



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMEN-
TO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

ALANA VANESSA SOUZA DO VALE

**TEMPO DE RESFRIAMENTO DOS ATUNS CAPTURADOS NA PESCA DE
CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE TROPICAL**

MOSSORÓ

2024

ALANA VANESSA SOUZA DO VALE

**TEMPO DE RESFRIAMENTO DOS ATUNS CAPTURADOS NA PESCA DE
CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE TROPICAL**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Guelson Batista da Silva

MOSSORÓ

2024

©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.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

V149t VALE, ALANA VANESSA SOUZA.
TEMPO DE RESFRIAMENTO DOS ATUNS CAPTURADOS NA
PESCA DE CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE TROPICAL / ALANA VANESSA SOUZA VALE. - 2024.
26 f. : il.

Orientador: GUELSON SILVA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de Pesca, 2024.

1. PESCA ARTESANAL. 2. QUALIDADE DO PESCADO.
3. CARDUME ASSOCIADO. I. SILVA, GUELSON, orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

ALANA VANESSA SOUZA DO VALE

**TEMPO DE RESFRIAMENTO DOS ATUNS CAPTURADOS NA PESCA DE
CARDUME ASSOCIADO NO ATLÂNTICO OESTE TROPICAL**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de pesca.

Defendida em: 24 de outubro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Guelson Batista da Silva, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Nome do Examinador Interno, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Nome do Examinador Externo, Prof. Dr. (UFXYZ)
Membro Examinador

Aos meus avós, (In Memoriam)
Elione Alves Barbosa do Vale e
Francisco Souza do Vale

*Aos meus pais
Antônio Francivagner Barbosa do vale e Ana Patrícia de Souza*

*As minhas irmãs
Paula Viviany Souza do Vale, Ana Valéria Souza do Vale e Ana Livia Souza do Vale*

*E a toda minha família
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente Deus, e segundo aos meus pais, pelo amor incondicional, apoio constante e por acreditarem em mim em cada passo desta jornada. Vocês são minha fonte de inspiração e força, e devo a vocês a realização de mais esta conquista. Obrigada por sempre estarem ao meu lado, amo vocês.

Agradeço as minhas irmãs, pelo companheirismo, carinho, e por sempre estarem ao meu lado nos momentos de alegria e de tristeza. Vocês são minhas melhores amigas, obrigada por cada palavra de incentivo e por compartilharem comigo essa jornada.

Agradeço ao PET de engenharia de pesca, pela oportunidade de crescimento e aprendizado, e a todos os membros e ao tutor, foi uma honra conhecer e conviver com pessoas tão dedicadas e talentosas, cujas amizades levarei comigo para sempre.

Agradeço ao meu orientador, Guelson Batista da Silva, pela orientação, paciência e dedicação ao longo deste trabalho. Seu conhecimento e apoio foram essenciais para a conclusão deste curso.

A todos os colegas que conheci ao longo da graduação e aos professores com quem tive o privilégio de aprender, minha profunda gratidão por cada ensinamento e amizade.

“Toda viagem tem um fim, mas as lembranças do caminho nos acompanham para sempre.”

– Claire Fraser

RESUMO

A pesca e a aquicultura são essenciais para a alimentação e geração de renda em todo o mundo, a crescente demanda por alimentos à base de pescado, está sendo impulsionada pelo crescimento populacional. No Brasil, essas atividades têm papel crucial na nutrição e economia, especialmente no Nordeste, onde predomina a pesca artesanal, representando 75% da produção regional. Técnicas como a pesca de atuns e afins com dispositivos atratores de peixes (FADs) são comuns. Entretanto, a qualidade do pescado é uma preocupação, devido à alta perecibilidade do peixe e suscetibilidade a contaminações. Dessa forma, este estudo visa avaliar o tempo de resfriamento dos atuns capturados na pesca de cardume associado no Atlântico Oeste tropical, considerando fatores que podem influenciar na eficiência do resfriamento. A pesquisa envolveu a análise de 7 exemplares de atuns, sendo 3 *Thunnus albacares* e 4 *Thunnus obesus*, as variações de temperatura interna foram monitoradas durante o armazenamento em urnas isotérmicas. Foi realizada análise de correlação de Pearson para avaliar a relação entre as variáveis: temperatura corporal, pH, tempo no convés, pressão e comprimento furcal e dias no gelo. Os resultados indicaram que a temperatura corporal do peixe, comprimento furcal e dias no gelo, afetaram significativamente o tempo de resfriamento.

Palavras-chave: Pesca artesanal; Qualidade do pescado; Pesca de Cardume Associado.

