

ANÁLISE DE BNVT E DO PH DAS ESPECIES *Nebris microps*, *Pangasius hypophthalmus* E DO *Litopenaeus vannamei* COMO FERRAMENTA DE CONTROLE DE QUALIDADE

ANALYSIS OF TVBN AND PH IN THE SPECIES *Nebris microps*, *Pangasius hypophthalmus*, AND *Litopenaeus vannamei* AS A QUALITY CONTROL TOOL

Samella Raphissa Souza Lira^{1*}; Alline Vieira Coelho¹; Diego Aurélio dos Santos Cunha¹; Elaine Cristina Batista dos Santos²

¹Engenheiro(a) de Pesca

²Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

*e-mail: liraquaconsul@gmail.com

Recebido: 22/07/2023 / Publicado: 09/04/2025

Resumo O presente estudo tem como objetivo avaliar os índices de bases voláteis totais e pH em pescado como ferramenta de controle de qualidade. Foram utilizadas três espécies de pescado, amor sem olho (*Nebris microps*), panga (*Pangasius hypophthalmus*) e o Camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*), provenientes da pesca, de uma piscicultura e feira livre, respectivamente. O estudo foi conduzido com dois tratamentos para cada espécie, sendo inteiro e eviscerado para peixes, e inteiro e descabeçado para camarão, todos mantidos sob refrigeração em caixas isotérmicas, com camadas alternadas de gelo em escama. As amostragens ocorreram nos tempos 0, 1, 2, 5, 8 e 10 dias. Para análise de BNVT foi utilizado a metodologia de Howgate, as medidas de pH conforme Instituto Adolf Lutz e análise de coloração pela observação dos escores RGB e Luminosidade. Observaram-se alterações em todos os tratamentos ao longo do tempo, no entanto, de acordo com o limite estipulado para BNVT o *Nebris microps* e o *Litopenaeus vannamei* encontraram-se impróprios para o consumo após 10 dias, ultrapassando de forma expressiva o limite de descarte (30mgN/100g), o *Pangasius hypophthalmus* mesmo apresentando aumento gradativo ao longo dos dias, não ultrapassou o valor de descarte, estando apto para consumo até o fim do experimento. Foi observado uma forte associação entre os teores de BNVT e a variação do pH, segundo o teste de *Spearman*. O escores de coloração RGB e Luminosidade diferiram significativamente entre os tratamentos, tendo o fator Luminosidade os valores mais elevados entre a mesma espécie, não sendo

influenciados pelo tempo e forma de estocagem. Afirma-se com este estudo que, o período máximo de estocagem em gelo para o *Nebris microps* e o *Litopenaeus vannamei* não deve ultrapassar 8 dias e para o *Pangasius hypophthalmus* 10 dias.

Palavras-Chave: pescado; análise; bases nitrogenadas voláteis.

Abstract This study aims to evaluate total volatile base nitrogen (TVBN) and pH levels in fish as a quality control tool. Three fish species were used: *Nebris microps* (commonly known as "amor sem olho"), *Pangasius hypophthalmus* (panga), and *Litopenaeus vannamei* (marine shrimp), sourced respectively from wild catch, aquaculture, and a local street market. The study was conducted with two treatments for each species: whole and eviscerated for fish, and whole and headless for shrimp. All samples were stored under refrigeration in insulated boxes with alternating layers of flake ice. Sampling occurred on days 0, 1, 2, 5, 8, and 10. TVBN was analyzed using the Howgate method, pH measurements followed the Adolf Lutz Institute guidelines, and color was assessed based on RGB and Luminosity score observations. Changes were observed in all treatments over time. However, based on the established TVBN limit, *Nebris microps* and *Litopenaeus vannamei* were considered unfit for consumption after 10 days, significantly exceeding the discard limit (30 mgN/100g). Despite showing a gradual increase over time, *Pangasius hypophthalmus* did not exceed the discard threshold and remained suitable for

consumption until the end of the experiment. A strong correlation between TVBN levels and pH variation was observed according to Spearman's test. RGB and Luminosity color scores differed significantly among treatments, with Luminosity presenting the highest values within the same species, unaffected by storage duration or treatment type. This study concludes that the

maximum storage time on ice should not exceed 8 days for *Nebris microps* and *Litopenaeus vannamei*, and 10 days for *Pangasius hypophthalmus*.

Keywords: fish; analysis; volatile nitrogenous bases.

Introdução

O pescado contribui para a saúde e o rendimento de mais de 10% da população mundial, melhorando a segurança alimentar e nutricional (Bené et al. 2015). O consumo de peixe pelo menos duas vezes por semana como parte de uma dieta saudável é benéfico para um coração saudável (Chen et al. 2021), está associado a um menor risco de doenças cardiovasculares, depressão e mortalidade, tornando-o uma fonte alimentar saudável de proteína (Jayedi e Shab-Bidar, 2020) e é altamente recomendado na alimentação (Maulu et al. 2021).

O pescado é um alimento saudável, rico em proteínas animais de qualidade, ácidos graxos poliinsaturados e micronutrientes, contribuindo para a segurança alimentar e nutricional (Mohanty et al. 2017), é uma fonte alimentar rica em nutrientes, vitaminas D e B12, iodo, selênio e zinco, que são benéficos para a saúde geral e combatem a desnutrição (Prakash et al. 2023), indispensáveis na nutrição humana (Ahmed et al. 2022) e trazem vários benefícios à saúde (Ali et al. 2022).

