, para *T. obesus* e *T. albacares*, submetidos ao abate tradicional e o abate com choque térmico.

Variáveis	Espécie	Tipo de abate		(p-valor)¥
		Tradicional	Choque Térmico	
CF	<i>T. obesus</i>	64,33 $\pm$ 10,91Aa	55,8 $\pm$ 12,62Aa	0,293
	<i>T. albacares</i>	67,43 $\pm$ 32,09Aa	59,0 $\pm$ 17,72Aa	
	Média $\pm$ D.P geral	66,0 $\pm$ 23,81	57,86 $\pm$ 15,64	
Temp. Inicial	<i>T. obesus</i>	29,18 $\pm$ 0,83Aa	29,06 $\pm$ 1,77Aa	0,720
	<i>T. albacares</i>	30,29 $\pm$ 1,53Aa	30,44 $\pm$ 2,23Aa	
	Média $\pm$ D.P geral	30,85 $\pm$ 2,01	31,45 $\pm$ 2,73	
Temp. Final	<i>T. obesus</i>	29,02 $\pm$ 1,17Ba	23,86 $\pm$ 3,75Ab	<0,001*
	<i>T. albacares</i>	31,79 $\pm$ 1,34Aa	25,51 $\pm$ 3,94Ab	
	Média $\pm$ D.P geral	30,51 $\pm$ 1,88	24,92 $\pm$ 3,81	

A,B Média seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna e a,b minúsculas diferentes na linha significa diferença estatística ( $p < 0,05$ ). ¥ ANCOVA utilizada para comparar tipo de abate utilizando como covariável a espécie.

A temperatura final dos peixes abatidos através do método tradicional se manteve igual à temperatura inicial com média de 30,51°C, com diferença somente entre as espécies, onde a *T. albacares* se manteve superior à *T. obesus*. Já no choque térmico houve uma redução significativa da temperatura ao final do abate, com média de temperatura de 24,92°C. Segundo Freire e Gonçalves (2013), no método do choque térmico em poucos minutos, os peixes são refrigerados a partir da temperatura do mar (12 - 33°C) a cerca de 2 - 3°C. Para a preservação das qualidades do pescado, é necessário que logo após a captura e abate, o mesmo seja submetido à baixas temperaturas, e a manutenção da baixa temperatura durante toda cadeia do processamento seja mantida (GONÇALVES, 2011).

**Tabela 2-** Valores de média  $\pm$  desvio padrão das variáveis de qualidade analisadas para *T. obesus* e *T. albacares* submetidos ao abate tradicional e abate com choque térmico.

Variáveis	Espécie	Tipo de abate		(p-valor)¥
		Tradicional	Choque Térmico	
pH	<i>T. obesus</i>	5,95 $\pm$ 0,11Ab	6,12 $\pm$ 0,08Aa	<0,001*
	<i>T. albacares</i>	5,76 $\pm$ 0,19Ab	6,06 $\pm$ 0,08Aa	
	Média $\pm$ D.P geral	5,85 $\pm$ 0,18	6,08 $\pm$ 0,09	
L*	<i>T. obesus</i>	39,06 $\pm$ 1,88Aa	35,69 $\pm$ 1,05Ab	<0,001*
	<i>T. albacares</i>	40,57 $\pm$ 0,65Aa	35,44 $\pm$ 1,55Ab	
	Média $\pm$ D.P geral	39,87 $\pm$ 1,52	35,53 $\pm$ 1,36	
a*	<i>T. obesus</i>	9,21 $\pm$ 2,42Ab	16,73 $\pm$ 2,82Aa	<0,001*
	<i>T. albacares</i>	8,27 $\pm$ 1,64Ab	13,71 $\pm$ 2,81Aa	
	Média $\pm$ D.P geral	8,71 $\pm$ 2	14,79 $\pm$ 3,09	
b*	<i>T. obesus</i>	11,69 $\pm$ 1,47Ab	8,77 $\pm$ 2,22Aa	<0,001*
	<i>T. albacares</i>	11,65 $\pm$ 1,1Ab	8,5 $\pm$ 1,11Aa	
	Média $\pm$ D.P geral	8,62 $\pm$ 1,23	11,66 $\pm$ 1,51	
Capacidade de Retenção de Água (%)	<i>T. obesus</i>	68,27 $\pm$ 3,45Aa	70,29 $\pm$ 2,71Aa	0,001*
	<i>T. albacares</i>	67,08 $\pm$ 1,71Ab	72,62 $\pm$ 2,52Aa	
	Média $\pm$ D.P geral	67,63 $\pm$ 2,61	71,79 $\pm$ 2,74	
Perda de Peso na Cocção (%)	<i>T. obesus</i>	41,96 $\pm$ 1,79Aa	37,91 $\pm$ 2,37Ab	<0,001*
	<i>T. albacares</i>	42,32 $\pm$ 1,96Aa	35,07 $\pm$ 3,29Ab	
	Média $\pm$ D.P geral	42,15 $\pm$ 1,81	36,09 $\pm$ 3,22	
Força de Cisalhamento (kgf/cm <sup>2</sup> )	<i>T. obesus</i>	1,14 $\pm$ 0,28Ab	1,84 $\pm$ 0,05Aa	<0,001*
	<i>T. albacares</i>	1,47 $\pm$ 0,51Ab	1,97 $\pm$ 0,3Aa	
	Média $\pm$ D.P geral	1,32 $\pm$ 0,44	1,93 $\pm$ 0,25	

A,B Média seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna e a,b minúsculas diferentes na linha significa diferença estatística ( $p < 0,05$ ). ¥ ANCOVA utilizada para comparar tipo de abate utilizando como covariável a espécie.

O pH dos atuns abatidos através do método tradicional, foi inferior ( $p < 0,05$ ) aos abatidos através do método de choque térmico, não havendo diferença entre as espécies analisadas (Tabela 2). Segundo Rahmanifarah et al., (2011) os métodos de abate do

pescado que causam estresse conduzem a um rápido consumo nas suas reservas de glicogênio e ATP, produzindo ácido lático e conseqüentemente, diminuindo o pH da carne. O pH mais baixo dos atuns abatidos através do método tradicional, foi reflexo do estresse que esta técnica causa aos animais, já a técnica do choque térmico promoveu a estabilização do pH dos atuns durante o abate.

A luminosidade ( $L^*$ ) das amostras de atuns abatidos através do método tradicional foi superior, com média de 39,87, enquanto os atuns abatidos por choque térmico demonstraram teor de luminosidade em média de 35,53. Atuns, que sofrem alto estresse a bordo, têm sua concentração de hemopigmentos reduzida, favorecendo uma maior reflexão de luz, ocorrendo um aumento do valor da luminosidade ( $L^*$ ) (NÓBREGA et al., 2014). Sanchez-Zapata et al. (2008), em estudo sobre a luminosidade ( $L^*$ ) de várias espécies de pescados, observaram um valor de  $L^*$  de 40,59 para o atum, valor muito próximo ao encontrado nesse estudo. Roth et al., (2009) não observaram diferenças na luminosidade ( $L^*$ ) no salmão (*Salmo salar*) submetidos ao choque térmico ou percussão craniana. Os atuns possuem uma concentração de hemopigmentos superior aos salmonídeos, podendo explicar este fato.

O teor de vermelho ( $a^*$ ) das amostras dos peixes abatidos por choque térmico foi maior do que no método tradicional. O estresse durante o abate, ocasiona decréscimo no pH do peixe, devido a liberação de ácido lático. Segundo Mancini e Hunt (2005), um atum recém-abatido tem sua carne de coloração vermelho púrpura, devido à formação da oximioglobina. A desoxigenação da mioglobina, a qual é ocasionada pela dissociação do oxigênio devido ao baixo pH, aumento da temperatura, luz ultravioleta e baixa tensão de oxigênio, promove a oxidação da mioglobina formando a metamioglobina, de coloração marrom, indesejável. Nos atuns esse fenômeno de perda de qualidade é conhecido por *Burnt tuna*, dados estes comprovados neste estudo, onde os peixes abatidos pelo método tradicional apresentaram baixos valores de  $a^*$ .

