

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

AMANDA GRACIELLE CARLOS DANTAS

**ESTUDO DA VIDA ÚTIL DO PEIXE VOADOR (*Hirundichthys affinis*, Günther, 1866)
ARMAZENADO EM GELO: AVALIAÇÃO DE ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS**

NATAL - RN

2018

AMANDA GRACIELLE CARLOS DANTAS

**ESTUDO DA VIDA ÚTIL DO PEIXE VOADOR (*Hirundichthys affinis*, Günther, 1866)
ARMAZENADO EM GELO: AVALIAÇÃO DE ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS**

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Nutrição da
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
como requisito para obtenção de grau de
Nutricionista.*

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Karla Suzanne Florentino da Silva Chaves Damasceno

Co-orientadora: Nutr. Ms. Samária Silva de Araújo Garcia

NATAL - RN

2018

AMANDA GRACIELLE CARLOS DANTAS

**ESTUDO DA VIDA ÚTIL DO PEIXE VOADOR (*Hirundichthys affinis*, Günther, 1866)
ARMAZENADO EM GELO: AVALIAÇÃO DE ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Nutrição da
Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito para obtenção de grau de
Nutricionista.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Karla Suzanne Florentino da Silva Chaves Damasceno

Orientadora

Nutr. Ms. Samária Silva de Araújo Garcia

Co-orientadora

Prof.^a Dr.^a Renata Alexandra Moreira das Neves

3º Membro

Natal, ____ de _____ 2018.

“Dedico este trabalho aos meus pais, Marcos e Joana que sempre deram o melhor de si para me passar valores e mostrar que o aprendizado é o melhor caminho para alcançar o que se deseja.”

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado forças para enfrentar esta longa caminhada e não me deixar abater pelas dificuldades do percurso.

Com muito amor, a meus pais (Marcos e Joana) por todo o incentivo, esforço, atenção e cuidados que tiveram por mim, sem vocês eu não teria chegado até aqui.

A todos os meus familiares, amigos e pessoas que amo por toda a compreensão e pelas palavras de carinho e apoio desde o princípio desta jornada.

A todos os professores que contribuíram para minha formação até aqui e principalmente deste curso que foram tão importantes nesta etapa da minha vida.

Com carinho à minha orientadora Karla Suzanne que foi como uma mãe, por todo o carinho e atenção que teve comigo, agradeço por todo conhecimento, comprometimento e responsabilidade que pude adquirir sob sua orientação, foi um prazer ser sua orientanda.

Com carinho à minha co-orientadora Samária de Araújo por toda atenção, paciência e dedicação necessárias para a elaboração deste trabalho.

A toda equipe do Projeto Voador, e em especial às minhas colegas de Iniciação Científica Bruna e Julianna, que foram indispensáveis para execução deste trabalho, agradeço pelo carinho, pelas conversas e momentos de descontração.

Aos técnicos e auxiliares dos laboratórios, Romayana, Rogério e Dona Graça que foram fundamentais para que este trabalho fosse realizado, e especialmente a Jéssica, por toda a atenção, dedicação, pelas instruções e auxílio no laboratório de análise de alimentos.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

DANTAS, A. G. C. **Estudo da vida útil do peixe voador (*Hirundichthys affinis*, Günther, 1866) armazenado em gelo: avaliação de aspectos físico-químicos**. 2018. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

RESUMO

O frescor do peixe pode ser determinado por parâmetros bioquímicos, bacteriológicos e sensoriais que demonstram as condições dos peixes recém-capturados durante um período determinado. O objetivo da pesquisa foi avaliar as alterações físico-químicas do peixe voador durante o período de armazenamento em gelo. Foi realizada a análise do teor de Bases Voláteis Totais (BVT) e Trimetilamina (TMA) e medição do pH durante o período de 19 dias de armazenamento em gelo. Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos à estatística descritiva e em seguida foi realizada a ANOVA com posterior teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O teste de Tukey demonstrou que houveram alterações significativas para as análises realizadas. Os valores obtidos na análise de BVT foram elevados desde o início, apresentando 25,19mg N/100g da amostra no 1º dia de armazenamento, e ultrapassando o limite estabelecido pela legislação brasileira no 5º dia com um valor de 31,32mg N/100g, aumentando gradativamente, até alcançar o valor de 39,42mg N/100g no 19º dia. O valor inicial de TMA foi de 6,58mg N/100g, alcançando 12,17mg N/100g no 19º dia, apresentando crescimento constante até o final do período de armazenamento. As análises de pH mostraram o valor inicial de 6,23, aumentando gradualmente, porém permanecendo dentro do limite aceitável até o 19º (6,88). Conclui-se, que o produto pode ser considerado fresco até o 3º dia de armazenamento em gelo, considerando-se o teor de bases voláteis. Contudo, o teor de bases voláteis totais é uma medida isolada, fazendo-se necessárias outras análises (físico-químicas, microbiológicas e sensoriais) para definir a vida de prateleira do peixe voador.

Palavras-chave: Peixe voador, pescado fresco, bases voláteis, pH.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 A PESCA NO BRASIL E A PRODUÇÃO DE PEIXE VOADOR.....	11
3.2 VALOR NUTRITIVO DO PESCADO.....	12
3.3 PROCESSO DE DETERIORAÇÃO DO PESCADO.....	13
3.4 BASES VOLÁTEIS TOTAIS - BVT.....	16
3.5 TRIMETILAMINA - TMA.....	16
3.6 pH EM PESCADO FRESCO	17
4 METODOLOGIA	18
4.1 MATERIAIS	18
4.1.1 Amostras	18
4.2 MÉTODOS.....	20
4.2.1 Determinação das Bases Voláteis Totais e Trimetilamina	20
4.2.2 Determinação do pH	21
4.2.3 Análise estatística	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 BASES VOLÁTEIS TOTAIS	22
5.2 TRIMETILAMINA	24
5.3 pH	25
6 CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Os peixes voadores pertencem a ordem Beloniformes e família *Exocoetidae*, estando presentes em águas tropicais e subtropicais em todo o mundo, sendo encontrados de forma abundante nos mares do Nordeste do Brasil, onde quatro espécies da família são comumente encontradas: *Hirundichthys affinis*, *Hirundichthys speculiger*, *Exocoetus obtusirostris*, e *Oxyporhamphus micropterus* (ARAÚJO et al., 2011). Especialmente em Caiçara do Norte, que se destaca como uma das cinco principais áreas de produção pesqueira do Rio Grande do Norte, sendo a pesca artesanal a principal atividade econômica local (OLIVEIRA et al., 2013), são encontradas duas espécies de peixes voadores, *Hirundichthys affinis* e *Cypselurus cyanopterus* (ARAÚJO et al., 2011).

Em 2013, o Brasil produziu 1,2 milhões de toneladas de pescado e a produção de pescado no Rio Grande do Norte atingiu 50,5 mil toneladas no ano anterior, evidenciando que a produção pesqueira é uma das atividades primárias mais importantes do estado, a qual cria oportunidades de trabalho para cerca de 180 mil pessoas, aproximadamente 6% da sua população (CARVALHO; MACEDO; DAMASCENO, 2016).

O pescado apresenta excelente composição em aminoácidos, vitaminas e minerais (RODRIGUES et al., 2012), e no que se refere ao peixe voador, essa espécie apresenta boas características nutricionais, sendo rico em proteína e com um baixo teor de gordura, além de apresentar um bom rendimento cárneo (RÜEGG, 2013).