Os produtos pesqueiros têm uma vida útil curta devido às suas características intrínsecas (Yu et al. 2020), o resfriamento e o congelamento do pescado, bem como o tempo de armazenamento, a temperatura e a quantidade de gelo influenciam também (Duarte et al. 2020) e as alterações no brilho, pele e muco dependem diretamente de como o pescado é tratado e manuseado na despesca (Cunha et al. 2020).

A indústria avalia a qualidade dos alimentos usando ferramentas de avaliação objetiva, avaliação do consumidor/sensorial e concentrando-se nas propriedades físicas, composição química e contaminantes (Mihafu et al. 2020). A comercialização eficaz do pescado é crucial para sustentar a sua qualidade e perecibilidade, pois envolve vários intervenientes desde a produção ao consumo, definindo preço e qualidade (Sharma, 2020).

O nitrogênio básico volátil total (TVB-N) é liberado pelo pescado (Boruah et al. 2018), é um dos principais fatores responsáveis pela restrição da qualidade do peixe durante o armazenamento (Prabhakar et al. 2020) e é um índice amplamente utilizado para avaliar o frescor (Shim e Jeong, 2019; Zhang et al. 2021).

A manipulação de nucleotídeos em peixes está intimamente relacionada ao frescor e à qualidade sensorial, com alterações nos metabólitos diferentes dependendo da temperatura de armazenamento (Dong et al. 2019).

Este estudo teve como objetivo a avaliação dos níveis de bases nitrogenadas voláteis totais sua relação com as medidas de pH e coloração, para determinação de frescor e qualidade em três espécies distintas de pescado.

Material e Métodos

Foram utilizadas três espécies de pescado para o desenvolvimento da pesquisa, o *Nebris microps* (amor-sem-olho) oriundo da pesca, adquirido no município de Apicum-açu-MA, o *Pangasius hypophthalmus* (peixe-panga) adquirido em uma piscicultura localizada no município de Bom

Jardim-MA e o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* adquirido em feira livre no município de São Luís-MA.

Foram utilizados 12 exemplares para cada espécie de panga e amor-sem-olho e 1kg de camarão marinho. Todas as espécies foram transportadas ao Laboratório de Tecnologia do Pescado-LABTEP, que fica localizado na Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, campus Paulo VI, em caixas isotérmicas com camadas alternadas de gelo e mantidos nestas condições durante todo período de análise, com reposição diária de gelo para manutenção de resfriamento.

Cada grupo de espécies foi separada aleatoriamente em seis indivíduos por grupo, sendo estes, inteiro e eviscerado (panga e amor-sem-olho), inteiro e descabeçado (camarão). Cada grupo foi estocado separadamente e nas mesmas condições de acondicionamento em caixas isotérmicas e camadas alternadas de gelo em escama.

As análises foram realizadas em 0, 1, 2, 5, 8 e 10 dias de estocagem. Em todos os exemplares de peixe foram obtidas as medidas de peso em balança digital e comprimento total com auxílio de régua milimetrada. Para o tratamento eviscerado os exemplares foram submetidos a evisceração por corte longitudinal na região abdominal e remoção total das vísceras. O camarão foi submetido à pesagem e dividido em duas porções de 500g, seguido da remoção manual do cefalotórax para composição do grupo descabeçado (figura 1).

Figura 1. Espécies utilizadas no estudo, amor sem olho (A), o panga (B) e camarão marinho (C).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dos grupos inteiros e descabeçados dos camarões (*Litopenaeus vannamei*) foram separadas em 18 porções de 60 g acondicionadas em embalagem tipo *ziploc*, as quais foram mantidas em gelo por todo período de análise.

Um exemplar de cada espécie e grupo de tratamento foi selecionado aleatoriamente e submetidos ao processo de filetagem, seguidos de trituração em processador de alimentos e submetidos a análises de coloração, pH e BNVT.

Para a realização das análises de coloração, foi utilizado o método descrito por Cunha et al. (2024), foi realizado o registro fotográfico dos filés de *Nebris microps*, *Pangasius hypophthalmus* e do *Litopenaeus vannamei*, utilizando uma câmera fotográfica de dispositivo móvel, com foco ajustável e *zoom* óptico de 16 *megapixels*. As imagens registradas foram transferidas para um computador onde realizou-se as análises do padrão de coloração digital RGB (*Red*, *Green*, *Blue*) com o *software* de edição de cores – *Paint* da *Microsoft Windows 10*, para que ocorresse a determinação dos valores a leitura foi feita aleatoriamente em 10 pontos equidistantes de cada amostra determinando assim os padrões de RGB e luminosidade.

A medição da temperatura interna de cada indivíduo foi realizada com introdução de um termômetro tipo espeto na porção muscular dorso-cranial dos peixes. O processo de determinação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizado através da pesagem de 10g do músculo triturado, homogeneizadas com 40 mL de água destilada e leitura com a imersão do eletrodo na amostra, utilizando sonda multiparâmetro.