ABSTRACT

Fishing and aquaculture are essential for food security and income generation worldwide. The growing demand for fish-based products is driven by population growth. In Brazil, these activities play a crucial role in nutrition and the economy, especially in the Northeast, where artisanal fishing predominates, representing 75% of the regional production. Techniques such as tunas fishing with fish aggregating devices (FADs) are common. However, fish quality is a concern due to its high perishability and susceptibility to contamination. Thus, this study aims to evaluate the cooling time of tuna caught in associated school fishing in the tropical Western Atlantic, considering factors that may influence cooling efficiency. The research involved the analysis of 7 tuna specimens, 3 *Thunnus albacares* and 4 *Thunnus obesus*, with internal temperature variations monitored during storage in isothermal containers. A Pearson correlation analysis was conducted to assess the relationship between variables such as initial temperature, pH, time on deck, pressure, fork length, and days on ice. The results indicated that the initial temperature, fork length, and days on ice significantly affected the cooling time.

Keywords: Artisanal fishing; Fish quality; Associated School Fisheries.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mapa do Oceano Atlântico com destaque para os pontos das atividades na pesca de cardume associado na Zona Econômica Exclusiva do Brasil.....16
- Figura 2 – Marca eletrônica LOTEK utilizada para as medições de temperatura e pressão.....17
- Figura 3 – Variação da temperatura interna dos atuns durante o armazenamento em urna isotérmica com gelo na pesca de cardume associado..... 19
- Figura 4 – Correlação de Pearson dos fatores: Pressão, Temperatura, pH, Comprimento furcal, pH inicial, dias no gelo, tempo no convés e temperatura corporal. MOSSORÓ, 2024..... 20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. MATERIAL E METODOS.....	16
4. RESULTADOS.....	18
5. DISCUSSÕES.....	21
6. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

A pesca e a aquicultura seguem desempenhando um papel fundamental na alimentação, nutrição e geração de renda de centenas de milhões de pessoas em todo o mundo (FAO 2016). A crescente demanda por alimentos à base de pescado está sendo impulsionada por vários fatores, incluindo o crescimento populacional contínuo, a globalização que tornou os produtos mais acessíveis e principalmente às suas propriedades nutricionais, pois a carne é rica em ômega-3 e entre seus componentes estão minerais, proteínas e vitaminas B12, B6 e D (FAO, 2022).

No Brasil, o pescado desempenha um papel igualmente crucial na alimentação e nutrição da população, além de ser uma fonte importante de renda para muitas comunidades, com uma extensa costa e uma rica rede de rios e lagos, tornando o Brasil um dos maiores produtores e consumidores de pescado na América Latina. (WAGNER et al., 2023).

No nordeste do Brasil, a atividade pesqueira se concentra na pesca artesanal, que é caracterizada pelo baixo auxílio tecnológico, uso de poucos equipamentos e pequenas embarcações, sendo responsável por aproximadamente 75% da produção da região Nordeste, (F. LUCENA-FRÉDOU, 2021). Nesse contexto, parte da frota artesanal sediada nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará vem desenvolvendo tecnologias de pesca alternativas ao setor, dentre as quais tem se destacado a pesca de atuns e afins em cardumes associados, onde a própria embarcação funciona como dispositivos atratores de peixes, conhecidos mundialmente como FADs – Fish Aggregating Devices (SCHROEDER e CASTELLO, 2007; SILVA et al., 2013; SILVA et al., 2016). Os dispositivos de Agregação de Peixes (FADs) são estruturas flutuantes usadas para atrair peixes, especialmente atuns, devido à tendência natural de muitas espécies marinhas se agregarem em torno de objetos na superfície do mar, utilizados principalmente pela pesca industrial, os FADs aumentam a eficiência das capturas, pois concentram grandes volumes de peixes em áreas específicas, reduzindo o tempo de busca (DAGORN et al. 2013).

As capturas de atum possuem elevado valor comercial em todo o mundo, sendo apreciados tanto em sua forma fresca quanto enlatada (RUIZ-CAPILLAS e MORAL, 2005). A popularização da culinária japonesa no Brasil tem tornado o atum um ingrediente cada vez mais requisitado. Seja em sushis, sashimis ou outras preparações, o atum está presente em diversos estabelecimentos e conquistando paladares de diferentes regiões. Essa tendência, além de impulsionar o mercado, reflete uma mudança nos hábitos alimentares da população, que busca novas experiências gastronômicas (RODRIGUES et al., 2012).

A qualidade do pescado é uma preocupação fundamental na indústria de alimentos, pois os produtos da pesca são altamente perecíveis devido a elevada porcentagem de água intramuscular (cerca de 80%), a presença de muitos compostos azotados de baixa massa molecular, o tipo de proteínas e o baixo teor de tecido conjuntivo, bem como a natureza psicrófila da flora bacteriana, determinam a ocorrência de um conjunto de alterações que são responsáveis pela sua desvalorização ou mesmo rejeição (NUNES et al., 2007). Essas características aliadas ao tamanho do peixe, ao tipo de microbiota contaminante, ao tipo da pesca a que são submetidos, às práticas inadequadas de transporte, preservação e processamento, contribuem para a perda da qualidade pós-captura (ANDRADE et al., 2012).

No caso da pesca de atuns em cardumes associados, a conservação do pescado é de suma importância, pois trata-se de um produto com valor agregado a sua qualidade, tendo seu valor reduzido em caso de má conservação (SILVA et al., 2013). Além disso, uma outra preocupação quanto ao processo de conservação dos atuns é o risco de formação de histamina, que comumente ocorre em peixes da família Scombridae (na qual se encontram os atuns) como resultado da ação bacteriana, (ARNOLD et al., 1980; SEKI et al, 2016).