Devido à sua própria composição, o pescado é muito perecível, necessitando de cuidados adequados de manipulação, desde a captura até o consumo ou industrialização (SOUZA et al., 2015). O frescor do peixe pode ser determinado por parâmetros bioquímicos, bacteriológicos e sensoriais que demonstram as condições dos peixes recém-capturados durante um período determinado (BORGES et al., 2013).

A velocidade e padrão de deterioração em peixes podem ser afetados por parâmetros intrínsecos ou extrínsecos. Dentre os fatores intrínsecos relacionados à rápida deterioração de pescado estão: o elevado teor de água intramuscular do pescado; o pH próximo da neutralidade; a pouca quantidade de tecido conjuntivo, que deixa vulnerável a musculatura aos ataques das enzimas endógenas e a ação microbiana. Já entre os fatores extrínsecos aos quais é atribuída a degradação do pescado estão o tipo de captura, transporte e armazenamento. Considerando isso, a avaliação do frescor possui papel importante durante o armazenamento do pescado, devido a sua alta perecibilidade (AMARAL; FREITAS, 2013).

A perda do frescor ocorre devido à degradação da musculatura do pescado, que se inicia pela combinação de processos bioquímicos, químicos e físicos. Nos primeiros dias de armazenamento em gelo, enzimas endógenas, principalmente das vísceras e superfície do peixe, promovem a perda gradual de frescor, resultando na produção de substâncias com odor desagradável, criando um meio favorável ao metabolismo bacteriano (OLIVEIRA et al., 2014). A partir daí as bactérias proliferam no músculo do peixe, acelerando o processo de deterioração (PACHECO-AGUILA; LUGO-SÁNCHEZ; ROBLES-BURGUEÑO, 2000).

Segundo Huss (1988), o pescado é deteriorado pela ação enzimática e bacteriana, que resulta na produção de compostos nitrogenados, onde os mais frequentes são a Trimetilamina, a amônia e os ácidos voláteis. A Trimetilamina (TMA) é um componente das bases voláteis totais (BVT) encontrado em pequenas quantidades em pescado fresco, aumentando com o tempo de armazenamento. Portanto, os níveis de TMA-N e BVT-N são tradicionalmente determinados em estudos sobre o armazenamento de peixes em gelo (RUIZ-CAPILLAS; HORNER, 1999). Valores limite de BVT tornaram-se obrigatórios por um número crescente de autoridades oficiais e empresas privadas, especialmente para peixes no comércio internacional (VYNCKE, 1987).

Para prolongar a qualidade do peixe é importante controlar a temperatura imediatamente após a captura, pois é quando se tem a mais alta qualidade e ainda não sofreu as perdas irreversíveis que ocorrem ao longo do tempo, diretamente relacionadas com a temperatura (ROSINVALI; BAKER, 1981). O gelo pode ser usado como o principal método de conservação ou numa preservação temporária até que outro procedimento seja utilizado. Alimentos perecíveis podem ser estocados em gelo por tempo limitado (ECHEVENGUÁ et al., 2008).

Considerando os aspectos acima relacionados no que diz respeito a grande importância econômica e geradora de emprego da produção pesqueira no Brasil e no Nordeste, e mais especificamente a produção de peixe voador em Caiçara do Norte, além do valor nutricional do pescado e do próprio peixe voador, faz-se necessária a avaliação de características físico-químicas inerentes ao processo de deterioração do peixe voador para fins de determinação de frescor durante o armazenamento em gelo.

2 OBJETIVO

Avaliar as alterações físico-químicas do peixe voador durante um período de armazenamento em gelo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A PESCA NO BRASIL E A PRODUÇÃO DE PEIXE VOADOR

A atividade pesqueira brasileira gera um Produto Interno Bruto (PIB) nacional de R\$ 5 bilhões, mobiliza 800 mil profissionais e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. O Ministério da Pesca e Aquicultura busca incentivar a produção nacional para que, em 2030, o Brasil se torne um dos maiores produtores do mundo, com 20 milhões de toneladas de pescado por ano. Hoje o País ocupa a 17ª posição no ranking mundial na produção de pescados em cativeiro e a 19ª na produção total de pescados (BRASIL, 2014).

Em 2013, o Brasil produziu 1,2 milhões de toneladas de pescado, dos quais 765 mil toneladas foram provenientes da captura e 473 mil toneladas do cultivo, onde os principais grupos de espécies produzidas foram os peixes de água doce e diádromos (peixes que migram, entre ambientes com características distintas, designadamente a água doce e a água salgada (SALDANHA, 2018) cultivados, totalizando 388 mil toneladas, seguidos dos diádromos provenientes da captura (232 mil toneladas), peixes marinhos demersais (214 mil toneladas) e peixes marinhos pelágicos (210 mil toneladas) (FISHSTATJ, 2016).

A produção de pescado no Rio Grande do Norte atingiu 50,5 mil toneladas em 2012, sendo 83,5% proveniente do ambiente marinho, onde a produção de pescado pela aquicultura correspondeu a 51,5% do pescado produzido no estado no mesmo ano, evidenciando que a produção pesqueira é uma das atividades primárias mais importantes do estado, a qual cria oportunidades de trabalho para cerca de 180 mil pessoas, aproximadamente 6% da sua população (MPA, 2012).

Entre os municípios do litoral Norte que contribuem para produção pesqueira (Tibau, Grossos, Areia Branca, Porto do Mangue, Macau, Guamaré, Galinhos, Caiçara do Norte, São Bento do Norte, Pedra Grande, São Miguel do Gostoso e Touros), Caiçara do Norte se destaca como uma das cinco principais áreas de produção pesqueira do Rio Grande do Norte (OLIVEIRA et al., 2013).

As espécies mais frequentemente capturadas são: *Hirundichthys affinis* (voador); *Coryphaena hippurus* (dourado); *Thunnus albacares* (albacora); *Mycteroperca bonaci* (sirigado); *Lutjanus synagris*, *L. analis*, *L. purpureus*, *L. griseus*, *L. jocu*, *Ocyurus chrysurus* (vermelhos); *Opisthonema oglinum* (sardinha); *Mugil curema*, *M. lizae*, (tainhas) e *Hemiramphus brasiliensis* (agulha) (OLIVEIRA et al., 2013).

O peixe voador habita águas superficiais dos oceanos abertos, e migra para as águas costeiras de Caiçara do Norte a fim de completar seu ciclo reprodutivo, contudo, duas

espécies de peixes voadores, *Hirundichthys affinis* e *Cypselurus cyanopterus*, ocorrem na região de Caiçara do Norte, no Estado do Rio Grande do Norte (ARAÚJO et al., 2011).

Os peixes voadores pertencem a ordem Beloniformes e família *Exocoetidae* estando presentes em águas tropicais e subtropicais em todo o mundo constituindo um importante elo ecológico na cadeia trófica epipelágica, sendo as presas preferenciais de grandes predadores de alto valor comercial, tais como *Coryphaena hippurus* (dourado do mar), *Thunnus albacares* (albacora), *Tetrapturus albidus* (marlim branco), *Makaira nigricans* (marlim azul) e *Prionace glauca* (tubarão azul) (OXENFORD; MAHON; HUNTE, 1995; MONTEIRO et al., 1998; ARAÚJO et al., 2011).