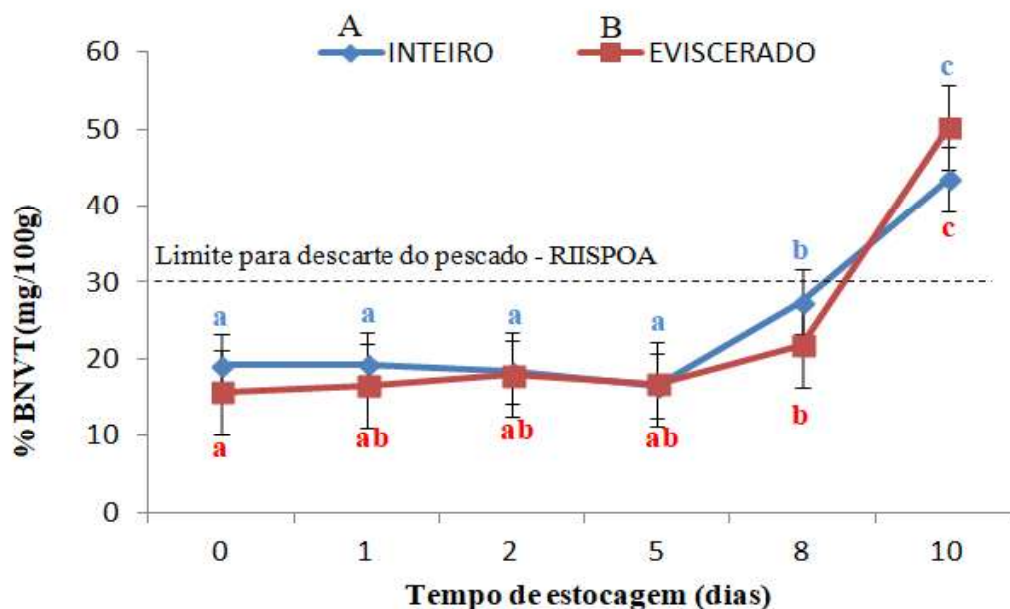
Para determinar a concentração de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT), foram utilizados um exemplar de cada tratamento, a partir de uma porção de 10g de músculo triturado, nos tempos 0,

1, 2, 5, 8 e 10 dias, de acordo com a metodologia de Howgate, (1976). As análises foram realizadas em triplicatas.

Resultados e Discussão

Foi constatado uma alteração entre os tratamentos e o período de estocagem para os teores de B-NVT, apresentando níveis mais elevados no 10º dia de estocagem. Para o *Nebris microps* o período máximo observado em que o peixe ainda se apresentava dentro do limite para consumo é de oito dias, como mostra a figura 2, pois após 10 dias ocorreu aumento expressivo dos níveis de bases voláteis determinado pela legislação, ou seja, 30 mgN/100g (BRASIL, 2020). Até o 8º dia de estocagem os exemplares do tratamento eviscerado apresentaram valores inferiores aos peixes inteiros, no entanto, curiosamente, após este período o pescado inteiro apresentou menor teor de BNVT.

Figura 2. Teores de BNVT (Bases Nitrogenadas Voláteis Totais) em exemplares de amor sem olho (*Nebris microps*) inteiro e eviscerado resfriado.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Letras maiúsculas indicam diferença entre os tratamentos. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativa entre os tempos dentro do mesmo tratamento pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)

Segundo Savay da Silva et al. (2008), os índices de bases voláteis totais aumentam progressivamente com o passar dos dias e consequentemente com a deterioração do produto, o que aconteceu neste estudo. Para Ogawa et al. (1999), o pescado deve apresentar valores de BNVT entre 5 a 10mg/100g para ser considerado em estado de frescor excelente, quando atinge 25 mg/100g apresenta um frescor razoável, com o início da putrefação o teor encontra-se entre 30 a 40 mg, quando apresenta índice elevado de deterioração os valores ficam acima de 50 mg/100g, no estudo com o *Nebris microps* no presente trabalho até o oitavo dia de análise o pescado manteve-se dentro dos limites aceitáveis.

Tomita et al. (2006), constatou em amostras de pescado marinho refrigerado, coletados aleatoriamente, os valores que variavam entre 10,16 e 42,01 mgN/100g, os parâmetros para pescado eviscerado apresentaram valores mais adequados em comparação ao pescado inteiro, o que segundo

Ogawa (1999), pode ser ocasionado pela diminuição das enzimas do tecido visceral, que são responsáveis por acelerar a autólise.