O congelamento do peixe logo após a captura interrompe a maior parte da ação enzimática, dependendo da temperatura do peixe congelado. No entanto, quando o peixe é posteriormente descongelado, armazenado em condições refrigeradas ou processado, várias reações enzimáticas, como a glicólise (quebra de açúcares), proteólise (quebra de proteínas) e lipólise (quebra de gorduras), continuam a ocorrer e isso também pode levar à perda de qualidade da carne (HUSS, 1995, OEHLENSCHLÄGER e REHBEIN, 2009).

A formação de cristais de gelo durante os processos de congelamento é outra preocupação comum quando se trata de preservar a qualidade dos alimentos, devido a alteração das características sensoriais, tornando o produto menos atraente para o consumo (K. OKUDA, A. KAWAUCHI; K. YOMOGIDA 2020). Outra consequência referente a qualidade do pescado é “síndrome do atum queimado” termo que é utilizado para descrever mudanças na qualidade da carne do atum, caracterizado pela coloração pálida, textura fraca e sabor desagradável, resultando em um produto de baixo valor comercial, prejudicando financeiramente à atividade (FOSTER et al., 2015). Conforme os mesmos autores a síndrome do atum queimado é associada ao tempo de armazenamento a bordo, à idade do peixe e à sua condição vital (vivo ou morto) no momento do embarque. Estudos conduzidos por Cramer et al. (1981) apontaram que a origem desse problema está principalmente associada ao grau de estresse ao qual o atum é submetido durante o processo de captura e abate.

A conservação do pescado depende do resfriamento imediato após a captura, mantendo-o ligeiramente acima do ponto de congelamento, que para os peixes marinhos é cerca de 1°C, temperatura essa que deve ser mantida até o processamento. O gelo é tradicionalmente usado para o pré-resfriamento, porém é necessário um bom contato entre o gelo e o peixe para garantir a eficiência da transferência de calor (GONÇALVES, 2011, pág. 111).

Dessa forma, é importante destacar que, embora existam estudos sobre o resfriamento de atuns, a relação entre todos esses fatores e a qualidade final do produto ainda é pouco explorada. Isso reforça a necessidade de pesquisas mais amplas que considerem todas as variáveis envolvidas na pesca do atum e seus impactos na qualidade do produto.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o tempo de resfriamento dos atuns capturados na pesca de cardume associado no Atlântico Oeste tropical.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar se o tempo de resfriamento dos atuns é suficiente para a manutenção da qualidade;
- Avaliar a influência de variáveis como tamanho do peixe, temperatura corporal, tempo de exposição no convés, tempo de armazenamento em gelo, pH final e pressão interna sobre o tempo de resfriamento de atuns.

3. MATERIAL E METODOS

Os dados foram coletados a partir de um embarque na frota pesqueira sediada em Areia Branca-RN, atuante no Oceano Atlântico Equatorial (Fig. 1) em maio de 2017. A embarcação era do tipo barco motorizado com comprimento total de 14m. Como arte de pesca foram utilizados a linha-de-mão e vara e linha com isca artificial de silicone ou peixe voador. O pescado foi acondicionado com gelo em urnas isotérmicas com capacidade em torno de 4 toneladas de pescado cada. Para o presente estudo, foram utilizados 7 exemplares, sendo 3 *Thunnus albacares* (Albacora laje) e 4 *Thunnus obesus* (Albacora bandolim).