A família *Exocoetidae* compreende oito gêneros, dos quais seis são encontrados no Brasil, totalizando 12 espécies, onde uma das espécies mais abundantes é o peixe voador de quatro asas *Hirundichthys affinis*, catalogado por Günther em 1866 (CARVALHO; MACEDO; DAMASCENO, 2016). O nome *Hirundichthys* vem do latim, *hirundo* que significa rápido e *ichthys* vem do Grego que significa peixe. Já *Affinis* quer dizer que se trata de uma espécie afim, ou seja, parecida com outros peixes voadores (CARVALHO; MACEDO; DAMASCENO, 2016).

São abundantes nos mares do Nordeste do Brasil, onde quatro espécies da Família *Exocoetidae* são comumente encontradas: *Hirundichthys affinis*, *Hirundichthys speculiger*, *Exocoetus obtusirostris*, e *Oxyporhamphus micropterus* (ARAÚJO et al., 2011). A pesca do peixe voador está concentrada no estado do Rio Grande do Norte, maior produtor nacional desta espécie (CARVALHO; MACEDO; DAMASCENO, 2016). De acordo com o boletim estatístico da pesca e aquicultura editado e publicado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2012), no Brasil, no ano de 2011 foram produzidas 1.054,9 toneladas de peixe voador na pesca extrativa marinha.

Entretanto, mesmo sendo de boa qualidade, a carne de *Hirundichthys affinis* é comumente utilizada como isca para a pesca de espécies maiores e suas ovas são utilizadas como sucedânea para a produção de caviar (OLIVEIRA et al., 2015).

3.2 VALOR NUTRITIVO DO PESCADO

O termo “pescado” se refere a qualquer alimento retirado de água doce ou salgada que possa servir de alimento para o homem ou os animais e são considerados alimentos ricos em nutrientes (SOARES; GONÇALVES, 2012; KOUNIS et al., 2015).

A carne de pescado constitui uma fonte de alto teor de proteínas de alto valor biológico, apresenta todos os aminoácidos essenciais e tem elevado teor de lisina, um

aminoácido iniciador do processo digestivo. É a proteína de origem animal mais consumida em vários países, como os da Europa e da Ásia, além de possuir alta digestibilidade, acima de 95%, conforme a espécie, e superior à das carnes em geral e à do leite, devido à mínima quantidade de tecido conjuntivo (SOARES; GONÇALVES, 2012; KOUNIS et al., 2015; SOUZA et al., 2015).

O pescado geralmente possui lipídeos de excelente qualidade, baixo nível de colesterol e elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, que possuem efeito cardioprotetor, reduzindo os riscos de doenças coronarianas (SOARES; GONÇALVES, 2012; KOUNIS et al., 2015). O peixe é a principal fonte de ingestão de ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa, que foram sugeridos para proporcionar proteção contra riscos cardiovasculares (KOUNIS et al., 2015).

Uma dieta rica em peixe acarreta inúmeros benefícios como o fornecimento, além da proteína magra de alta qualidade, certos minerais como cálcio, fósforo, ferro, zinco, iodo, selênio e as vitaminas A, do complexo B, E e D que promovem a saúde cardiovascular (KOUNIS et al., 2015; XAVIER et al., 2017).

Visando estes benefícios a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo de pescado ou derivados por pessoa ao ano seja de em média 12 Kg, mas no Brasil, a média de consumo é de apenas 9 Kg por habitante (SILVA et al., 2016).

No que se refere ao peixe voador, em estudo realizado por Rüegg (2013), a espécie *H. Affinis* apresentou-se como um pescado de boas características nutricionais, sendo rico em proteína e com um baixo teor de gordura, além de apresentar um bom rendimento cárneo. Neste estudo, a média de umidade do peixe-voador ficou em 78,24%, a média de cinzas apresentou o valor de médio de 1,01%, o teor de proteínas obteve média de 19,36%, para os teores de lipídios obteve-se média de 0,90%, o teor médio de carboidratos encontrados no voador foi de 0,64% (RÜEGG, 2013).

O pescado apresenta excelente composição em aminoácidos, vitaminas e minerais, entretanto, devido a sua própria composição, é um dos mais perecíveis e susceptíveis à deterioração, necessitando de cuidados adequados de manipulação, desde a captura até o consumo ou industrialização (RODRIGUES et al., 2012; SOUZA et al., 2015).

3.3 PROCESSO DE DETERIORAÇÃO DO PESCADO

A qualidade e segurança dos alimentos são temas de importância mundial, podendo-se associar o termo qualidade às características que tornam os alimentos aceitáveis para os consumidores (AMARAL; FREITAS, 2013). E no que diz respeito à qualidade de pescado, o

frescor tem grande relevância como critério de aceitação, podendo ser considerado pescado fresco aquele que, exceto o resfriamento, não sofreu qualquer procedimento de conservação, e que mantém seus caracteres sensoriais essenciais preservadas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; AMARAL; FREITAS, 2013).

A perda do frescor e o padrão de deterioração em peixes variam acentuadamente de espécie para espécie e ocorre devido à degradação da musculatura do pescado, que se inicia pela combinação de processos bioquímicos, químicos e físicos (OCAÑO-HIGUERA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014).

A velocidade e padrão de deterioração em peixes podem ser afetados por parâmetros intrínsecos ou extrínsecos. Dentre os fatores intrínsecos relacionados à rápida deterioração de pescado estão: o elevado teor de água intramuscular do pescado; o pH próximo da neutralidade; a pouca quantidade de tecido conjuntivo, que o deixa vulnerável a musculatura aos ataques das enzimas endógenas e a ação microbiana. Já entre os fatores extrínsecos aos quais é atribuída a degradação do pescado estão o tipo de captura, transporte e armazenamento. Considerando isso, a avaliação do frescor possui papel importante durante o armazenamento do pescado, devido a sua alta perecibilidade (AMARAL; FREITAS, 2013).

O *rigor mortis* interfere diretamente na qualidade do pescado, porém o tempo de permanência do animal em rigor é variável, dependendo da quantidade de ATP e de glicogênio que o peixe possui antes de sua morte. A quantidade dessas reservas está relacionada com a forma de manejo, manuseio, transporte e método de abate utilizado (ROBB; KESTIN, 2002; VIEGAS et al., 2012). É importante retardar o aparecimento do *rigor mortis*, pois a maioria dos processos relacionados à deterioração somente se acentua após seu término (NEIVA, 2004).

O pescado começa a sofrer alterações imediatamente após a captura, por essa razão, a manipulação cuidadosa é fundamental e o monitoramento da temperatura do peixe deve ser exercido a partir do momento da pesca (ROSINVALLI; BAKER, 1981; SOARES; GONÇALVES, 2012). Para prolongar a qualidade do peixe é importante controlar a temperatura imediatamente após a captura, pois é quando se tem a mais alta qualidade e ainda não sofreu as perdas irreversíveis que ocorrem ao longo do tempo, diretamente relacionadas com a temperatura (ROSINVALLI; BAKER, 1981).