Segundo Nóbrega et al., (2014) o teor de vermelho ( $a^*$ ) é considerado um parâmetro muito importante na avaliação da qualidade da carne dos atuns, afinal subjetivamente o classificador consegue distinguir as diferentes tonalidades de vermelho para classificar o atum. O autor classifica um atum como de ótima qualidade, aqueles com valores de  $a^*$  entre 12 a 30. Neste estudo, os peixes abatidos por choque térmico apresentaram média de 14,30 para teores de  $a^*$ . Estando portanto enquadrado nesta categoria.

Para o teor de amarelo (b\*), houve diferença significativa entre os métodos de abate, com maiores valores para os peixes abatidos pelo método tradicional (11,66), não havendo diferença entre as espécies analisadas. Scherer et al., (2005) avaliando a influência dos métodos de abate na qualidade da carpa capim, afirmaram que animais submetidos a altos níveis de atividade antes do abate, têm um aumento no teor de amarelo (b\*) da carne. Este comportamento também foi verificado no presente estudo, isto pode ser explicado pelo fato dos atuns serem peixes com grande capacidade natatória. Assim, no método de abate tradicional, no momento do embarque até o abate os peixes passam por elevado nível de estresse sob o convés da embarcação.

As amostras de *T. albacares* abatidas por choque térmico demonstraram maior capacidade de retenção de água (CRA), quando comparadas com as amostras da mesma espécie abatida pelo método tradicional, já para a espécie *T. obesus* não houve diferença, possuindo a mesma capacidade de reter água. A capacidade de retenção de água (CRA) é a habilidade da carne em reter a água contida em sua estrutura. Para o consumidor, essa característica está relacionada com o aspecto antes e durante a cocção e com a palatabilidade do produto final e é dependente, entre outros fatores, do pH, da força iônica e pressão osmótica (OLIVO, 2004). Segundo Carneiro et al. (2013), com o aumento do pH no músculo as proteínas se afastam do seu ponto isoelétrico, resultando em aumento da carga líquida negativa e, conseqüentemente, aumento da repulsão eletrostática entre elas, que favorece a retenção de água no produto.

Os resultados encontrados por Viegas et al., (2012), corroboram com este estudo, segundo os autores, no pescado submetido a estresse pré-abate são observadas modificações indesejáveis como maciez excessiva, o aumento na incidência de *gaping* e diminuição da capacidade de retenção de água.

Na cocção, os exemplares dos peixes abatidos pelo método de abate tradicional demonstraram uma perda de peso em média 6% maior que às amostras abatidas por choque térmico, considerando o peso médio das espécies isso pode representar uma perda significativa. A perda de peso pós cocção é influenciada negativamente pela capacidade de retenção de água (BOUTON et al., 1971). Segundo Freire et al., (2016), no processo de cocção várias características são alteradas, como os teores de gordura e umidade, influenciando no rendimento final.

A força de cisalhamento, quem indica a consistência da carne, foi mais elevada para às amostras abatidas pelo método do choque térmico em relação a carne dos peixes abatidos pelo método tradicional. Segundo Bainy et al. (2015), a textura está diretamente

ligada ao pH, quanto menor o pH mais rígida será a carne, pois com a acidez do pH ocorre a desnaturação das proteínas, diminuindo a capacidade de retenção de água, resultando em uma carne mais rígida. Como pode ser visto na Tabela 3, onde a capacidade de retenção de água teve uma correlação positiva, com a força de cisalhamento.

Na tabela 3, são encontrados os coeficientes de correlação ( $r$ ) entre todas as variáveis. A temperatura final, teve correlação significativa com todas as variáveis de qualidade com exceção da força de cisalhamento. Isso significa que a temperatura final é um dos principais fatores para conservação da qualidade dos atuns capturados nas embarcações artesanais, e o abate através do choque térmico consegue baixar significativamente a temperatura dos peixes antes do armazenamento.

Como já é de conhecimento científico, o pH de uma amostra possui influência direta na maioria dos parâmetros de qualidade da mesma (GONÇALVES, 2011). Neste estudo, o pH teve uma relação significativa com as coordenadas de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), capacidade de retenção de água e perda de peso na cocção (Tabela 6).

**Tabela 3-** Valores e correlação (r) das variáveis observadas relacionadas à qualidade dos atuns.

Variáveis	Temp. Inicial	Temp. Final	pH	L*	a*	b*	CRA	PPC
Temp. Inicial	-							
Temp. Final	0,23	-						
pH	-0,04	<b>-0,39*</b>	-					
L*	-0,19	<b>0,53**</b>	<b>0,68**</b>	-				
a*	-0,22	<b>0,71**</b>	<b>0,46*</b>	<b>0,62**</b>	-			
b*	-0,09	<b>0,63**</b>	<b>0,51**</b>	<b>0,74**</b>	<b>0,73**</b>	-		
CRA	0,25	<b>-0,47*</b>	<b>0,47*</b>	<b>0,61**</b>	<b>0,54**</b>	<b>0,45*</b>	-	
PPC	-0,37	<b>0,45*</b>	<b>0,52**</b>	<b>0,70**</b>	<b>-0,44*</b>	<b>-0,44*</b>	<b>0,66**</b>	-
FC	0,26	-0,34	0,20	<b>0,61**</b>	<b>0,46*</b>	<b>0,57*</b>	<b>0,48*</b>	<b>0,54**</b>

\* Significância estatística (p<0,05) ; \*\* Significância estatística (p<0,01)

#### 4. CONCLUSÕES

O método de abate tradicional utilizado pelos pescadores artesanais de atuns, através do atordoamento por percussão cerebral, acarreta na baixa qualidade nos parâmetros físicos dos peixes desembarcados. O abate através do choque térmico, é uma alternativa para a melhoria da qualidade dos atuns desembarcados, trazendo maior lucratividade para a atividade.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAINY, E. M, BERTAN, L. C., CORAZZA, M. L. & LENZI, M. K. (2015). Effect of grilling and backing on physicochemical and textural properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish burger. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 5111-5119.

BLOCK, B. A. (1994). Thermogenesis in muscle. *Annual review of physiology*, 56(1), 535-577.

BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effects of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*, v.36, p.435-439, 1971.

CARNEIRO, S.C.; MARSICO, E.T.; RIBEIRO, R.O.R.; CONTE JÚNIOR, C.A.; ALVARES, T.S.; JESUS, E.F.O. (2013) Studies of the effect of sodium tripolyphosphate on frozen shrimp by physicochemical analytical methods and Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF 1H NMR). *LWT - Food Science and Technology*, v.50, p. 401-407.

CAYRÉ, P., & MARSAC, F. (1993). Modelling the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) vertical distribution using sonic tagging results and local environmental parameters. *Aquatic Living Resources*, 6(1), 1-14.

FOSTER, D. G., PARSONS, G. R., SNODGRASS, D., & SHAH, A. (2015). At-sea factors that affect yellowfin tuna grade in the Gulf of Mexico pelagic longline tuna fishery. *Fisheries Research*, 164, 59-63.

FREIRE, B.C.F.; SOARES, K.M.P.; COSTA, A.C.A.A.; SOUZA, A.S.; SILVA, L.K.C.; GÓIS, V.A., BEZERRA, A.C.D.S.; GOMES H.A.N. (2016) Qualidade de camarão (*Litopenaeus vannamei*) minimamente processado. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.10, p.10-15.

FREIRE, C. E. C., & GONÇALVES, A. A. (2013). Diferentes métodos de abate do pescado produzido em aquicultura, qualidade da carne e bem estar do animal. *HOLOS*, 6, 33-41.

GONÇALVES, A. A. (2011). *Parâmetros Físico-químicos do pescado*. In: Gonçalves, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. (pp. 500-512) São Paulo: Ed. Atheneu.

MACHADO, T. M., FURLAN, É. F., NEIVA, C. R. P., CASARINI, L. M., DE PÉREZ, A. C. A., NETO, M. J. L., & TOMITA, R. Y. (2018). Fatores que afetam a qualidade do pescado na pesca artesanal de municípios da costa sul de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(3), 213-223.