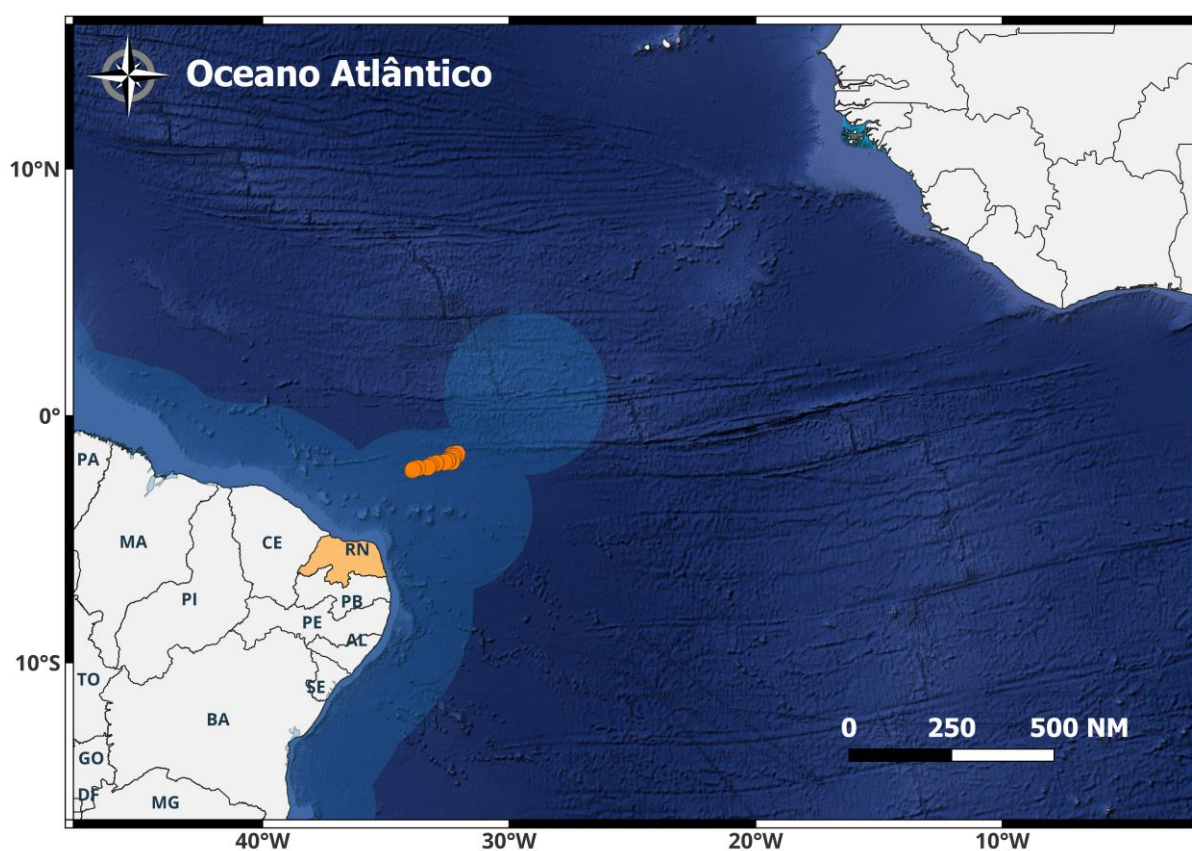


Figura 1. Mapa do Oceano Atlântico com destaque para os pontos das atividades na pesca de cardume associado na Zona Econômica Exclusiva do Brasil.

Após a captura os peixes foram abatidos utilizando dois métodos: o abate tradicional e o método de choque térmico. No abate tradicional, ao serem embarcados, os peixes ainda vivos passavam por uma percussão craniana com um bastão de madeira, que os atordoava. Em seguida, eram sangrados com um corte logo abaixo da nadadeira peitoral, no método de choque térmico, os peixes eram imediatamente colocados, após o embarque, em

caixas isotérmicas. Em seguida eram identificados ao nível de espécie, medidos pelo comprimento furcal (CF) e tiveram a sua temperatura corporal aferida com termômetro do tipo espetto e pH por meio de potenciômetro digital (HANNA©) acoplado a um eletrodo de penetração, inserido no músculo do peixe. Em seguida, os peixes foram eviscerados e antes de serem estocados nas urnas isotérmicas com gelo foram introduzidas uma marca de arquivo (archival. tag) da marca LOTEK (Fig. 2) para o registro em intervalos regulares de 30 minutos da variação dos parâmetros de temperatura interna e pressão sobre os peixes durante todo o processo de resfriamento, do momento do armazenamento até o desembarque. O tempo de permanência no convés também foi anotado para cada peixe analisado. O tempo de resfriamento foi contabilizado como o tempo necessário para atingir uma temperatura inferior a 1° C que, segundo Arnold et al (1980), é considerada satisfatória para a interrupção dos processos de decomposição bioquímica e formação de histamina.



Figura 2. Marca eletrônica LOTEK utilizada para as medições de temperatura e pressão.

As informações de variação da temperatura interna dos peixes durante o período de armazenamento, combinada com outras variáveis obtidas como pH inicial e final, pressão, tempo de exposição no convés e dias no gelo, possibilitou uma análise mais aprofundada do processo de resfriamento.

Para verificar as relações entre as variáveis envolvidas no processo de resfriamento dos peixes, foi realizada uma análise de correlação de Pearson. As variáveis analisadas foram: pH inicial, dias no gelo, temperatura corporal, tempo no convés (minutos), pressão(hPa), temperatura (°C), pH final e comprimento furcal (CF).

A análise dos dados e os gráficos foram realizados por meio do software R (R Core Team, 2023) ao nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS

Os peixes das espécies de atuns analisados, *Thunnus albacares* (Albacora laje) e *Thunnus obesus* (Albacora bandolim), apresentaram uma variação entre 43 a 86 cm de comprimento furcal (média = 72,14 cm CF). A temperatura corporal inicial variou entre 28,5 e 30,1°C, com média de 29,01°C. O número de dias no gelo variou de 4 a 12, com média de 8,14 dias. O tempo de permanência no convés variou de 15 a 35 minutos. O tempo de permanência no gelo variou de 4 a 12 dias. Os resultados apontaram uma grande variabilidade no tempo de resfriamento entre os peixes, com o tempo médio de 20h48min, sendo o menor tempo igual a 15h30min e o máximo de 29h30min, evidenciando uma variabilidade no tempo necessário para atingir a temperatura desejada de 1 °C. Além disso, foi possível identificar picos de aumento de temperatura durante o resfriamento, em intervalos de até 15h após a estocagem dos peixes nas urnas (Fig. 3). As informações referentes a cada peixe analisado estão apresentadas no quadro 1.