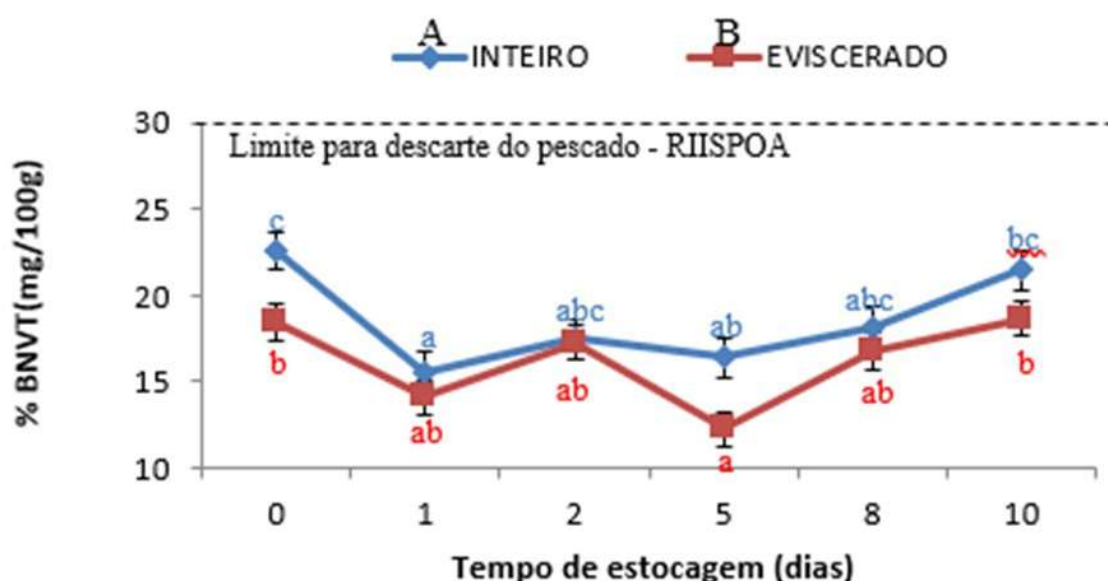
Em estudos realizados por Santos (2011), com pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) mostraram aumento nos níveis de BNVT nos quatro lotes avaliados ao final do período de vinte cinco dias, armazenados em gelo, com valores que variaram entre 23,8 a 159 mgN/100g, o que mostrou que mesmo em lotes onde os valores não ultrapassaram o limite estipulado os níveis encontrado de bases voláteis tiveram crescimento no decorrer dos dias.

Segundo Costa (2004) em estudos realizados com carapau (*Trachurus trachurus*) comercializado no interior de Portugal, refrigerados a 8°C e analisados em dois tempos, no dia da aquisição e 48 h após a primeira análise, revelam que no primeiro dia dos testes o valor obtido para as bases voláteis totais teve média de 27,36 mgN/100g, já no segundo dia de teste os valores ficaram superiores aos permitidos, tendo média de 47,47 mgN/100g, os teores de BNVT foram mais elevados no segundo tratamento, os resultados obtidos mostram que mesmo no primeiro tempo os índices se encontravam próximos ao limite de descarte, o que pode ter relação com o tempo de captura, este pode ter ocorrido há vários dias anteriores ao experimento.

Vale ressaltar que em alguns casos os resultados obtidos nas análises de BNVT superam o valor estipulado, mas o produto continua apto para o consumo (Taha, 1988), por isso a importância de aliar esse parâmetro com o pH, para uma maior eficiência na avaliação de qualidade.

Os valores encontrados para o *Pangasius hypophthalmus*, (figura 3) em comparação com os do *Nebris microps* encontraram-se inferiores, isso se deve ao fato de que o peixe de água doce não apresenta óxido de trimetilamina (OTMA) e contém quantidades inferiores de amônia, substâncias capazes de estimular o surgimento das bases nitrogenadas voláteis. Os valores continuam apresentando diferença entre os tratamentos e ao longo dos dias, os índices para o pescado inteiro foram superiores ao eviscerado, o *Pangasius hypophthalmus* ainda se encontrava apto para o consumo ao longo de 10 dias de armazenamento em gelo com base no limite de descarte de 30 mgN/100g.

Figura 3. Teores de BNVT (Bases Nitrogenadas Voláteis Totais) panga (*Pangasius hypophthalmus*) inteiro e eviscerado resfriado.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Letras maiúsculas indicam diferença entre os tratamentos. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativa entre os tempos dentro do mesmo tratamento pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)

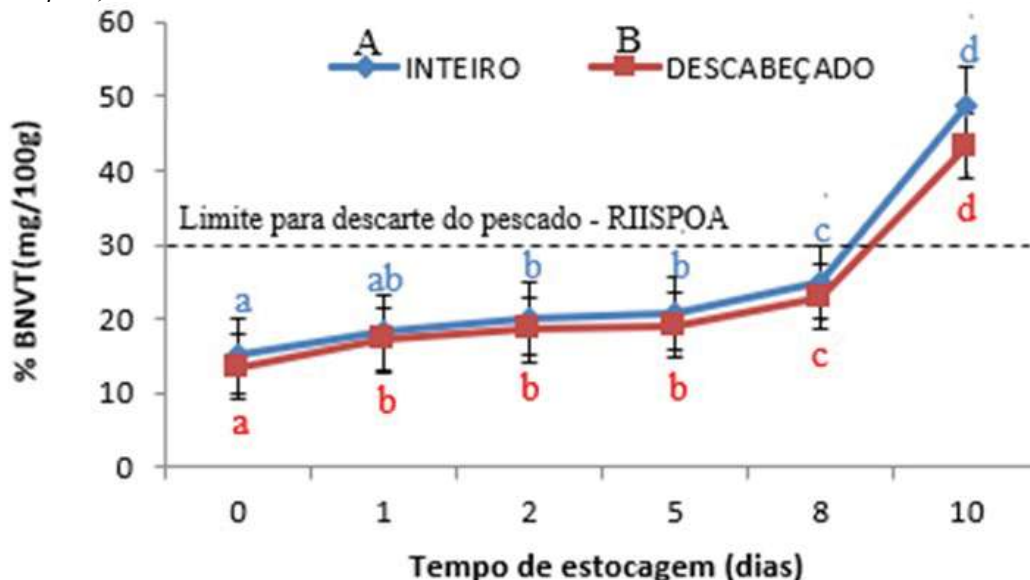
Almeida et al. (2006), em trabalho realizado com exemplares de tambaqui (*Collossoma macropomum*) estocados em gelo e avaliados durante 54 dias observou que valores de BNVT aumentaram gradativamente ao longo do tempo, onde apenas no quadragésimo quinto dia ultrapassou o limite permitido, chegando a 32 mgN/100g, no período de 6 a 12 dias de estocagem o índice não ultrapassaram 15 mgN/100g o que se assemelha ao panga avaliado neste estudo, com 10 dias estocados os valores eram inferiores a 25 mgN/100g.