NÓBREGA, C. C., MENDES, P. P., & MENDES, E. S. (2014). Factors that determine the quality of bigeye tuna, caught in the western tropical Atlantic Ocean. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66(3), 949-958.

OLIVO, R. (2004). Atualidades na qualidade da carne de aves. *Rev Nac Carne*, 28: 38-50.

QUEIROGA, I. M. B. N.; DA SILVA, J. A.; CAVALHEIRO, J. M. O.; QUEIROGA, R. D. C. R. E.; BATISTA, A. S. M.; BARRETO, T. A. (2014) Qualidade sensorial do camarão *Litopenaeus vannamei* congelado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n. 4, p. 1801-1812.

RAHMANIFARAH, K., SHABANPOUR, B., & SATTARI, A. (2011). Effects of clove oil on behavior and flesh quality of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in comparison with pre-slaughter CO<sub>2</sub> stunning, chilling and asphyxia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(1), 139-147.

ROTH, B., MOELLER, D., VELAND, J. O., IMSLAND, A., & SLINDE, E. (2002). The effect of stunning methods on rigor mortis and texture properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*, 67(4), 1462-1466.

SANCHEZ-ZAPATA, E.; FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.; SAYAS, E.; SENDRA, E.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. (2008) Estudio orientativo para la caracterización colorimétrica de distintos productos de pescado ahumados y seco-salados presentes em el mercado español. *Óptica Pura y Aplicada*, v. 41, n. 3, p. 273-279.

SANTOS, F. L.; AZEREDO, V. B.; MARTINS, A S. A. (2008) Efeito do fornecimento de ração complementada com semente de linhaça sobre os macronutrientes e colesterol em tecidos de camarões da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 4, p. 851-855.

SCHERER, R., AUGUSTI, P. R., STEFFENS, C., BOCHI, V. C., HECKTHEUER, L. H., LAZZARI, R., ... & EMANUELLI, T. (2005). Effect of slaughter method on postmortem changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) stored in icesti. *Journal of food science*, 70(5), C348-C353.

STRASBURG, G. M., & CHIANG, W. (2009). Pale, soft, exudative turkey—The role of ryanodine receptor variation in meat quality. *Poultry Science*, 88(7), 1497-1505.

VIEGAS, E. M., PIMENTA, F. A., PREVIERO, T. D. C., GONÇALVES, L. U., DURÃES, J. P., RIBEIRO, M. A. R. & OLIVEIRA FILHO, P. R. C. D. (2012). Métodos de abate e qualidade da carne de peixe. *Archivos de Zootecnia*, 61 (237), 41-50.

VIRIYARATTANASAK, C., MATSUKAWA, S., HAMADA-SATO, N., WATANABE, M., & SUZUKI, T. (2008). Quantitative measurement of metmyoglobin in tuna flesh via electron paramagnetic resonance. *Food chemistry*, 111(4), 1050-1056.

WARRIS, P.D.(2003) *Ciência de la Carne*. Acribia, Zaragoza, 309p.

**CAPÍTULO III - FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DE ATUNS  
PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO  
OESTE EQUATORIAL**

## **FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DE ATUNS PROVENIENTES DA PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL**

**RESUMO:** O objetivo deste capítulo foi determinar quais fatores afetam a qualidade de atuns oriundos da pesca artesanal capturados no atlântico oeste equatorial, desembarcados no município de Areia Branca – RN. foram realizados 04 embarques, em embarcação artesanal do município de Areia Branca, RN, Brasil, atuante na pesca de atuns e afins. Ao serem embarcados, os peixes vivos eram atordoados por percussão craniana e sangrados por um corte logo abaixo da nadadeira peitoral, a fim que o coração, ainda pulsante, bombeasse o sangue para o exterior. As variáveis analisadas a bordo foram, comprimento furcal, dias de gelo, temperatura inicial, pH inicial e tempo de convés. Ao serem desembarcados os peixes foram levados para o Laboratório de Análises Sensoriais e Instrumentais para o prosseguimento das análises. As variáveis de qualidade analisadas foram, pH, L\*, a\*, b\*, capacidade de retenção de água, perda de peso pós-cocão e força de cisalhamento. A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para verificar quais variáveis são importantes para determinação da qualidade dos atuns. A relação entre as variáveis, foram analisadas através de análises de regressão simples, com correlação de Pearson, a fim de verificar se houve correlação (negativa/positiva) entre as variáveis. Os dois primeiros componentes principais da ACP responderam quase 70% da variância. A ACP reduziu as 12 variáveis analisadas em 2 componentes principais, onde foi visto que as variáveis que são importante na determinação na qualidade dos atuns foram, comprimento furcal, dias de gelo e tempo de convés. Ainda foi vista a forte correlação (positiva/negativa) dessas variáveis com os parâmetros de qualidade analisados.

**Palavras-chave:** manejo a bordo; armazenamento; atuns e afins

## **FACTORS THAT AFFECT TUNA QUALITY CAUGHT ON AGGREGATED SCHOOLS IN THE WESTERN EQUATORIAL ATLANTIC**

**ABSTRACT:** The objective of this chapter was to determine which factors affect the quality of tuna originating from artisanal fisheries caught in the equatorial western Atlantic, landed in the municipality of Areia Branca - RN. 04 shipments were carried out, on a wooden boat with 13 meters of total length and with cruising autonomy varying from 15 to 25 days in the municipality of Areia Branca, RN, Brazil, active in tuna fishing and the like. When being loaded, the live fish were stunned by cranial percussion and bled by a cut just below the pectoral fin, so that the heart, still beating, could pump blood to the outside. The variables analyzed on board were, furcal length, ice days, initial temperature, initial pH and deck time. When the fish were landed, they were taken to the Laboratory of Sensory and Instrumental Analysis for further analysis. The quality variables analyzed were, pH, L \*, a \*, b \*, water retention capacity, post-cook weight loss and shear strength. Principal component analysis (PCA) was used to verify which variables are important for determining the quality of tuna. The relationship between the variables were analyzed using simple regression analyzes, with Pearson's correlation, in order to verify if there was a correlation (negative / positive) between the variables. The first two main components of the ACP accounted for almost 70% of the variance. The ACP reduced the 12 variables analyzed into 2 main components, where it was seen that the variables that are important in determining the quality of the tuna were, furcal length, ice days and deck time. The strong correlation (positive / negative) of these variables was also seen with the quality parameters analyzed.

**Key words:** handling on board; storage; tunas and the like

## 1. INTRODUÇÃO

A contribuição da pesca artesanal para a produção pesqueira nacional tem apresentado uma tendência de aumento desde 1980. As estatísticas pesqueiras demonstram que sua participação nos desembarques nacionais é hoje equivalente, ou até maior, que a pesca empresarial/industrial em volume de produção (RAMIRES et al., 2018).

A grande preocupação nas pescarias artesanais, é a qualidade e inocuidade do pescado a ser ofertado. Nesta pescaria, a conservação é feita exclusivamente através da utilização de gelo, onde se busca uma temperatura interna nos peixes próximo a 0°C. Apesar de eficiente, para peixes de grande tamanho este método se torna questionável, uma vez que quanto maior o diâmetro corporal do peixe, maior será o tempo necessário para atingir a temperatura interna desejável, podendo ocasionar perdas de qualidade no pescado durante o armazenamento (MACHADO et al., 2018).

A qualidade da carne dos atuns depende de múltiplos fatores relacionados com sua captura e posterior manipulação (NÓBREGA et al., 2014; FOSTER et al., 2015). Para produzir a carne almejada pelo consumidor tem-se a necessidade de executar um planejamento cuidadoso que engloba toda estrutura de pesca, beneficiamento a bordo, processamento no entreposto, além das operações de logística para distribuição e comércio.