Nota-se que, apesar de todas as amostras terem apresentado uma tendência geral de redução da temperatura ao longo do tempo, a taxa de resfriamento variou consideravelmente entre os indivíduos.

Quadro 1. Informações (Espécie, Comprimento Furcal, Temperatura Corporal Inicial, Dias no Gelo, Tempo de Convés e Tempo de Resfriamento) dos peixes analisados na pesca de cardume associado.

Código	Espécie	CF (cm)	Temp. Inicial (°C)	Dias no gelo	Tempo no convés (minutos)	Tempo de resfriamento (horas)
M007	Albacora laje	55	30,1	12	35	29:30:00
M42	Albacora bandolim	79	28,5	10	22	15:30:00
M009	Albacora laje	77	29	8	33	21:30:00
M666	Albacora bandolim	81	28,5	6	15	27:00:00
M75	Albacora bandolim	86	29	10	20	28:30:00
M85	Albacora bandolim	43	29	7	30	25:00:00
M86	Albacora laje	84	29	4	30	20:30:00

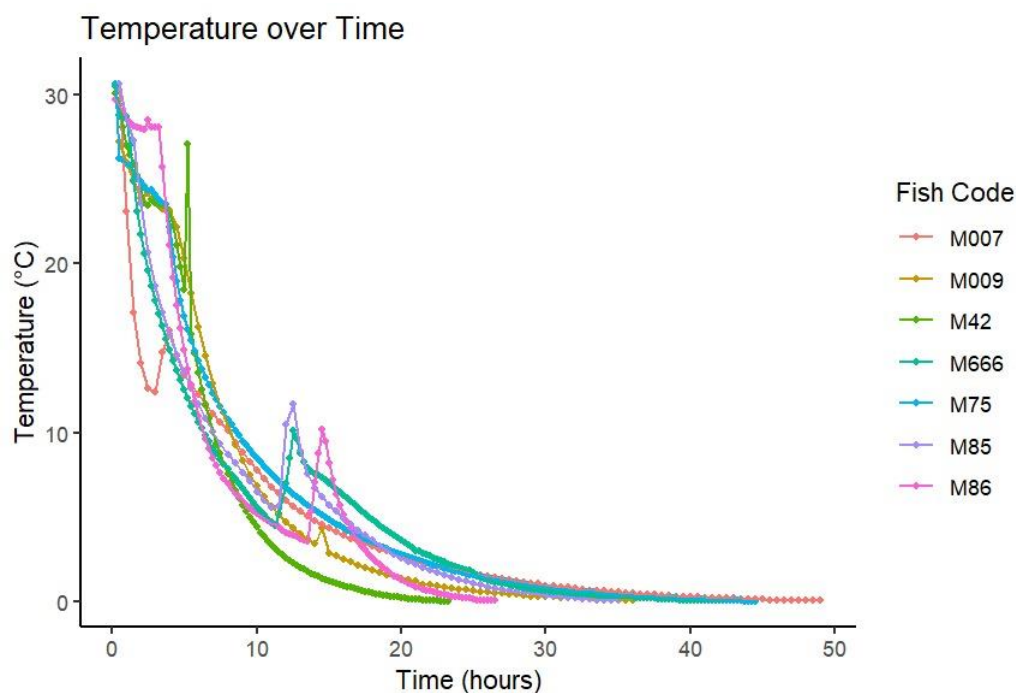


Figura 3. Variação da temperatura interna dos atuns durante o armazenamento em urna isotérmica com gelo na pesca de cardume associado.

A análise de correlação revelou que a temperatura corporal dos atuns exerceu influência sobre diversas variáveis analisadas, sugerindo que ele pode ser um fator relevante no tempo de resfriamento dos atuns (Fig. 4). Houve uma correlação positiva entre a temperatura corporal do peixe e o número de dias no gelo ($r = 0,50$), sugerindo que peixes com temperaturas iniciais mais elevadas requerem um período maior de resfriamento. A temperatura corporal também apresentou correlações significativas com outras variáveis, como o pH final ($r = 0,61$), o que indica que peixes com temperaturas iniciais mais altas tendem a apresentar um pH final mais baixo. A temperatura corporal também apresentou uma correlação positiva com o tempo de resfriamento ($r = 0,56$), evidenciando ser um fator importante para determinar a velocidade de resfriamento dos peixes. Por outro lado, houve uma correlação negativa entre a temperatura corporal e o comprimento furcal ($r = -0,51$), indicando que os peixes menores apresentaram maior temperatura corporal.