Para Santos (2013) ao analisar os valores de bases voláteis totais em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida a diferentes métodos de abate, mostrou que ao longo de 19 dias os valores de BNVT eram inferiores a 30 mgN/100g, o que também foi apontado por Albuquerque, et al. (2004), ao analisar a mesma espécie.

Os valores encontrados para o pirarucu (*Arapaima gigas*), segundo Oliveira (2014) chegaram à média máxima de 18,85 mgN/100g em um período de 36 dias de estocagem, valores encontrados para peixes nativos de água doce da Amazônia (Andrade et al. 2010). Os trabalhos já realizados para determinação dos índices de BNVT em pescado de água doce, constatarem níveis inferiores com relação ao limite de bases voláteis totais permitido para comercialização, assemelhando-se aos encontrados no presente trabalho.

Entre as espécies analisadas no referente trabalho o camarão *Litopenaeus vannamei* apresentou índices de bases voláteis mais críticos (figura 4), onde os valores cresceram gradativamente ao longo dos dias, mas no décimo dia observou-se valores expressivamente elevados, tornando-se impróprio para o consumo, assim como observado nas outras espécies, ocorreram alterações tanto com relação ao tratamento, quanto dentro de cada tratamento ao desenvolvimento da pesquisa.

Figura 4. Teores de BNVT (Bases Nitrogenadas Voláteis Totais) no camarão (*Litopenaeus vannamei*) inteiro e descabeçado, resfriado.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Letras maiúsculas indicam diferença entre os tratamentos. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativa entre os tempos dentro do mesmo tratamento pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)

Os resultados obtidos nesse trabalho divergem dos de Oliveira et al. (2009), onde apenas com 20 dias a mesma espécie estaria impróprio para o consumo e os valores encontrados para o tratamento feito com camarões descabeçados foi superior ao inteiro. Fazendo uma relação com os dados obtidos no presente trabalho Oliveira et al. (2009), mostrou que com 10 dias o camarão inteiro tinha média de 21,85 mgN/100g e o descabeçado com 18,64 mgN/100g, sendo portando inferiores, os

resultados podem ter variado devido a procedência da matéria prima já que para sua pesquisa de Oliveira et al. (2009), adquiriu camarões direto de uma empresa especializada em comercialização de pescado, e os utilizados neste trabalho foram comprados em uma feira livre.

Neto (2017) em pesquisa feita com *Litopenaeus vannamei* adquiridos de uma fazenda de criação, apontam valores semelhantes, levando-se em conta o tratamento controle apresentado por ele, que mostraram valores elevados desde o primeiro dia de análise. Segundo Sireno et al. (2010), as variações encontradas para a mesma espécie ficaram entre 12,09 mgN/100g no primeiro dia e tornaram-se imprópria para o consumo no decimo primeiro ultrapassando o limite com 36 mgN/100g e assemelhando-se aos obtidos no presente estudo, mostrando que com o passar dos dias os níveis de BNVT tendem a crescer até ultrapassarem o limite tolerável caracterizando, portanto, deterioração do produto.

Para os valores de pH com exceção do *Nebris microps*, o *Pangasius hypophthalmus* e *Litopenaeus vannamei*, apresentaram diferença entre os tratamentos, porém todas as espécies mostraram alterações com relação ao tempo dentro de um mesmo tratamento (tabela 1). Evidenciando que o pH sofre alteração durante o período de estocagem, assim como as bases voláteis totais. Com base no teste de associação de *Spearman*, o pH e as BNVT apresentaram uma relação positiva, estando, portanto, diretamente relacionadas, ou seja, quando uma altera a outra tende a alterar também.