Diante do exposto, este capítulo tem como objetivo determinar quais são os fatores, que têm influência na qualidade dos atuns, provenientes da pesca em barcos artesanais do município de Areia Branca – RN.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

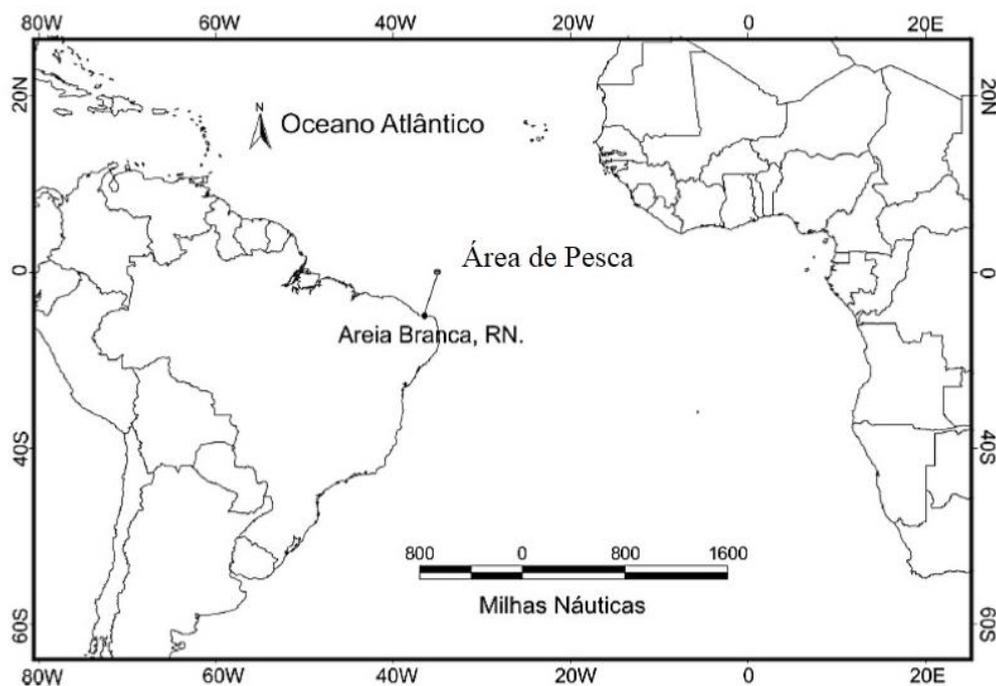
### 2.1 Coleta de amostras e dados

A coleta de amostras e dados foi realizada *in loco*, para isso, foram realizados embarques, em embarcação pesqueira com casco de madeira, de 13 metros de comprimento total e com autonomia de cruzeiro variando de 15 a 25 dias do município de Areia Branca, RN, Brasil, atuante na pesca de atuns e afins (Figura 1).



**Figura 1-** Embarcação atuante na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. Fonte: Arquivo pessoal.

Ao todo foram realizados 04 embarques, com estadia média de 15 dias, onde a embarcação realizava sua atividade pesqueira a 4.000 m de profundidade a 0° de latitude e 35° de longitude, à 323 milhas náuticas (520 km) de distância da terra (Mapa 1).



**Mapa 1-** Localização da área de pesca no Atlântico Oeste Equatorial e do cais pesqueiro no Município de Areia Branca, RN (Adaptado de Silva et al., 2013).

Ao serem embarcados, os peixes vivos eram atordoados por percussão craniana e sangrados por um corte logo abaixo da nadadeira peitoral, a fim que o coração, ainda pulsante, bombeasse o sangue para o exterior.

## 2.2 Variáveis a bordo

Para as análises de qualidade, foram utilizados peixes capturados do primeiro ao último dia de atividade de pesca. Sendo escolhidos peixes de tamanhos variados (40 cm – 190 cm), das espécies Albacora laje (*Thunnus albacares*) (n=40) e Albacora bandolim (*Thunnus obesus*) (n=40).

### 2.2.1 Comprimento furcal (CF)

Logo após a captura do peixe, eram realizadas a identificação da espécie com o auxílio de literatura especializada e biometria com o auxílio de um paquímetro de 2 m alcance e precisão de 1 cm, para a obtenção do comprimento furcal,

### 2.2.2 Tempo no convés

O tempo (minutos) em que cada peixe ficou no convés da embarcação, até o momento em que foram armazenados nas urnas, foi cronometrado, com auxílio de cronometro digital.

### 2.2.3 *Temperatura inicial*

Foi verificada a temperatura corporal de todos os peixes, no momento em que eram embarcados com auxílio de termômetro de espeto. O termômetro era inserido na base da nadadeira peitoral (Figura 2).



**Figura 2-** Verificação da temperatura corporal, no momento em que o peixe foi embarcado. Fonte: Arquivo pessoal.

### 2.2.4 *pH inicial*

O potencial hidrogeniônico (pH) foi verificado após o abate dos peixes, por meio de potenciômetro digital (HANNA©) acoplado a um eletrodo de penetração, inserido no músculo do peixe, na base da nadadeira peitoral (Figura 3).



**Figura 3 -** Verificação do pH inicial após o abate. Fonte: Arquivo pessoal.

### **2.2.5 Dias de gelo**

Após a coleta dos dados das variáveis a bordo os peixes foram etiquetados, identificados, numerados e catalogados separadamente e, em seguida, foi feito o procedimento padrão de acondicionamento do pescado, em urnas térmicas com a utilização de gelo em escama para conservação até o dia do desembarque.

Após o desembarque, os peixes etiquetados eram separados, acondicionados em caixas isotérmicas com gelo na proporção 1:1 (gelo/peixe) e levados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), para o prosseguimento das análises.

## **2.3 Análises físicas**

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Análises Sensoriais e Instrumentais de Carnes – LANIS, da UFERSA, no mesmo dia em que os peixes foram desembarcados, através de corte na região caudal, foi retirado um fragmento da musculatura com formato de meia posta.

### **2.3.1 pH final**

O potencial hidrogeniônico (pH) foi realizado em triplicata por meio de potenciômetro digital (HANNA©) acoplado a um eletrodo de penetração, inserido no músculo do peixe (Figura 4).



**Figura 4** -Potenciômetro digital acoplado a um eletrodo de penetração. Fonte: Autoria própria.

### **2.3.2 Cor**

A medida da cor foi realizada em triplicata em diferentes pontos da amostra utilizando-se o espectrofotômetro portátil (MINOLTAC©), programado com o sistema CIELab, onde foram mensurados, os parâmetros, L\* correspondente à luminosidade, a\* ao teor de vermelho e b\* ao teor de amarelo (Santos et al., 2008).

### 2.3.3 Capacidade de retenção de água (CRA)

Para medir a capacidade de retenção de água, foi utilizada a metodologia proposta por Hamm (1960), com algumas modificações, foi feita a medição de perda de água liberada ao aplicar uma pressão sobre o tecido muscular. Para isso, foram pesados cubos de carne de 2 g, e postos entre dois papéis de filtro e estes entre duas placas de acrílico. Em seguida, aplicou-se um peso de 5 kg. Após cinco minutos, foi retirado o papel filtro, contendo a amostra e água liberada e a amostra de carne após a pressão foi novamente pesada (Figura 5). A CRA foi calculada segundo a equação 1.

#### Equação (1)

$$\text{CRA} = 100,00 - \text{Água livre (g/100g)}$$

$$\text{Água livre (g/100g)} = \frac{\text{g de Água livre} \times \text{umidade (g/100g)}}{\text{g da amostra}}$$

Onde :

- g da Água livre =  $m_i - m_f$
- $m_i$  = massa inicial da carne
- $m_f$  = massa final da carne



**Figura 5**-Procedimento para obtenção da capacidade de retenção de água.

### **2.3.4 Perda de peso pós cocção (PPC)**

Para perda de peso pós cocção (PPC) foram utilizadas amostras de aproximadamente 30 gramas, embaladas individualmente em folhas de papel alumínio, dispostas em uma chapa pré-aquecida a 170°C até atingir temperatura de 71°C no centro geométrico das amostras, que foi verificada com auxílio de termômetro digital de penetração. Logo após a cocção as amostras foram secas com auxílio de papel toalha e a PPC determinada e expressa em porcentagem através da diferença de peso (inicial e final) (Warris, 2003). A PPC foi calculada segundo a equação 2:

#### **Equação (2)**

$$P_i - P_f = \frac{P_r}{P_i} \times 100$$

Onde:

- $P_i$  = Peso inicial
- $P_f$  = Peso final
- $P_r$  = Peso residual

### **2.3.5 Força de cisalhamento (Textura)**

As amostras usadas para a PPC foram as mesmas utilizadas para a análise de força de cisalhamento (FC), para a determinação da FC através do texturômetro foram retiradas 2 amostras por porção, com auxílio de um bisturi, no sentido das fibras, no formato de paralelepípedos com 1 x 2 x 1 cm.