A temperatura corporal inicial mostrou uma forte correlação positiva com o tempo de exposição no convés ($r = 0,73$), bem como uma correlação positiva entre os dias no gelo ($r = 0,50$) indicando que peixes com temperaturas corporais mais elevadas, normalmente de menor porte e que recebem menos atenção no manuseio a bordo, passando mais tempo no convés e, portanto, passando por um período maior de resfriamento. Além disso, a temperatura corporal

inicial também apresentou correlação negativa com o pH final ($r = -0,61$), sugerindo que peixes com temperaturas corporais mais altas tendem a apresentar um pH final mais baixo. Já com o tempo de resfriamento a correlação foi positiva ($r = 0,56$), resultado que indica que a temperatura corporal inicial é um fator com forte influência na velocidade de resfriamento dos peixes.

A correlação negativa entre o comprimento furcal (CF) e o tempo de convés ($r = 0,59$), sugere que os peixes menores, os quais apresentaram as maiores temperaturas corporais, permaneceram mais tempo no convés até o armazenamento, diferente dos peixes maiores que eram imediatamente armazenados em gelo. Além disso, o tempo no convés correlacionou-se positivamente com a pressão ($r = 0,50$), fato que pode ser corroborado pela correlação negativa ($r = -0,76$) entre a pressão e comprimento furcal, evidenciando que peixes menores tendem a sofrer mais os efeitos da pressão durante o armazenamento em gelo.

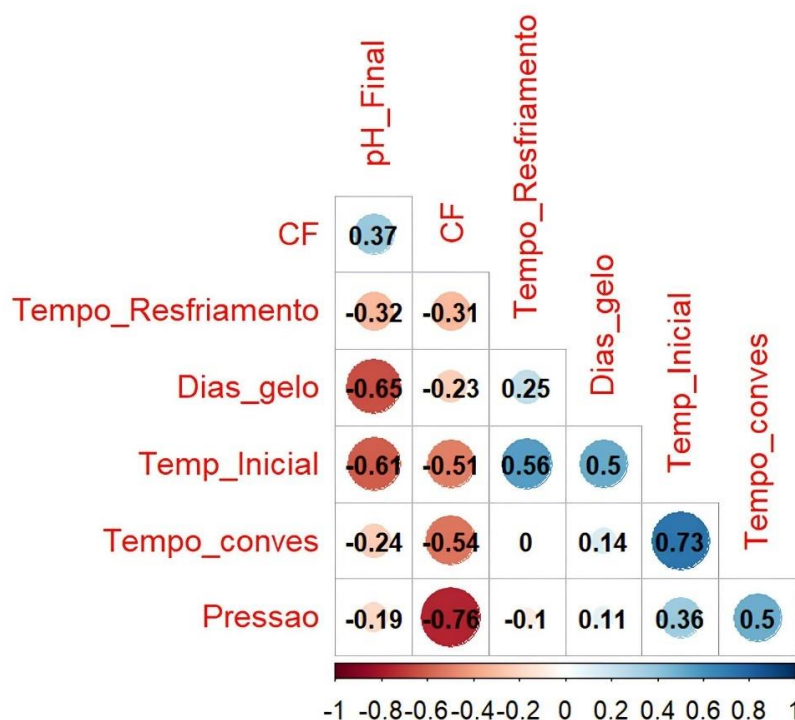


Figura 4. Correlação de Pearson dos fatores: Pressão, Temperatura Corporal Inicial, pH, Comprimento Furcal, pH inicial, dias no gelo e tempo no convés. MOSSORÓ, 2024.

5. DISCUSSÃO

No presente trabalho foram observados picos de aumento da temperatura durante o processo de resfriamento, os quais possivelmente ocorrem quando são adicionados peixes mais quentes que começam a transferir calor para o gelo e para os outros peixes da urna isotérmica, elevando momentaneamente a temperatura média do sistema. Conforme descrito por

Gonçalves (2011, pág. 111), a transferência de calor do pescado causa derretimento ao redor do gelo, devido à temperatura mais elevada do peixe e esse derretimento requer uma grande quantidade de energia térmica a ser removida do pescado, especialmente em situações em que o contato entre o gelo e o pescado não é ideal, como ocorre frequentemente no uso de gelo em caixas. Essa condição pode influenciar a taxa de resfriamento e a qualidade final do produto.

Experimentos utilizando esta técnica de registro de temperatura ainda são escassos na literatura, entretanto, em estudo para verificar o tempo de resposta de marcas de registro de temperatura, O'Donnell et al. (2024) observaram que quanto maior o tamanho do peixe, maior será o tempo de resposta do registro frente a variação de temperatura, tanto positiva, quanto negativa. Conforme explicado pelos próprios autores, a massa corporal dos peixes maiores pode explicar essa diferença, pois exige mais tempo para que a variação de temperatura atinja o seu centro de massa. Isso significa que, em situações de aquecimento ou resfriamento rápido peixes maiores podem não se ajustar tão rapidamente quanto peixes menores, o que pode impactar seu tempo de resfriamento e, consequentemente, a qualidade e o valor comercial do pescado.