Tabela 1. Medidas de pH muscular em amor sem olho (*Nebris microps*), panga (*Pangasius hypophthalmus*) e camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) estocados em gelo.

| Tempo (dias) | pH | | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | <i>Nebris microps</i> ^{ns} | | <i>Pangasius</i> [*] | | <i>L. vannamei</i> [*] | |
| | INTEIRO | EVISGERADO | INTEIRO | EVISGERADO | INTEIRO | DESCABEÇADO |
| 0 | 7,10±0,04 ^a | 7,16±0,02 ^{ab} | 6,37±0,07 ^a | 6,39±0,07 ^a | 7,03±0,14 ^{ab} | 7,00±0,14 ^a |
| 1 | 7,26±0,05 ^{ab} | 7,34±0,04 ^{bc} | 6,50±0,01 ^b | 6,39±0,03 ^a | 7,05±0,07 ^a | 7,35±0,07 ^b |
| 2 | 7,23±0,01 ^{ab} | 7,07±0,04 ^a | 6,59±0,01 ^b | 6,57±0,02 ^b | 7,25±0,07 ^{ab} | 7,15±0,07 ^{ab} |
| 5 | 7,17±0,05 ^{ab} | 7,11±0,03 ^a | 6,50±0,05 ^b | 6,43±0,01 ^a | 7,05±0,07 ^a | 7,00±0,14 ^a |
| 8 | 7,32±0,02 ^b | 7,39±0,04 ^c | 7,28±0,05 ^d | 7,02±0,03 ^d | 7,30±0,00 ^{ab} | 7,00±0,14 ^a |
| 10 | 7,67±0,07 ^c | 7,66±0,24 ^d | 6,74±0,05 ^c | 6,74±0,04 ^c | 7,40±0,00 ^b | 7,25±0,07 ^{ab} |

Média ± desvio padrão da média. ^{ns} não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, ^{*} apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Letras diferentes na mesma coluna, indicam diferença significativa em função do tempo dentro do mesmo tratamento - Tukey (p<0,05).

Em pescado fresco o pH segundo Oehlenschläger e Sorensen (1997) deve ser inferior a 7, Anjos (2019) trabalhando com o *Nebris microps* encontrou valores inferiores aos obtidos por este estudo, mesmo ao longo de 15 dias do peixe inteiro os valores encontravam-se entre 6,4 e 6,8. Dantas (2018) ao avaliar o peixe voador (*Hirundichthys affinis*, Günther, 1866) encontrou valores que iam de 6,23 a 6,88 ao decorrer de 19 dias.

Martins (2011) encontrou para pescada gó (*Macrodon ancylodon*) pH de 7,094 o que mais se assemelhou com o resultado encontrado no estudo, Bernadi (2012), observou crescimento gradativo para pH durante 18 dias de análises com peixe sapo com variação de 6,15 a 6,96, assim como neste estudo.

Segundo Guimarães et al. (2016), ao analisar filés de peixe panga congelados encontrou variações entre 5,88 a 8,01, nesse trabalho os valores altos estavam associados a altas concentrações de polifosfato. Islami et al. (2015), ao avaliar os valores de pH para filés de panga encontrou variações entre 6,88 e 7,07 assemelhando-se aos resultados obtidos no presente estudo, valores também observados por Santos (2006) para a piramutaba (*Brachyplatistoma vaillantii*).

Os dados obtidos para o *Pangasius hypophthalmus* em sua maioria estavam de acordo segundo o novo RIISPOA (BRASIL, 2017), ART. 211, Item 1, que trata sobre as determinações físicas e químicas para caracterização do pescado fresco que, para carne de peixes o pH deve ser inferior a 7,00, porém ao longo do tempo ocorreu crescimento gradativo das amostras analisadas e apesar do *Nebris microps* apresentar valores superiores desde o início das análises, é notório o crescimento gradativo ao longo dos dias também para essa espécie.

Com relação aos dados obtidos para o *Litopenaeus vannamei* e observando os valores determinados pela RIISPOA (2017), onde o pH em crustáceos deve ser inferior a 7,85 todas as amostras até o decimo dia estavam em acordo com a legislação, não ultrapassando o limite estipulado, semelhante ao encontrado por Tsironi et al. (2009), quando avaliou a vida de prateleira do camarão congelado.

Oliveira (2016), ao pesquisar sobre *Litopenaeus vannamei* constatou que valores de pH variavam entre 6,55 a 7,20 após 60 dias, o que mostra uma elevação do pH ao longo do tempo, e segundo Gryscek et al. (2003), deve ser levado em consideração para se determinar o pH de pescados congelados, fatores como: temperatura de estocagem, o estado fisiológico, a composição em sais, o poder tampão das proteínas e enzimas.

Os escores dos padrões RGB e Luminosidade na espécie amor sem olho apresentou diferença significativa entre os tratamentos inteiro e eviscerado, não revelando interferência do tempo na coloração. O tratamento inteiro apresentou em todos os padrões de coloração e luminosidade valores superiores ao peixe eviscerado (figura 5).

Segundo Rehbein e Oehlenschläger (2009), a visão nos dá a primeira percepção de possíveis mudanças, sendo que cor notada em um objeto pode ser afetada por sua composição química e física, sabendo disso observou-se alterações causadas na cor ao longo de 10 dias, para o *Nebris microps*.

Apesar das variações ocorridas, o tratamento *b* mostrou maior tendência de intensificação dos padrões no último dia para todos os itens avaliados, caso que não se repete para o *Pangasius hypophthalmus* (figura 6) onde todos os parâmetros avaliados em ambos os tratamentos diminuíram, chegando a igualar os tratamentos *a* e *b* em alguns casos.