A força de cisalhamento foi registrada em texturômetro (Figura 6) (TEXTURE ANALYZER TA-XT-125), acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler (HDP/WBV) com as seguintes configurações: velocidade de pré-teste: 2,0m/s; velocidade do teste: 3,0 m/s; distância percorrida pela lâmina, após ter atingido a parte superior da amostra: 20 mm; velocidade de pós-teste: 10m/s, configurações para uma amostra de 1,5 de altura. Os resultados foram expressos em gramas obtidos pelas médias de força máxima de ruptura das amostras.



**Figura 6-** Texturômetro utilizado para identificar a força de cisalhamento das amostras de atuns.

#### **2.4 Análises estatísticas**

Realizou-se uma Análise de Componentes Principais (ACP) extraindo fatores ao levar em consideração o critério Kaiser para autovalores (Eigenvalues). O nível de significância estabelecido foi de 5%. A relação entre as variáveis foi verificada através do teste de correlação de Pearson e quando os dados não assumiram distribuição normal, por Spearman.

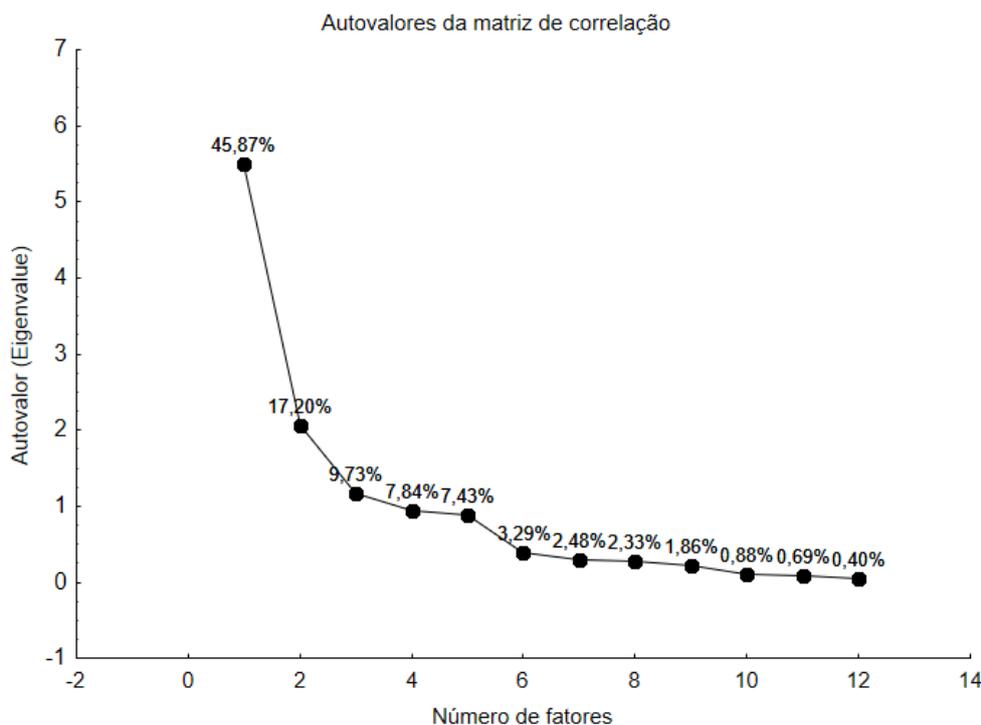
### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os dois primeiros fatores explicaram 63,08% da variação total, demonstrando que a técnica de componente principal foi efetiva para simplificar o julgamento das características de qualidade da carne dos atuns (Tabela 1). Resultado semelhante ao encontrado por Barbosa et al. (2006), que utilizaram a análise de componentes principais para simplificar a avaliação de parâmetros de qualidade da carne em suínos, verificando que os três primeiros componentes explicaram 67% da variação total. Esses autores concluíram que a técnica de componentes principais é um procedimento muito efetivo na avaliação da qualidade da carne.

**Tabela 1-** Quantidade de fatores, autovalores, porcentagem da variância explicada pelos componentes (%) nas características de qualidade da carne dos atuns.

Fatores	Autovalor (Eigenvalue)	Variância total (%)	Autovalor acumulado	% acumulada
<b>CP1</b>	<b>5,505</b>	<b>45,873</b>	<b>5,505</b>	<b>45,873</b>
<b>CP2</b>	<b>2,063</b>	<b>17,195</b>	<b>7,568</b>	<b>63,068</b>
CP3	1,168	9,731	8,736	72,799
CP4	0,940	7,837	9,676	80,636
CP5	0,891	7,428	10,568	88,065
CP6	0,395	3,288	10,962	91,352
CP7	0,297	2,478	11,260	93,831
CP8	0,279	2,328	11,539	96,159
CP9	0,224	1,863	11,763	98,022
CP10	0,106	0,883	11,869	98,904
CP11	0,083	0,694	11,952	99,598
CP12	0,048	0,402	12,000	100,000

Como os dois primeiros fatores gerados a partir desta análise que tem autovalores  $> 1$  ( $\lambda_i > 1$ ) (Kaiser, 1958; FRAGA, et al., 2015) foram responsáveis por 63,08% da variância total no conjunto de dados, determinou-se o número de componentes principais. Os dois CP's foram retidos, com o auxílio do *screeplot*, que apresenta estabilização dos autovalores após o segundo ponto (Gráfico 1) e estão apresentados na Tabela 5. Portanto, com a seleção dos componentes principais, a redução da dimensão de 12 variáveis originais para 2 componentes principais é bastante plausível e resume efetivamente a variância amostral total, podendo estes serem utilizados para o estudo do conjunto de dados.



**Gráfico 1-** *Scree plot* dos autovalores da matriz de correlação.

Foram consideradas relevantes as variáveis que apresentaram valor absoluto superior a 0,6 (Tabela 2). Variáveis com mesmo sinal atuam de forma direta, ou seja, quando o valor aumenta, o valor da outra aumenta, ou vice-versa, e aquelas com sinais contrários atuam de forma inversa, ou seja, quando o valor de uma aumenta, o valor da outra diminui. As variáveis que apresentaram maior poder discriminatório em CP1 foram: Dias no gelo (-0,89), pH final (0,83), L\* (-0,63), a\*(0,81), CRA (0,86), PPC (-0,84) e FC (0,82). Dessa forma, ficou evidente o contraste (presente na Tabela 2) entre Dias no gelo, L\* e PPC com pH final, a\*, CRA e FC.