Nos primeiros dias de armazenamento em gelo, enzimas endógenas, principalmente das vísceras e superfície do peixe, promovem a perda gradual de frescor, resultando na produção de substâncias com odor desagradável, e favorecendo o metabolismo bacteriano, a partir daí as bactérias proliferam no músculo do peixe, acelerando o processo de deterioração

(PACHECO-AGUILAR; LUGO-SÁNCHEZ; ROBLES-BURGUEÑO, 2000; OLIVEIRA et al., 2014). Durante o armazenamento, ocorrem alterações bioquímicas como alterações nas frações de proteínas e lipídeos e a formação de aminas (voláteis e biogênicas) e hipoxantina acentuando as evidências de deterioração do pescado (AUBOURG et al., 2005).

As baixas temperaturas são utilizadas para retardar reações bioquímicas e a atividade dos microrganismos, e o gelo pode ser usado como o principal método de conservação ou numa preservação temporária até que outro procedimento seja utilizado, já que alimentos perecíveis podem ser estocados em gelo por tempo limitado (ECHEVENGUÁ et al., 2008; CARVALHO, 2010). Boas práticas como controle da temperatura em todas as etapas pós captura e uso de gelo elaborado com água tratada devem ser adotadas no intuito de evitar o processo indesejado de degradação bacteriana (RODRIGUES et al., 2012).

Embora o mecanismo do processo de deterioração do pescado seja idêntico, independentemente do tipo e origem do peixe, o pescado capturado em águas tropicais manifesta um tempo de armazenamento em gelo mais prolongado do que o proveniente de águas frias/temperadas (LEITÃO et al., 1997).

Várias são as determinações que podem avaliar o grau de conservação do produto, como pH, Bases Voláteis Totais e a de Histamina, reação de Éber para gás sulfídrico, determinações que relacionam-se à composição química do pescado, como a de lipídios totais, o estabelecimento do rigor e a capacidade de retenção de água, ambos com reflexo na textura do pescado, também medem a intensidade da deterioração (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; OLIVEIRA et al., 2014).

Adicionalmente, as características sensoriais envolvem uma série de atributos com base em critérios de aparência, textura, odor, cor e sabor, que, juntamente com a composição centesimal, especialmente a concentração de proteína e lipídios, influenciam a velocidade da deterioração e podem ser utilizados para medir a intensidade do processo de putrefação (OLIVEIRA et al., 2014).

No que se refere a avaliação do frescor, o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) discorre sobre as variáveis a serem analisadas para sua determinação, onde considera como indicadores de frescor os requisitos sensoriais, e físico-químicos (pH e Bases Voláteis Totais) para fins de validação da análise sensorial e ressalta que esta deve ser realizada respeitando a particularidade de cada espécie (BRASIL, 2017).

3.4 BASES VOLÁTEIS TOTAIS - BVT

As Bases Voláteis Totais representam o conjunto das bases nitrogenadas, como amônia, trimetilamina, dimetilamina, monometilamina, putrescina, cadaveriana e espermidina, normalmente presentes no pescado deteriorado (SOARES e GONÇALVES, 2012). Esses compostos aumentam de acordo com o grau de deterioração do produto, apresentando conteúdo geralmente baixo nos primeiros dias de armazenamento em gelo, e somente quando o pescado apresenta perda de qualidade, esse conteúdo aumenta rapidamente (HUSS, 1988).

A determinação de Bases Voláteis Totais (N-BVT) é um método amplamente empregado e pode ser uma indicação do grau de frescor e conservação de pescado, dependendo da espécie, pois são produzidas por enzimas endógenas e de origem bacteriana, sendo responsáveis pela perda do frescor e aparecimento dos primeiros sinais de deterioração em pescado, que resulta na produção de compostos nitrogenados, onde os mais frequentes são a Trimetilamina, Dimetilamina, a amônia e os ácidos voláteis (VYNCKE, 1987; HUSS, 1988; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; OLIVEIRA et al., 2014).

Valores limite de BVT tornaram-se obrigatórios por um número crescente de autoridades oficiais e empresas privadas, especialmente para peixes no comércio internacional (VYNCKE, 1987). No Brasil, a legislação determina que o valor de Bases Voláteis Totais para pescado fresco seja inferior a 30mg N/100g (trinta miligramas de nitrogênio por cem gramas de tecido muscular) (BRASIL, 2017).

3.5 TRIMETILAMINA - TMA

A Trimetilamina (TMA) é um componente das bases voláteis totais (BVT) encontrado em pequenas quantidades em pescado fresco, aumentando com o tempo de armazenamento. Portanto, os níveis de TMA-N e BVT-N são tradicionalmente determinados em estudos sobre o armazenamento de peixes em gelo (RUIZ-CAPILLAS; HORNER, 1999).

A produção de TMA-N em peixes durante o armazenamento a frio pode ser utilizada como um indicador de atividade bacteriana, já que os níveis destes compostos, que aumentam com o aparecimento da deterioração microbiana, são os principais responsáveis pelos odores que surgem à medida que a deterioração prossegue (RUIZ-CAPILLAS; HORNER, 1999; EL MARRACKCHI et al., 1990 apud OCAÑO-HIGUERA et al., 2011).

O grau de deterioração em pescado, caracterizado pela produção de TMA ou outras bases voláteis, é diferente para cada espécie e está relacionado com o tipo de processamento e

tempo de armazenamento, devido a composição do músculo que varia de espécie para espécie (RUIZ-CAPILLAS; HORNER, 1999).

A legislação brasileira estabelecia o valor máximo de 4mg N/100g (quatro miligramas de nitrogênio por cem gramas do músculo) para Trimetilamina (BRASIL, 1952), porém o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) mais recente não faz exigências quanto a teores de Trimetilamina em pescado (BRASIL, 2017).

3.6 pH EM PESCADO FRESCO

A determinação do pH em pescados pode fornecer um dado importante sobre seu estado de conservação, visto que o processo de deterioração, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, geralmente altera a concentração dos íons de hidrogênio (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; BORGES et al., 2013).

O que determina o teor de pH do músculo do peixe é a quantidade de ácido láctico presente, considerando que os métodos de abate do pescado que causam estresse conduzem a um rápido consumo nas suas reservas de glicogênio e ATP, causando o acúmulo de ácido láctico e, conseqüentemente, diminuindo o pH da carne (RAHMANIFARAH et al., 2011; BORGES et al., 2013).

A medida do pH em pescado e derivados é um dado indicativo do estado de conservação, entretanto para a avaliação mais segura deste parâmetro torna-se também necessária a realização de análise microbiológica, química e sensorial (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). No Brasil a legislação exige que o pH da musculatura apresente um valor inferior a 7,00 para o peixe fresco (BRASIL, 2017).

4 METODOLOGIA

Este trabalho é parte de um projeto de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGNUT), desenvolvido pela Nutricionista Mestra Samária Silva de Araújo Garcia, intitulado: “Desenvolvimento do Método do Índice de Qualidade do peixe voador (*Hirundichthys affinis*, Günther, 1866) armazenado em gelo”, com o intuito de elaborar o Método do Índice de Qualidade (MIQ) do peixe voador, onde foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas a fim de validar os resultados obtidos por meio de análise sensorial.