Segundo Delfino (2018) ao analisar hambúrguer de tilápia utilizando a escala CIE L* C* h, onde L é luminosidade, C é croma a intensidade da cor e o ângulo que representa a tonalidade das cores existentes, apresentou variações entre 78,1 a 93,8 não tendo diferenças entre os tempo e as formulações, com uma tendência no final do experimento para crescimento das médias, divergindo dos valores encontrados no presente trabalho e como a luminosidade varia de branco a preto, podemos afirmar que as amostras ficaram mais escuras.

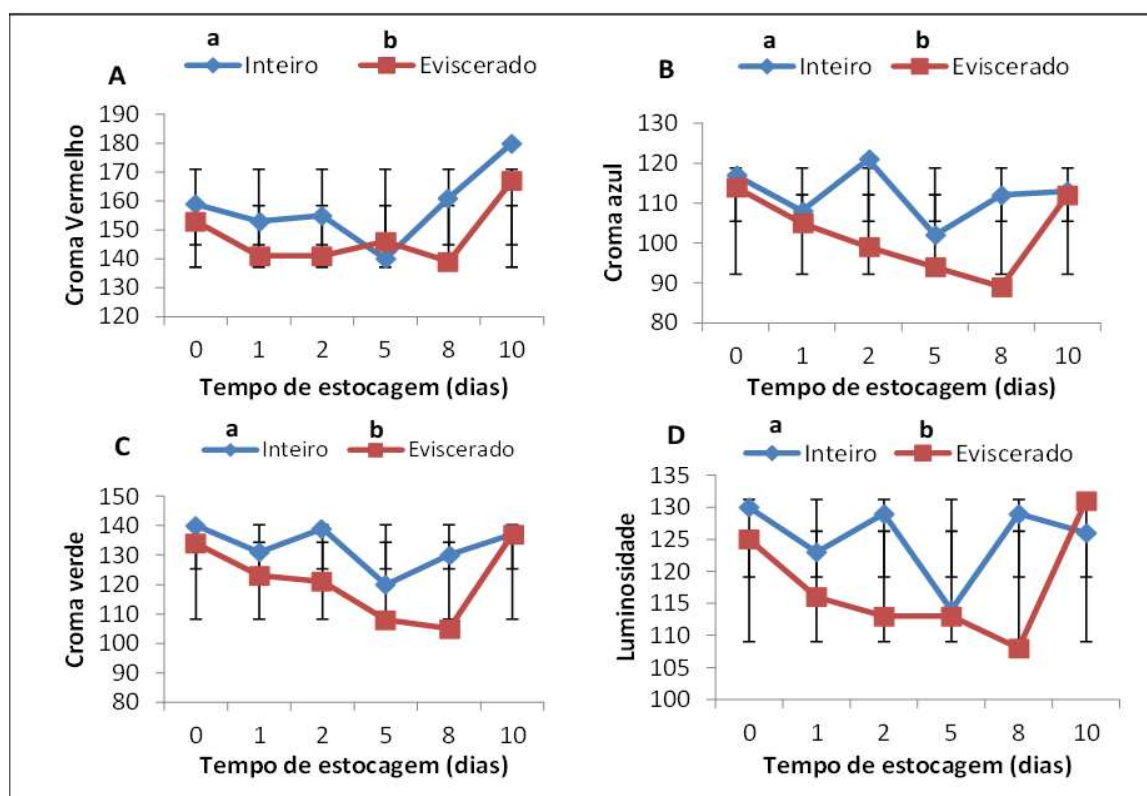
Notou-se também que o *Litopenaeus vannamei* em ambos os tratamentos apresentou diminuição na luminosidade (figura 7), tendenciado ao escurecimento da carne ao longo das análises, segundo Bak et al. (1999) notou ao analisar o *Pandalus borealis* a diminuição da cor vermelha ao longo de 12 dias assemelhando-se aos dados obtidos, para o camarão *Parapenaeus longirostris* congelado em gelo.

Queiroga et al. (2014), ao analisar o *Litopenaeus vannamei* com relação aos parâmetros de determinação da cor observou que ocorreu alterações ao longo dos dias para a cor vermelha havendo um aumento no final do período de armazenamento, o que pode ser relacionado com os do presente estudo. Para a luminosidade ele constatou um aumento gradativo ao longo dos dias de estocagem, mostrando tendência para cores mais caras, esse parâmetro divergiu dos resultados obtidos, pois as amostras analisadas tendenciam para as cores mais escuras, isso pode estar relacionado aos métodos utilizados serem diferentes para avaliação da cor.

O pescado estraga-se rapidamente e as mais instalações de manuseamento, armazenamento e processamento são restritas para o seu alcance, colocando desafios à segurança alimentar (Ahmed, 2020).