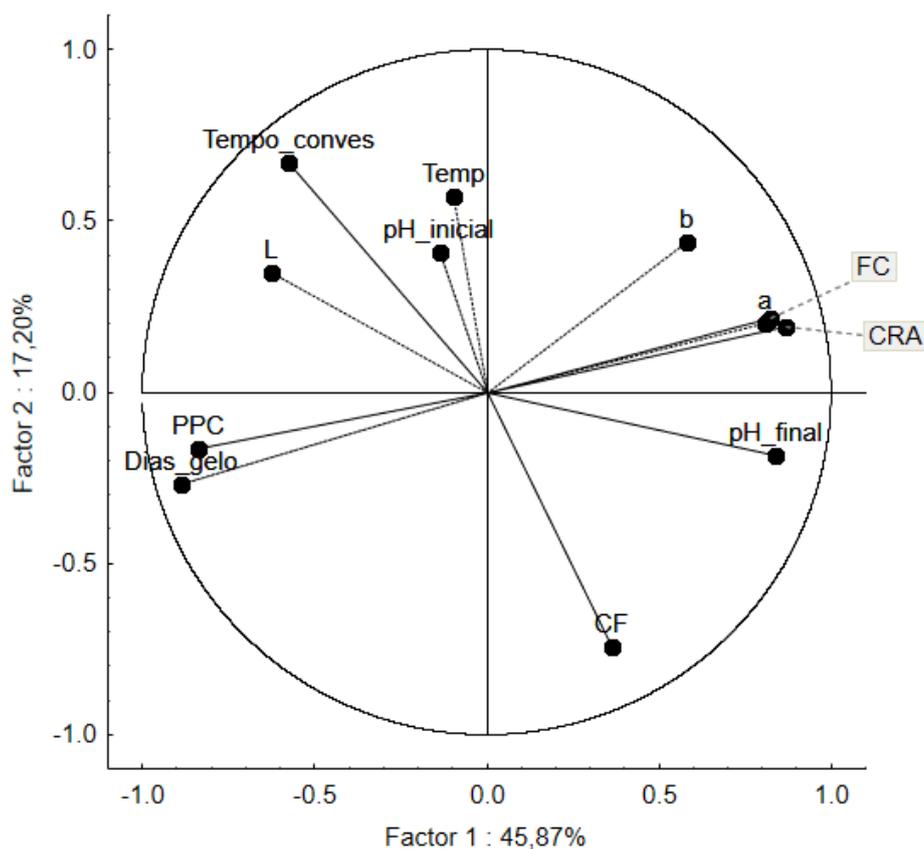
**Tabela 1** - Coeficientes de correlações das variáveis com os dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2.

Variável	CP1	CP2
CF	0,362550	<b>-0,741625*</b>
pH_inicial	-0,136053	0,407167
Temp	-0,094947	0,570944
Dias_gelo	<b>-0,889526*</b>	-0,271066
Tempo_convés	-0,577788	<b>0,669945*</b>
pH_final	<b>0,838605*</b>	-0,186994
L*	<b>-0,625263*</b>	0,349254
a*	<b>0,809603*</b>	0,200207
b*	0,583325	0,437663
CRA	<b>0,867711*</b>	0,191862
PPC	<b>-0,835695*</b>	-0,163473
FC	<b>0,824303*</b>	0,217343

\*Valores acima de 0,6.

Para o CP2, ficou evidente o contraste (presente na Tabela 2) entre as variáveis, comprimento furcal – CF (-0,74) e Tempo no convés (0,67), de modo que quanto menor o peixe, maior foi o tempo de espera no convés, até a evisceração e armazenamento.

Assim, essas variáveis em destaque nos dois primeiros componentes principais CP1 e CP2 (Tabela 2) são consideradas importantes para qualidade da carne de atuns, oriundos da pesca artesanal em cardume associado.



**Gráfico 2-** Gráfico bidimensional dos CP1 e CP2. Fonte: Arquivo pessoal.

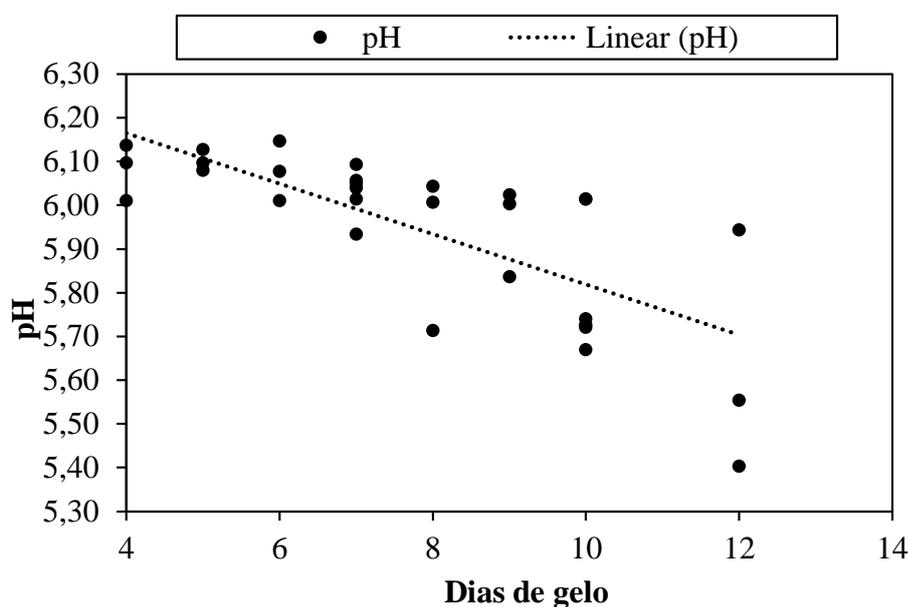
Existem correlações (Tabela 3), entre as variáveis Dias no gelo e PPC; além de FC, CRA e a\* pois formaram ângulos agudos entre as variáveis. Não existe correlação entre a variável: CF com as variáveis Dias no gelo e PPC. A variável CF também não se correlaciona com as variáveis FC, a\*, CRA e pH final. Isso pode ser constatado pelos ângulos próximos de 90° (Gráfico 2). Ainda CF pouco se correlacionou com demais variáveis e apresentou uma relação inversa ao tempo de convés (Tabela 3).

Nóbrega et al. (2014) observaram que os dias de armazenamento, tamanho do peixe e embarque vivo ou morto foram fatores que mais afetaram na qualidade da carne do atum em barcos industriais. Para os autores, um atum com boa qualidade da carne, é aquele que possui carne de cor vermelha intensa, brilhante, suave, com transparência uniforme e textura firme. As variáveis associadas aos CP's, demonstraram uma resposta concreta para análise de qualidade dos atuns.

A variável dias de gelo, teve correlação significativa com todas as variáveis de qualidade, se mostrando um fator determinante para a qualidade dos atuns oriundos da

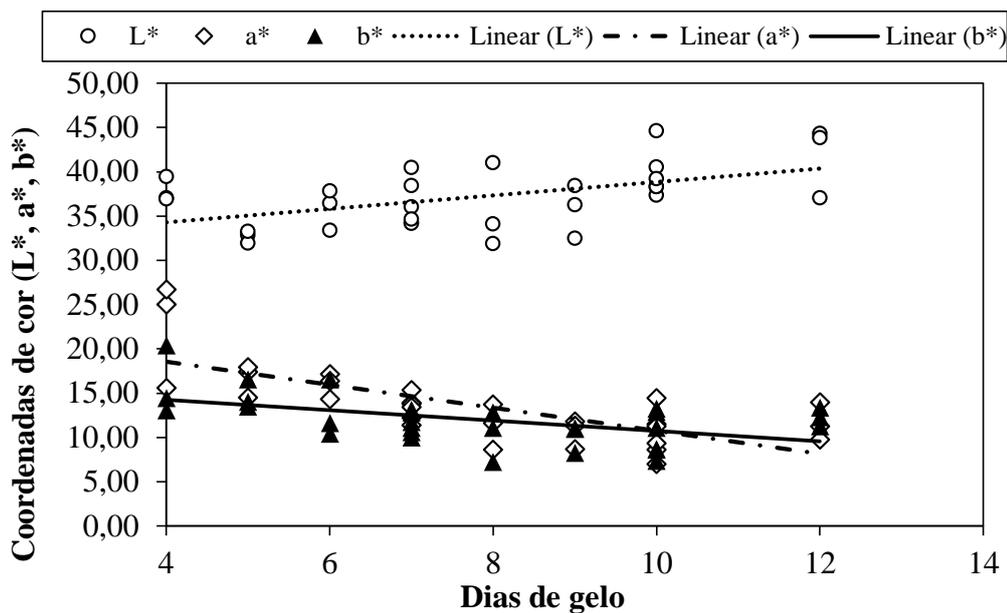
pesca artesanal. Como pode ser visto na Figura 7, onde a variável influenciou negativamente no pH final do atum, com a diminuição nos valores de pH conforme o aumento do tempo de armazenamento. Da mesma forma ocorreu com o teor de vermelho (a\*), capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC) (Figuras, 8, 9 e 10).