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Amostras

Foram utilizados espécimes do peixe voador (*Hirundichthys affinis*, Figura 1), capturados com jererê, em Caiçara do Norte/RN, Brasil. Após a captura os peixes foram colocados em caixas isotérmicas limpas contendo gelo, em seguida foram levados ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Nutrição da UFRN. Para manter a qualidade das amostras, o período entre a pesca em Caiçara e a chegada do pescado no laboratório não ultrapassou 30 horas. Após a chegada dos exemplares no laboratório, os peixes foram estocados em condições resfriadas, em caixas isotérmicas limpas contendo gelo em escamas na proporção 1:1 (gelo:peixe) (Figuras 2 e 3), a fim de que as amostras mantivessem o frescor e a temperatura superficial ficasse próxima a 0°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). A temperatura era verificada diariamente com termômetro digital para fins de monitoramento. As caixas foram identificadas, o gelo derretido de cada caixa foi repostado diariamente e a água proveniente do degelo era drenada.

Figura 1: Peixe voador (*Hirundichthys affinis*).



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 2: Forma de organização dos peixes nas caixas isotérmicas.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 3: Peixes cobertos com gelo em escamas na proporção de 1:1.



Fonte: Arquivo pessoal.

As análises físico-químicas foram realizadas a cada 2 dias durante todo o período de estocagem em gelo, ao longo de 19 dias determinados pela detecção da diminuição do frescor, verificada através da análise sensorial. O armazenamento dos peixes foi feito em 4 caixas isotérmicas. Para todas as análises foram utilizadas duas amostras em triplicata. Para a composição de uma amostra homogênea, era retirado um peixe de cada caixa isotérmica, sendo uma amostra, composta por 4 peixes. Era retirado o músculo da região dorsal do peixe, que em seguida era triturado e homogeneizado a fim de compor uma amostra. O

procedimento era repetido para a composição da segunda amostra. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição da UFRN.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Determinação das Bases Voláteis Totais e Trimetilamina

O teor de Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT) das amostras de peixe voador (*H. affinis*) foi quantificado utilizando o método proposto pelo Laboratório Nacional de Referência Animal – LANARA (BRASIL, 1981), no qual a amônia e as amins voláteis foram destiladas por arraste de vapor, em meio levemente alcalino e quantificadas por volumetria de neutralização.

Foram pesadas 25g de amostra triturada (em triplicata), passada para liquidificador e adicionado 75mL de solução de ácido tricloroacético 5%. Tudo foi homogeneizado até obter-se uma massa homogênea e em seguida filtrado para obter um extrato límpido.

Com auxílio de pipeta volumétrica, foi transferido 5mL do extrato para aparelho de destilação semi-micro e adicionado 5mL de solução de hidróxido de sódio 2 M. O destilado foi recebido em Erlenmeyer contendo 5mL de solução de ácido clorídrico 0,01N e 3 gotas do indicador (ácido rosólico). Foi coletado cerca de 15mL do destilado.

O excesso de ácido foi titulado com solução de hidróxido de sódio 0,01N até coloração rósea pálido. Em seguida foi adicionado 1mL de formaldeído para cada 10mL de líquido no Erlenmeyer, ou seja, 3mL de formaldeído a 16% e titulado o ácido liberado com solução de hidróxido de sódio 0,01N até o mesmo ponto final.

Para o cálculo das Bases Voláteis Totais foi utilizada a equação 1:

$$BVT (mg/100g) = \frac{14 \times (75 + A) \times V \times F \times N \times 100}{P \times Va} \quad (1)$$

Onde:

A = conteúdo de água na amostra expressa como mg/ 100g. Aqui foi considerado que o conteúdo de água no músculo do peixe é de 80% do peso da amostra.

V = volume de ácido consumido em ml na titulação com solução de hidróxido de sódio 0,01N

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,01N

N = normalidade da solução de hidróxido de sódio 0,01N

P = peso da amostra em gramas

Va = volume da alíquota

Para o cálculo de Trimetilamina foi utilizada a equação a seguir:

$$TMA (mg/100g) = \frac{14 \times (75 - 1 - A) \times V' \times F \times N \times 100}{P \times Va}$$

Onde:

A = conteúdo de água na amostra expressa como mg/ 100g. Aqui foi considerado que o conteúdo de água no músculo do peixe é de 80% do peso da amostra.

V' = volume de ácido liberado em ml na titulação com solução de hidróxido de sódio 0,01N

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,01N

N = normalidade da solução de hidróxido de sódio 0,01N

P = peso da amostra em gramas

Va = volume da alíquota

4.2.2 Determinação do pH

O pH foi determinado diretamente utilizando aparelho potenciômetro, conforme protocolo do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

Foram pesadas 3 gramas da amostra em um béquer (em triplicata), diluído com auxílio de 30 mL de água destilada. O conteúdo foi agitado com auxílio de bastão de vidro até que as partículas estivessem uniformemente suspensas. Em seguida o pH foi medido diretamente, com aparelho previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante.

4.2.3 Análise estatística

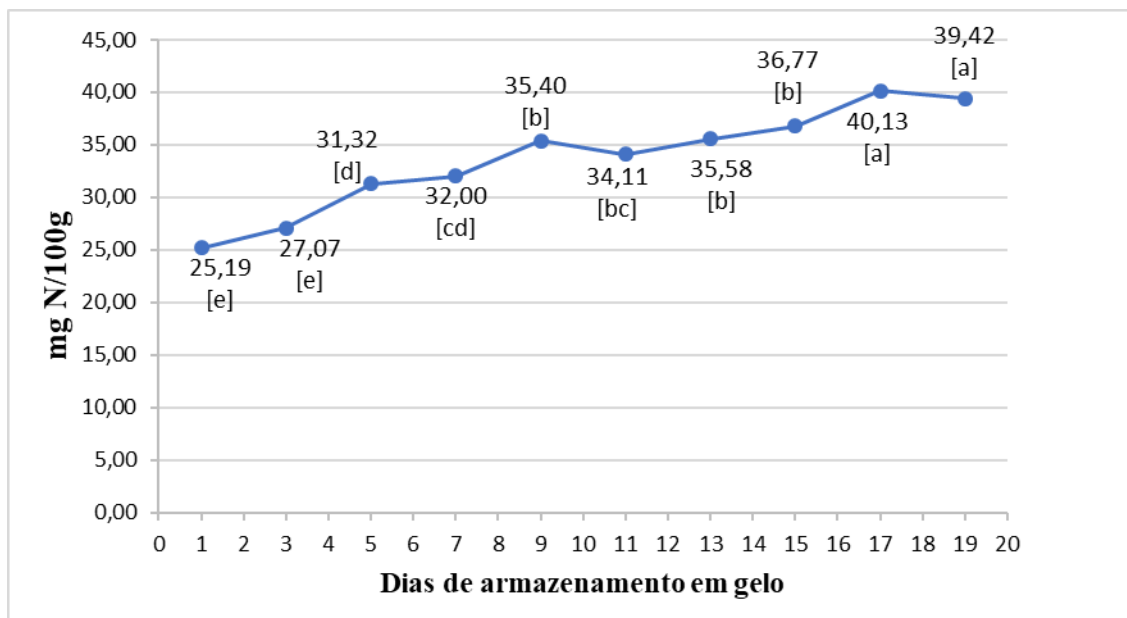
Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos à estatística descritiva utilizando o Microsoft Excel. Na possibilidade de aceitação da hipótese nula, foi realizada a ANOVA com posterior teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$), para verificar diferenças entre as médias. As análises foram realizadas por meio do software "Action 3.0".