A correlação negativa entre o comprimento furcal e o tempo no convés ($r = -0,54$) evidencia que o tamanho do peixe é um fator determinante no tempo de exposição ao convés. Esse resultado está alinhado com os estudos de Schroeder e Castelo (2007) e Silva, Chaves e Fonteles-Filho (2013) sobre a pesca de atuns em cardume associado, que revelaram que o tamanho do peixe influenciava diretamente o manejo a bordo. Peixes maiores, com maior valor comercial, eram priorizados no processamento imediato, visando preservar a qualidade e atender aos requisitos do mercado externo. Como consequência, os peixes menores acabam aumentando sua temperatura corporal devido ao tempo de exposição no convés e, consequentemente, necessitando de mais tempo para atingir a temperatura de resfriamento ideal (1°C).

O aumento do tempo de exposição no convés elevou significativamente a temperatura dos peixes, conforme mostrado na correlação positiva ($r = 0,73$), principalmente nos peixes menores que tiveram um tempo de permanência no convés maior. Foi possível observar que os peixes menores tiveram um tempo de espera de até 30 minutos. Essa demora pode comprometer a eficiência do resfriamento e acelerar a deterioração da qualidade. Arnold, Price e Brown (1980) também destacam que temperaturas elevadas após a captura favorecem a rápida produção de histamina, que ocorre mais rapidamente em temperaturas elevadas. Segundo os autores, temperaturas em torno de 30°C podem iniciar a produção significativa de histamina em menos de 24 horas, representando um risco para a segurança alimentar. Peixes que demoraram mais de 10 horas para atingir temperaturas abaixo de 10°C , como os identificados pelos

22 códigos M007 e M009, apresentaram maior risco de contaminação por histamina. O resfriamento rápido é, portanto, essencial para minimizar a formação de histamina e garantir a qualidade do pescado. Peixes que atingiram temperaturas seguras rapidamente (como M75 e M86) são menos suscetíveis a esses riscos. Isso ressalta a importância de um controle eficiente do tempo de manuseio a bordo e da temperatura de resfriamento durante a armazenagem e o transporte do pescado.

A espera prolongada no convés provoca consequências significativas para os peixes menores, que são mais afetados pela pressão. Essa relação é evidenciada pela correlação negativa entre o comprimento furcal e a pressão ($r = -0,76$). O aumento da pressão nos peixes menores ocorre devido à sobreposição dos peixes maiores, que são armazenados acima deles, resultando em impactos adversos na qualidade dos peixes menores, como amassaduras e perda de frescor. Essa deterioração da qualidade pode levar à depreciação do produto, gerando prejuízos econômicos para os pescadores e afetando a renda das comunidades pesqueiras (SOUZA; PEREIRA SILVA; STEENBOCK, 2017).

O clima quente do Atlântico Oeste Equatorial, associado à exposição prolongada desses peixes ao calor no convés, agrava ainda mais essa condição, retardando o resfriamento e acelerando os processos de degradação, como a proliferação de microrganismos e a consequente produção de enzimas indesejáveis. Ordoñez Pereda (2005) destacam que a deterioração do pescado é um processo rápido e complexo, iniciado logo após a captura, no qual o aumento da temperatura e a contaminação microbiana, favorecida pela possível falta de higiene na embarcação, são os principais fatores que comprometem a qualidade do produto.

A correlação entre a temperatura corporal e o tempo de resfriamento ($r = 0,56$), nos leva a crer que peixes com temperaturas iniciais mais altas demandaram mais tempo para atingir a temperatura desejada de 1°C . Sepahvandi, Heravi e Saleh (2017) afirmam que, se a temperatura corporal do peixe é mais alta, o calor precisa ser removido mais intensamente, levando mais tempo para alcançar a temperatura-alvo. Além disso, a correlação positiva entre a temperatura corporal e os dias no gelo ($r = 0,50$) enfatiza a importância do resfriamento imediato, visto que temperaturas mais elevadas demandam mais tempo de resfriamento. Esses resultados corroboram a literatura, pois conforme destacado por Gonçalves (2011, pág. 111), a chave para a conservação do pescado é o resfriamento imediato; a demora no resfriamento resulta em um aumento da temperatura, o que pode levar à proliferação de microrganismos. Soares e Gonçalves (2012) afirmam que o crescimento bacteriano é um dos principais fatores que contribuem para a deterioração do pescado, pois a maioria das bactérias possui atividades proteolíticas e lipolíticas, que causam a desintegração dos tecidos e resultam em uma série de

reações bioquímicas indesejáveis, levando à formação e acumulação de substâncias com odores desagradáveis e até mesmo tóxicos. O resfriamento prévio é crucial para otimizar o processo de congelamento. Quanto menor a temperatura corporal do peixe, menor será o tempo necessário para congelar completamente (JOHNSTON et al., 1984, p. 35). Uma técnica alternativa, proposta por Blanc, Desurmont e Beverly (2005, p. 20), para acelerar o processo de resfriamento de grandes peixes como os atuns seria a imersão em salmoura com gelo.