Foi visto um decréscimo significativo do pH durante o armazenamento, comportamento contrário ao encontrado por Rebouças et al., (2017) e Soares & Gonçalves (2012), onde verificaram aumento do pH em peixes e crustáceos durante o armazenamento. Isto pode ser explicado pelo fato de que nas pescarias artesanais de cardume associado a arte de pesca utilizada é a linha de mão, vara e corrico onde os peixes passam pouco tempo fígados, sendo logo embarcados, já em pescarias que utilizam o espinhel como arte de pesca os peixes podem ficar fígados no mar por um maior período de tempo podendo descansar e ter a volta do pH ao normal, como visto por Foster et al., (2015).

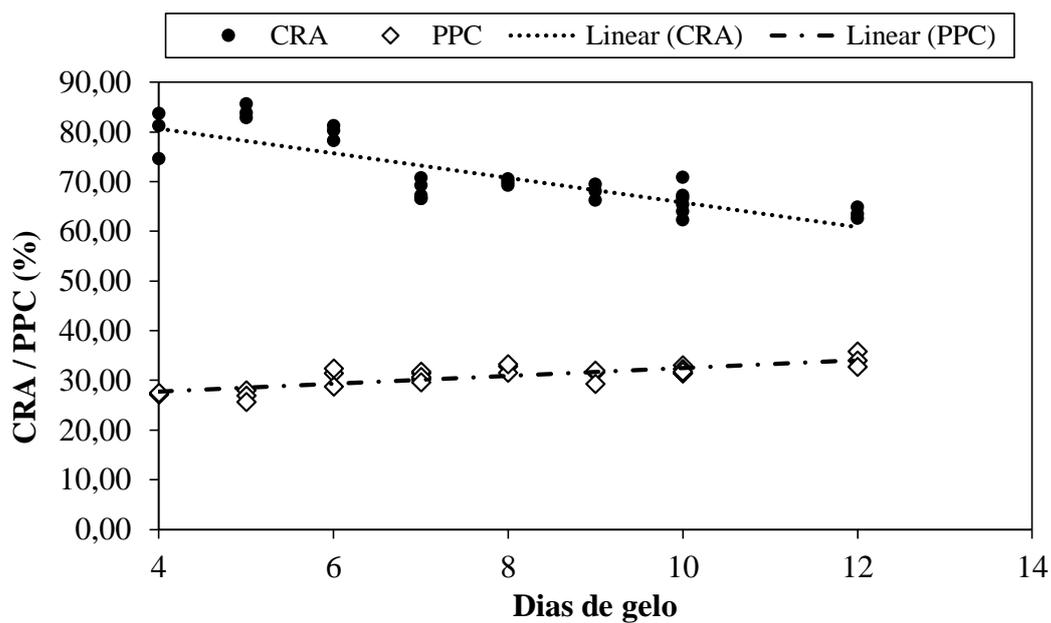


**Figura 7** - pH observado (símbolo) e sua tendência (linha) para os atuns em relação aos dias de gelo.

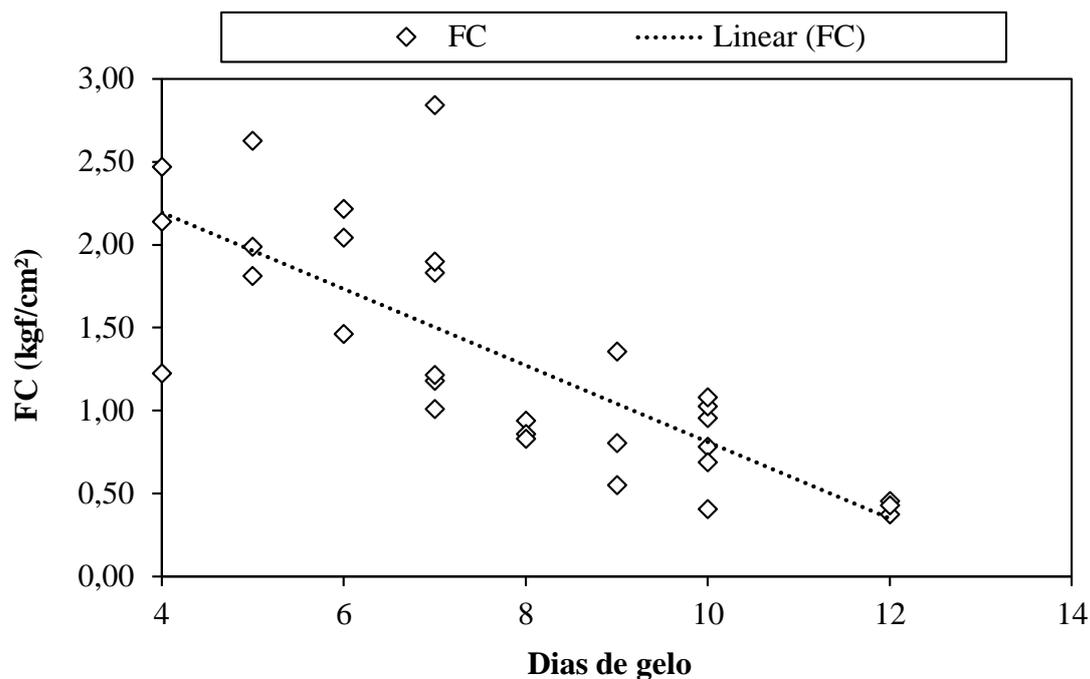
Segundo Foster et al. (2015), os dias de armazenamento em gelo até o desembarque, é um fator crucial na qualidade dos atuns. Os autores verificaram que a cada dia a mais que o peixe permanecia nas urnas frigoríficas das embarcações, a qualidade do mesmo era reduzida em 14%.



**Figura 8** – Coordenadas de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) (símbolos) e suas tendências (linhas) para os atuns em relação aos dias de gelo.



**Figura 9** – Capacidade de retenção de água e perda de peso pós cocção (símbolos) e suas tendências (linhas) para os atuns em relação aos dias de gelo.



**Figura 10-** Força de cisalhamento (símbolo) e sua tendência (linha) para os atuns em relação aos dias de gelo.

Os mestres pescadores, devem estar atentos a produção diária e a quantidade de peixes a bordo, ao tomar decisões sobre a duração de um cruzeiro pesqueiro. De acordo com nosso estudo, a qualidade do pescado no gelo, diminui continuamente durante a viagem. Para maximizar o lucro de uma pescaria, os pescadores devem considerar a produção diária e estimar produções futuras e avaliar a viabilidade em relação à perda da qualidade do pescado já armazenado. Se a produção cair durante uma viagem, possivelmente é mais lucrativo encerrar a viagem, assim maximizando o valor do pescado desembarcado.

O comprimento furcal (CF) teve correlação negativa com o teor de luminosidade ( $L^*$ ), com valor médio de 37,17 (variação: 31,90 – 44,65, DP: 3,54), com os menores peixes apresentando os maiores valores de  $L^*$ . Segundo Brill (1987), o atum pequeno, como a maioria dos organismos pequenos, tem taxas metabólicas mais altas que o atum grande e pode passar por níveis mais elevados de estresse durante a captura. O aumento do valor de  $L^*$  em amostras de atum é um forte indicativo da síndrome do atum queimado, onde os peixes apresentam carne de cor pálida, característica de um alto teor de luminosidade.

Foster et al., (2015), relatam que os atuns possuem uma capacidade de regular a temperatura corporal acima da temperatura ambiente. Segundo os mesmos autores, uma

vantagem de ter uma temperatura elevada é o aumento da taxa de recuperação após exercícios exaustivos, por conta da razão área/superfície, a capacidade de termorregulação de um atum pequeno é menor quando comparada a outro maior, sendo refletida em uma menor taxa de recuperação após estresse. Podendo também explicar o fato dos atuns maiores possuírem uma qualidade superior aos menores.