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 BASES VOLÁTEIS TOTAIS

Os valores de Bases Voláteis Totais de acordo com os dias de armazenamento em gelo, são dispostos na Figura 4, que demonstra valores elevados desde o início das análises e crescentes no decorrer do período de estocagem em gelo ($<0,05$). Segundo Huss (1988), o teor de bases voláteis aumenta de acordo com o grau de deterioração do produto, devido à ação enzimática e bacteriana.

Figura 4: Valores de Bases Voláteis Totais (BVT) em função dos dias de armazenamento em gelo.



Durante o período de armazenamento houveram aumentos significativos ($p<0,05$) no 5º, 9º e no 17º dia de armazenamento, para esses dias, foram encontrados os valores de 31,32; 35,40 e 40,13mg N/100g da amostra, respectivamente. O limite máximo aceito no Brasil para o teor de Bases Voláteis Totais em pescado fresco é de 30 mg N/100g (BRASIL, 2017), no 5º dia de armazenamento, esse valor limite já foi ultrapassado, o que indica que a amostra pode ser considerada fresca até o 3º dia de armazenamento, de acordo com as análises realizadas.

Segundo Ruiz-Capillas e Horner (1999) o grau de deterioração em pescado, caracterizado pela produção de bases voláteis, é diferente para cada espécie e está relacionado com o tipo de processamento e tempo de armazenamento, visto que, a composição do músculo varia de espécie para espécie, o que pode explicar os valores elevados encontrados neste estudo para bases voláteis no músculo do peixe voador.

Além disso, o método de captura por Jererê, ao qual o peixe voador foi submetido neste estudo, é artesanal e bastante estressante para o pescado, o pode ter influenciado para os valores elevados de BVT, considerando que, segundo Soares e Gonçalves (2012) os métodos de captura aos quais o pescado é submetido influenciam na sua qualidade. Se o pescado passa por um procedimento de captura estressante, ao debater-se tentando se libertar das redes de pesca ou quando morre em agonia nos barcos pesqueiros, levando ao esgotamento de suas reservas de glicogênio, é causado um rigor mortis mais rápido e uma deterioração mais acelerada e intensa. Portanto, quanto mais glicogênio for preservado, maior será o tempo de vida útil do produto.

Os valores encontrados neste trabalho, diferem de estudos que utilizaram outras espécies de peixes de água salgada e pelágicos para avaliar o teor de Bases Voláteis Totais. No estudo realizado por Massa, Manca e Yeannes (2012), os valores de N-BVT de anchovas armazenadas no gelo por 10 dias variaram de 18,43mg N/ 100 g no início do armazenamento até 30,09 mg N/ 100g no 10º dia.

Andrade et al. (2012) encontraram um teor inicial de BVT nas amostras de sardinha verdadeira e sardinha boca torta de 15,40mg N/100g e 14,38mg N/100g, respectivamente, aumentando gradualmente e atingindo o limite máximo de 30mg N/100g permitido na legislação brasileira após o 14º dia de estocagem nas duas amostras.

Bernadi (2012), analisou exemplares de peixe-sapo durante 18 dias de armazenamento em condições controladas de temperatura e observou um aumento contínuo nos valores de N-BVT até o último dia de estocagem, atingindo o limite máximo estabelecido pela legislação brasileira também após o 14º dia de estocagem em gelo, quando alcançou o valor de 29,40mg N/100g. Gonçalves e Soares (2017), analisando Carapeba fresca, encontraram valores de BVT que aumentaram diariamente a partir do 6º dia de armazenamento, mas apenas no 12º dia atingiu valores de 30,43 mg 100 g, próximo ao limite de aceitabilidade.

Dentre os peixes de água doce, no estudo de Borges et al. (2013) os resultados obtidos para o valor de N-BVT, para o Pacu durante 17 dias de armazenamento em gelo variaram de 8,82 a 18,90 mg de N/100 g, valores bem abaixo dos encontrados nesse estudo.

Santos et al. (2014) encontraram valores iniciais médios de N-BVT para Acoupa de 12,53, 18,62 e 25,49 mg / 100 g no lote 1 (20 dias de armazenamento), lote 3 (2º, 6º, 9º, 13º e 16º dias de armazenamento) e lote 4 (1º, 5º, 8º, 15º e 19º dias de armazenamento) e concluíram que o N-BVT não é útil como um índice de frescor pois indica apenas estágios avançados de deterioração.

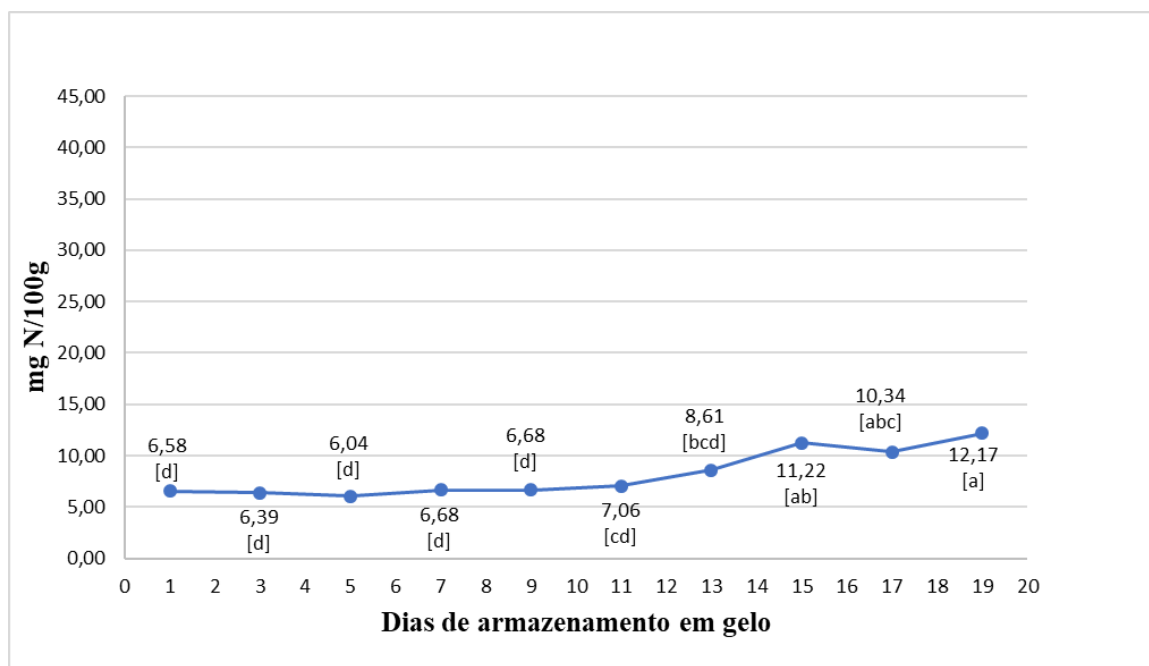
De acordo com Huss (1988), o conteúdo total de compostos básicos voláteis em pescado é geralmente baixo nas primeiras etapas de armazenamento em gelo. Somente quando o pescado apresenta perda de qualidade, esse conteúdo aumenta rapidamente. No caso do peixe voador esses valores já se apresentaram elevados desde o início das análises, indicando que esta pode ser uma característica da espécie, também estando relacionado ao método de captura empregado.