Foi possível observar que medida que o tempo de armazenamento aumenta (dias de gelo), o pH tende a diminuir. De acordo com Duarte et al. (2020), essa redução do pH é atribuída à glicólise anaeróbica pós-morte, que resulta na produção de ácido lático. Essa acidificação inibe o crescimento bacteriano, contribuindo para a conservação do pescado. Contudo, a prolongada exposição ao gelo pode intensificar processos autolíticos e bacterianos, resultando na produção de compostos nitrogenados indesejáveis, como amônia e trimetilamina, que elevam o pH e indicam deterioração.

6. CONCLUSÃO

A temperatura corporal dos peixes, o comprimento furcal e o tempo de exposição no convés foram os fatores cruciais que influenciam o tempo de resfriamento. É fundamental reduzir ao máximo o tempo de permanência dos peixes no convés e evitar o empilhamento excessivo nas urnas, essas ações são essenciais para preservar a qualidade do pescado, minimizar a exposição ao calor e a pressão exercida sobre os peixes não apenas protege sua integridade física, mas também assegura que o produto atenda aos padrões de qualidade exigidos pelo mercado.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. C. S., Mársico, E. T., Franco, R. M., Godoy, R, L. O., Pacheco, S., Queiroz, M. F., Guimarães, C. F, M. (2012). Validade comercial de sardinhas inteiras e refrigeradas avaliadas por análises físico-químicas, bacteriológicas e sensorial. *Ciência Rural*, v.42, n.10, p.1901-1907.

Arnold, S. H., Price, R. J., & Brown, W. D. (1980). Histamine formation by bacteria isolated from skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 46(8), 991-995.

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

Ciências do mar: dos oceanos do mundo ao nordeste do Brasil: bioecologia, pesca e aquicultura: volume 2 / [editores] Danielle de Lima Viana ... [et al.]. -- 1. ed. -- Olinda, PE: Via Design Publicações, 2021.

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.

DAGORN, Laurent; HOLLAND, Kim N.; RESTREPO, Victor; MORENO, Gala. Is it good or bad to fish with FADs? What are the real impacts of the use of drifting FADs on pelagic marine ecosystems? *Fish and Fisheries*, v. 14, n. 3, p. 391–415, 2013.

Duarte AM, Silva F, Pinto FR, Barroso S, Gil MM. Quality Assessment of Chilled and Frozen Fish-Mini Review. *Foods*. 2020;9(12):1739. Published 2020 Nov 25. doi:10.3390/foods9121739.

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.

FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO.

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.

GONÇALVES, Alex Augusto. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. Rio de Janeiro: Atheneu, 2011.

Howgate, P. (2009). Traditional methods. In: Rehbein, H., Oehlenschläger, J. Fishery products: quality, safety and authenticity. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, p.19-41.

Johnston, W. A., Nicholson, F. J., Roger, A., & Stroud, G. D. (1984). Freezing and refrigerated storage in fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

K. Okuda, A. Kawauchi and K. Yomogida. Data in Brief 31 (2020) 105852. Data of the freezing curves of tuna blocks with or without the weak oscillating magnetic fields.

Nunes, M. L., Batista, I., Cardoso, C. (2007). Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Publicações Avulsas do IPIMAR, 15, 51 p.

O'Donnell, M. J., Regish, A. M., McCormick, S. D., & Letcher, B. H. (2024). Thermal transfer rate is slower in bigger fish: How does body size affect response time of small, implantable temperature recording tags? Ecology of Freshwater Fish. <https://doi.org/10.1111/eff.12794>.

ORDÓÑEZ PEREDA, J. A. (2005). Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 220 p.

RODRIGUES, Bruna Leal; SANTOS, Lucas Rabaça dos; MÁRSICO, Eliane Teixeira; CAMARINHA, Carla Cruz; MANO, Sérgio Borges; CONTE JUNIOR, Carlos Adam. Qualidade físico-química do pescado utilizado na elaboração de sushis e sashimis de atum e salmão comercializados no município do Rio de Janeiro, Brasil. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 33, n. 5, p. 1847, 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n5p1847.

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, Guelson Batista da; CHAVES, Daniel Carlos Barreto; FONTELES-FILHO, Antônio Adauto. Aspectos econômicos da pesca de atuns e afins associada a uma boia oceânica no Atlântico Oeste Equatorial. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 85-91, 2013.

SCHROEDER, F. A. & 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*, 2 (1): 66-74.

SEPAHVENDI, F.; HERAVI, H. M.; SALEH, S. R. (2017). Numerical simulation of fish meat freezing with considering temperature-dependent thermal properties. *International Journal of Heat and Technology*, Mashhad, v. 35, n. 1, p. 75-81. Disponível em: <http://www.ijeta.org/Journals/IJHT>.

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.

SOUZA, D. S. de; PEREIRA SILVA, R. C.; STEENBOCK, W. (2017). De quem é o peixe? Aspectos socioeconômicos da pesca industrial e artesanal de tainha (*Mugil liza*) em Santa Catarina. *Revista CEPSUL*, Itajaí, v., n., p., abr.

Wagner, Y. G., Coelho, A. B., & Travassos, G. F. (2023). Análise do consumo domiciliar de pescados no Brasil utilizando dados da POF 2017-2018. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e250494. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.250494.4o>