Também houve uma forte correlação negativa entre o comprimento furcal (CF) e o tempo de convés, com valor médio de 23 minutos (variando: 10 – 35 minutos, DP: 7,5), ou seja, quanto menor o peixe maior foi o tempo de permanência no convés até o armazenamento. Isso pode ser explicado pelo maior valor comercial de peixes maiores, fazendo com sua estadia no convés fosse rápida. Schroeder e Castelo (2007) em caracterização da pesca de atuns em cardume associado, constataram que o valor comercial de peixes maiores (acima de 12kg) é em média R\$ 22,00/kg, enquanto peixes menores custam metade do preço (R\$ 11,00/kg). Para não perder a qualidade do pescado, os peixes maiores que possuíam maior possibilidade de venda para o mercado externo, logo após a captura eram rapidamente abatidos, eviscerados e armazenados. Já os peixes de pequeno porte, cujo o valor de mercado é menor, demoram mais tempo no convés, até o armazenamento.

Os peixes pequenos demoraram mais tempo expostos no convés, com mais de 40 minutos, já os peixes maiores permaneciam no máximo 15 minutos até serem levados ao armazenamento. O tempo no qual o peixe fica no convés da embarcação até o armazenamento apresentou correlação negativa com o pH final dos peixes, com média de 5,94 (variação: 5,55 – 6,20, DP: 0,18),  $a^*$  com média de 13,62 (variação: 6,99 – 26,70, DP: 4,35), FC com média de 1,32 (variação: 0,38 – 2,47, DP: 0,73) e correlação positiva com  $L^*$ . A região onde a pescaria é realizada, o atlântico oeste equatorial, é uma área característica de clima quente, podendo atingir temperaturas superiores à 35°C, peixes que permanecem expostos por longos períodos de tempo a altas temperaturas podem estar propícios a uma rápida perda de qualidade. Assim, sendo imprescindíveis a adoção de práticas de manuseio a bordo que acelerem o processamento pós-captura, como por exemplo o imediato armazenamento do pescado logo após seu embarque.

**Tabela 2** - Valores de correlação rs entre as diferentes variáveis estudadas. Fonte: Dados do Autor.

Variáveis	CF (cm)	pH inicial	Temp. Inicial	Dias no gelo	Tempo no convés	pH	L*	a*	b*	CRA	PPC
pH inicial	-0,240										
Temp. Inicial	-0,220	0,217									
Dias no gelo	-0,017	0,001	0,033								
Tempo no convés	<b>-0,756*</b>	0,154	0,337	0,303							
pH final	0,280	-0,040	0,001	<b>-0,794*</b>	<b>-0,500*</b>						
L*	<b>-0,394*</b>	0,116	-0,015	<b>0,476*</b>	<b>0,371*</b>	-					
a*	0,278	-0,061	-0,089	<b>-0,776*</b>	<b>-0,469*</b>	<b>0,477**</b>	-0,317				
b*	0,086	0,019	0,336	<b>-0,467*</b>	-0,099	<b>0,484*</b>	0,018	<b>0,718*</b>			
CRA	0,207	-0,047	0,038	<b>-0,820*</b>	-0,360	<b>0,656*</b>	<b>-0,653*</b>	<b>0,631*</b>	0,329		
PPC	-0,021	-0,030	-0,013	<b>0,755*</b>	0,295	<b>-0,711*</b>	<b>0,421*</b>	<b>-0,553*</b>	-0,347	<b>-0,604*</b>	
FC	0,020	0,032	-0,045	<b>-0,832*</b>	<b>-0,364*</b>	<b>0,786*</b>	<b>-0,398*</b>	<b>0,609*</b>	<b>0,366*</b>	<b>0,588*</b>	<b>-0,754*</b>

\* Significância estatística ( $p < 0,05$ )

#### 4. CONCLUSÕES

O tempo em que os peixes ficam no convés das embarcações até o armazenamento, e a quantidade de dias que os atuns ficam armazenados nas urnas das embarcações durante a pescaria, são fatores cruciais para determinação da qualidade dos mesmos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, L.; LOPES, P. S.; REGAZZI, A. J.; GUIMARÃES, S. E. F.; TORRES, R. D. A. (2006) Avaliação de características de qualidade da carne de suínos por meio de componentes principais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1639-1645.

BRILL, R. (1987) On the standard metabolic rates of tropical tunas, including the effect of body size and acute temperature change. *Fish Bull.* v. 85, n. 1, p. 25–35.

FOSTER, D. G.; PARSONS, G. R.; SNODGRASS, D.; SHAH, A. (2015) At-sea factors that affect yellowfin tuna grade in the Gulf of Mexico pelagic longline tuna fishery. *Fisheries Research*, v. 164, p. 59-63.

FRAGA, A.B.; SILVA, F.L.; HONGYU, K.; SANTOS, D.D.S.; MURPHY, T.W.; LOPES, F.B. (2015) Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein × Zebu cows. *Trop Anim Health Prod.*, p. 1- 6.

HAMM, R. (1960) Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research*, Cleveland, v. 10, n. 2, p. 335-443.

KAISER, H. F. (1958) The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, v. 23, n. 3, p. 187-200.

MACHADO, T.M.; FURLAN, E.F.; NEIVA, C.R.P; CASARINI, L.M.; ALEXANDRINO DE PÉREZ, A.C; LEMOS NETO, M.J.; TOMITA, R.Y. (2018) Fatores que afetam a qualidade do pescado na pesca artesanal da costa sul de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 36, p. 213-223.

NÓBREGA, C. C.; MENDES, P. P.; MENDES, E. S. (2014) Factors that determine the quality of bigeye tuna, caught in the western tropical Atlantic Ocean. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 66, n. 3, p. 949-958.

RAMIRES, M., CLAUZET, M., ROTUNDO, M. M., & BEGOSSI, A. (2018). A pesca e os pescadores artesanais de Ilhabela (SP), Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38(3), 231-246.

REBOUÇAS, L. O. S., FIGUEIREDO, J. P. V., MESQUITA, A. C. N., JÚNIOR, J. S., ASSIS, A. P. P., CAMPÊLO, M. C. S., ... & LIMA, P. O. (2017). Qualidade física e sensorial da tilápia (*Oreochromis niloticus*) cultivada em ambiente de água doce e salgada. *Boletim de Indústria Animal*, 74(2), 116-121.

ROOB, D. H. F.; KESTIN, S. C.; WARRIS, P. D. (2000) Muscle activity at slaughter: I. Changes in flesh colour and gaping in rainbow trout. *Aquaculture*, v. 182, p. 261-269.

SANTOS, F. L.; AZEREDO, V. B.; MARTINS, A S. A. (2008) Efeito do fornecimento de ração complementada com semente de linhaça sobre os macronutrientes e colesterol em tecidos de camarões da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 4, p. 851-855.

SCHROEDER, F.A. e CASTELLO, J.P. (2007) “Cardume associado”: nova modalidade de pesca de atuns no Sul do Brasil – descrição e comparação. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences (on-line)*, v. 2, n. 1, p. 66-74.

SOARES, K. M. D. P.; GONÇALVES, A. A. (2012) Qualidade e segurança do pescado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, v. 71, n. 1, p. 1-10.

WARRIS, P.D. (2003) *Ciência de la Carne*. Acribia, Zaragoza, 309p.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É relevante a contribuição deste trabalho para a comunidade pesqueira, visto que a mudança no método de abate e adoção de simples medidas a bordo, como por exemplo o rápido armazenamento do peixe, podem melhorar significativamente a qualidade do pescado desembarcado. Além disso, a utilização dessas práticas durante as pescarias, podem acarretar no aumento de renda para a atividade, fazendo com que o produto receba maior valor de mercado. Sugere-se ainda, que seja feita uma análise sob o enfoque operacional e com base nessa análise, propor melhorias de processo para manutenção da qualidade do atum.

Como os dias de armazenamento é um fator importante para determinação da qualidade dos atuns, os responsáveis pela pescaria, o mestre pesqueiro, ou dono da embarcação têm que avaliar as condições de produção e a quantidade de pescado a bordo, a decisão de fazer um cruzeiro pesqueiro mais curto pode ser vantajosa para a rentabilidade da pescaria.

O abate através do choque térmico é uma alternativa para a melhoria da qualidade dos peixes desembarcados nessa pescaria. A rápida redução da temperatura durante o abate é um fator fundamental para a preservação das características de qualidade dos peixes. Porém torna-se necessário a realização de novos estudos para verificar a viabilidade econômica deste método.