A própria legislação brasileira determina que poderão ser estabelecidos valores de bases voláteis totais distintos dos dispostos na resolução para determinadas espécies, a serem definidas em normas complementares, caso haja evidências científicas de que os valores naturais dessas espécies diferem dos fixados (BRASIL, 2017). Isso reafirma que os valores apresentados podem ser inerentes a espécie pesquisada neste estudo.

5.2 TRIMETILAMINA

Pode-se observar na Figura 5, que os valores de Trimetilamina mantiveram-se crescentes durante o período de estocagem em gelo, variando de 6,58, inicialmente, a 12,17mg N/100g ao final do período de armazenamento, diferindo de resultados obtidos em outros estudos, e demonstrando diferença significativa ($p < 0,05$) no 15º dia de armazenamento (11,22mg N/100g). Segundo Ruiz-Capillas e Horner, (1999), os níveis de TMA-N aumentam com o aparecimento da deterioração microbiana e são os principais responsáveis pelos odores que aumentam à medida que a deterioração prossegue.

Figura 5: Valores de Trimetilamina (TMA) em função do período de armazenamento.



No estudo de Andrade et al. (2012), foi encontrado um teor inicial de TMA de 1,85mg N/100g em amostras de sardinha verdadeira e 2,51mg N/100g em amostras de sardinha boca torta. Este valor inicial de TMA foi semelhante ao encontrado no estudo de Gonçalves e Soares (2017), que variou de 1,23 (1º dia) a 5,92 mg N 100 g⁻¹ (18º dia) para Carapeba inteira fresca.

Com relação aos valores de TMA analisados no estudo de Bernadi (2012) utilizando exemplares de peixe-sapo durante 18 dias observou-se um aumento gradual do início ao fim da estocagem variando de 0,38 a 21,63mg N/100g.

Os valores encontrados nestes estudos diferem dos resultados encontrados para o peixe voador, tanto nos valores iniciais, que no caso dessas espécies foram baixos quando se compara com o peixe voador, e também na variação ao longo do armazenamento.

Os valores elevados de TMA, encontrados para o peixe voador, confirmam o fato relatado por Ruiz-Capillas e Horner (1999) de que diferenças em valores de TMA podem ocorrer e variar entre as espécies, já que o grau de deterioração em pescado, caracterizado pela produção de TMA é diferente para cada espécie devido a composição do próprio músculo e está relacionado com o tipo de processamento e tempo de armazenamento.

Mesmo a Trimetilamina sendo um indicador importante do processo de deterioração em pescado, o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) de 2017 não faz exigências quanto a teores de Trimetilamina para determinação de frescor em pescados.

5.3 pH

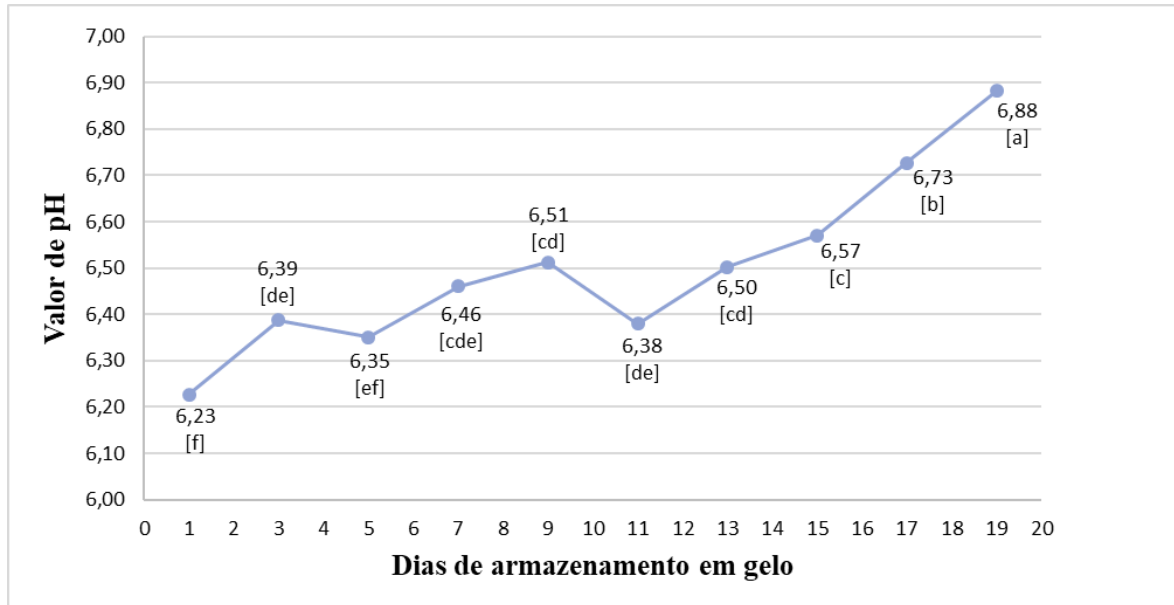
A Figura 6 demonstra os valores encontrados de pH durante o período de estocagem em gelo, que também se mostraram crescentes em relação aos dias de armazenamento, variando de 6,23 a 6,88 do 1º ao no 19º dia de armazenamento, demonstrando aumentos significativos ($p < 0,05$) no 3º, 17º e 19º dias de armazenamento, apresentando valores para pH de 6,39, 6,73 e 6,88, respectivamente.

Levando em consideração que a legislação (BRASIL, 2017) considera como fresco o pescado que apresenta no pH da musculatura, valor inferior a 7,00, o presente estudo indica que o pescado analisado se manteve dentro do limite estabelecido durante todo o período analisado.

Após a morte do peixe, a quantidade de glicogênio diminui e ocorre acúmulo de ácido láctico, determinando o teor de pH do músculo do peixe. Além disso, o processo de

decomposição do pescado geralmente altera a concentração de íons hidrogênio que é quase sempre alterada durante o processo de decomposição hidrolítica, oxidação ou fermentação do músculo (BORGES et al., 2013).

Figura 6: Valores de pH de acordo com o tempo de armazenamento.



Resultado semelhante ao desse estudo foi encontrado por Gonçalves e Soares (2017), utilizando a carne do peixe Carapeba, que apresentou um valor de pH médio inicial de 6,16 e atingiu o valor de pH 6,96 no 18º dia de armazenamento.

Um aumento progressivo também foi observado nos valores encontrados para pH, no estudo de Bernadi (2012) com peixe sapo no decorrer do período de 18 dias de armazenamento em gelo, onde o pH variou de 6,15 a 6,96 nos dias 0 e 18 de estocagem em gelo.

6 CONCLUSÕES

De acordo com a legislação brasileira e considerando o teor de Bases Voláteis Totais, sugere-se que o produto pode ser considerado próprio para o consumo, até o 3º dia de armazenamento em gelo.

No que diz respeito ao teor de Trimetilamina, os valores se mostraram crescentes desde o início do armazenamento, porém, não há um valor limite estabelecido pela legislação para determinação de frescor com base no teor de TMA, apesar de ser um importante indicador do grau de deterioração do pescado. O valor de pH também demonstrou alteração crescente, porém permanece dentro do limite aceito pela legislação durante o período de armazenamento analisado.

Contudo, os métodos utilizados neste estudo não devem ser avaliados isolados para determinar a vida de prateleira do produto estudado, sendo assim, são necessárias mais análises, principalmente de natureza microbiológica e sensorial, para que os resultados obtidos neste trabalho sejam validados.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, G. V., FREITAS, D. D. G. C. Método do índice de qualidade na determinação do frescor de peixes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.11, p.2093-2100, nov, 2013.
- ANDRADE, S. da C. S. et al. Validade comercial de sardinhas inteiras e refrigeradas avaliada por análises físico-químicas, bacteriológicas e sensorial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p.1901-1907, out. 2012.
- ARAÚJO, A. S. et al. Características morfométricas-merísticas, peso-comprimento e maturação gonadal do peixe voador, *Hirundichthys affinis* (Günther, 1866). **Biota Amazônia**, Macapá, v. 1, n. 2, p.29-35, dez. 2011.
- AUBOURG, S. P. et al. Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). **Food Chemistry**, Galicia, v. 90, n. 3, p.445-452, may. 2005.
- BERNARDI, D. C. **Método do Índice de Qualidade (MIQ) desenvolvido para a espécie marinha peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) eviscerada e estocada em gelo.** 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.
- BORGES, A. et al. Quality Index Method (QIM) developed for pacu *Piaractus mesopotamicus* and determination of its shelf life. **Food Research International**, v.54, n. 1, p.311-317, nov. 2013.
- BRASIL. Decreto no. 9.013 de 29/03/17. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.** Brasília: SIPA, DICAR, Ministério da Agricultura, 2017.
- BRASIL. Decreto no. 30691 de 29/03/52. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.** Brasília: SIPA, DICAR, Ministério da Agricultura, 1952.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal, LANARA. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**, Ministério da Agricultura, Brasília, DF, 1981.
- BRASIL. Ministério da pesca e aquicultura. **1º anuário brasileiro da pesca e aquicultura.** 2014. 133p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos. Edição IV. **Instituto Adolfo Lutz.** Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- CARVALHO, I. T. Microbiologia dos alimentos. Recife, EDUFRPE, 2010, 86f.
- CARVALHO, R.A.P.L.F., MACEDO, C. S., DAMASCENO, K.S.F.S.C. Projeto Voador: agregação de valor e renda ao pescado em Caiçara do Norte. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Norte (SEBRAE / RN), Fundação Norte-Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura (FUNPEC), Escola Agrícola de Jundiáí (EAJ), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). 103p., 2016.

ECHEVENGUÁ, M. M. et al. Qualidade da polpa da carpa Húngara transportada viva ou no gelo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p.2004-2010, out. 2008.

FISHSTTJ. Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>>. Acesso em: 09 de abril 2018.

GONÇALVES, A. A.; SOARES, K. M. de P. Quality Index Method scheme for whole fresh carapeba (*Eucinostomus gula*, Quoy & Gaimard, 1824) stored in ice. **Brazilian Journal Of Food Technology**, Campinas, v. 20, 2017.

HUSS, H. H. El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. In:FAO. **Manual de Capacitación Preparado por el Programa de Capacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad**. Roma: FAO, 1988. V.29.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **Instituto Adolfo Lutz**, p. 1020, 2008.

LEITÃO, M. F. F. Alterações químicas e microbiológicas em Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) armazenado sob refrigeração a 5°C. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 17, n. 2, p.160-166, mai-ago 1997.

KOUNIS, N. G. et al. Histamine induced coronary artery spasm, fish consumption and Kounis syndrome. **International Journal of Cardiology**, Patras, v. 193, p.39-41, may 2015.

MASSA, A. E.; MANCA, E.; YEANNES, M. I. Development of Quality Index Method for anchovy (*Engraulis anchoita*) stored in ice: Assessment of its shelf-life by chemical and sensory methods. **Food Science And Technology International**, v. 18, n. 4, p.339-351, ago. 2012.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura - Brasil 2010**. Brasília, fev. 2012.

NEIVA, C. D. P. Valor agregado x qualidade do pescado. Capturado em 15 out. 2004. On line. Disponível na internet: www.pescabrasil.com.br

OCAÑO-HIGUERA, V. M. et al. Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. **Food Chemistry**, Hermosillo, v. 125, n. 1, p.49-54, mar. 2011.

OLIVEIRA, M. R. et al. Caracterização da produção do peixe-voador, *Hirundichthys affinis* em Caiçara do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil: durante 1993 a 2010. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, n. 2, p. 23-32, 2013.

OLIVEIRA, M. R. et al. Reproductive aspects of the flyingfish, *Hirundichthys affinis* from the Northeastern coastal waters of Brazil. **Brazilian Journal Of Biology**, São Carlos, v. 75, n. 1, p.198-207, mar. 2015.

OLIVEIRA, P. R. et al. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) durante estocagem em gelo. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 1, p.67-74, mar. 2014.

PACHECO-AGUILAR, R.; LUGO-SÁNCHEZ, M. E.; ROBLES-BURGUENÕ, M. R. Postmortem Biochemical and Functional Characteristic of Monterey Sardine Muscle Stored at 0 °C. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 1, p.40-47, 2000.

RAHMANIFARAH, K., SHABANPOUR, B. AND SATTARI, A. Effects of clove oil on behavior and flesh quality of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in comparison with pre-slaughter CO2 stunning, chilling and asphyxia. **Turk J Fish Aqua Sci**, v. 11, p. 139-147, 2011.

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

RODRIGUES, B. L. et al. Qualidade físico-química do pescado utilizado na elaboração de sushis e sashimis de atum e salmão comercializados no município do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1847-1854, set./out. 2012.

ROSINVALLI L. J; BAKER II D. W. Low temperature preservation of seafoods: A review. **Marine Fisheries Review**, v. 43, n. 4, p.1-15, apr. 1981

RÜEGG, R. A. B. **Peixe-voador (*Hirundichthys affinis*): composição centesimal em diferentes épocas do ano**. 2013. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2013.

RUIZ-CAPILLAS, C.; HORNER, W. Determination of trimethylamine nitrogen and total volatile basic nitrogen in fresh fish by flow injection analysis. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, Madrid, v. 79, p.1982-1986, jun. 1999.

SALDANHA, H. Peixes migradores: uma vida entre o Mar e o Rio. Disponível em:<http://www.rhpdm.uevora.pt/diadromousfishes_pt.html>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

SANTOS, A. P. B. dos et al. Development of Quality Index Method (QIM) scheme for Acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*). **Lwt - Food Science and Technology**, v. 57, n. 1, p. 267-275, jun. 2014.

SILVA, R. X. et al. QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DA TILÁPIA (*Oreochromis* spp.) FRESCA E CONGELADA EM MERCADOS PÚBLICOS. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n. 4, p.574-580, dez. 2016.

SOARES K. M. P., GONÇALVES A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 71, n. 1, p.1-10, 2012.

SOUZA, A. L. M. et al. Histamina e rastreamento de pescado: revisão de literatura. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p.1-11, 2015.

VIEGAS, E. M. M et al. Métodos de abate e qualidade da carne de peixe. **Arch. Zootec**. p. 41-50. 2012.

VYNCKE, W. et al. Determination of total volatile bases in fish: a collaborative study by the West European Fish Technologists' Association (WEFTA). **Z Lebensm Unters Forsch**, Merelbeke, v. 184, p.110-114, 1987.

XAVIER, A. C. R. et al. **Avaliação do shelf-life do salmão defumado submetido à estocagem refrigerada.** Congresso Internacional de Atividade Física, Nutrição e Saúde, v. 1, n. 1, p. 1 – 13, 2017