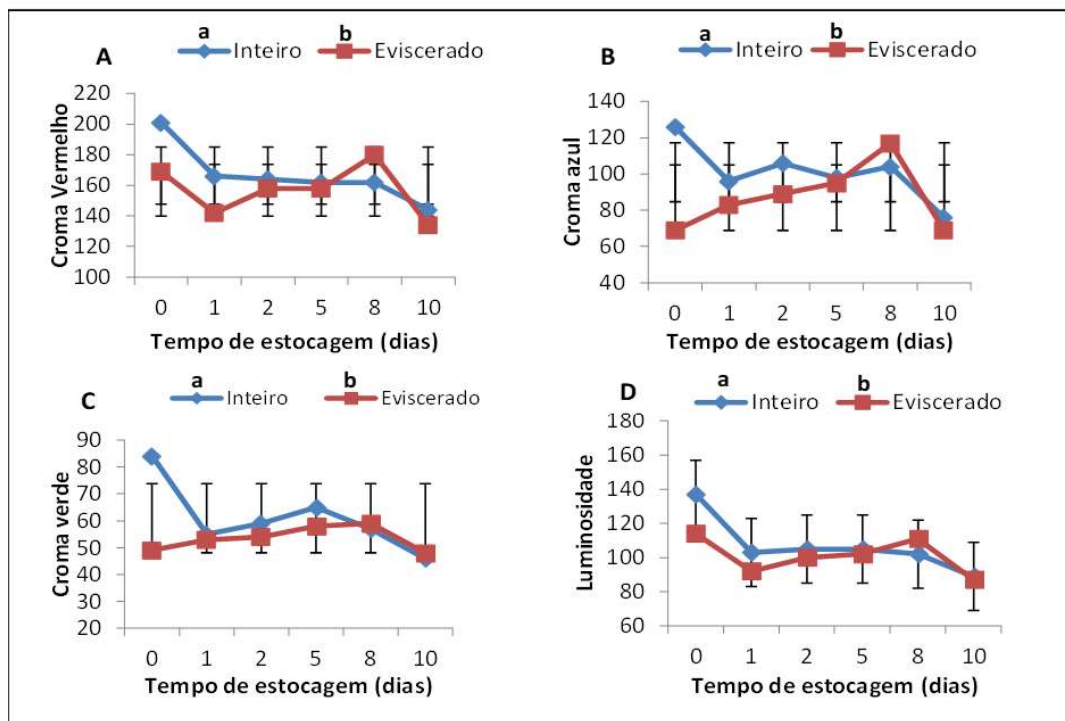
Uma maior sensibilização e compreensão dos consumidores sobre os benefícios para a saúde dos produtos do peixe e do marisco são cruciais na luta contra a sobrenutrição e a obesidade (Tacon et al. 2020).

Figura 5. Valores médios dos Cromas do Padrão RGB, *Red* (A), *Green* (B), *Blue* (C) e luminosidade (D), em exemplares do amor sem olho (Nebris microps) inteiro e eviscerado. Letras indicam diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos.



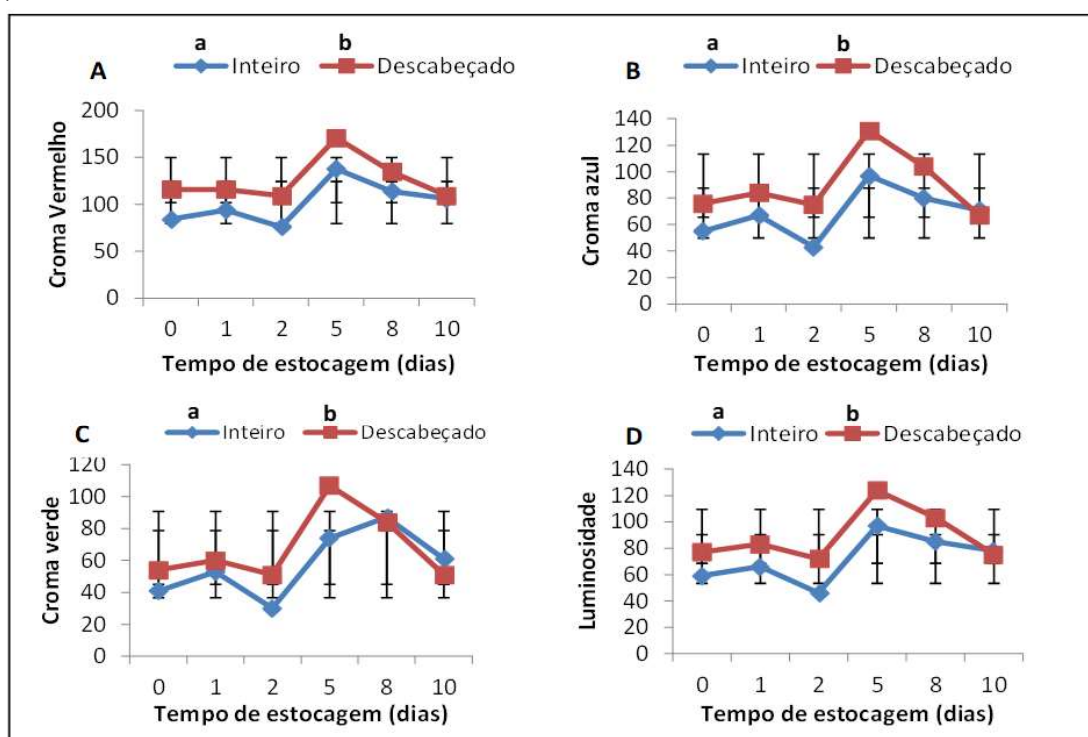
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6. Valores médios dos Cromas do Padrão RGB, *Red* (A), *Green* (B), *Blue* (C) e luminosidade (D), em exemplares do panga (*Pangasius hypophthalmus*) inteiro e eviscerado. Letras indicam diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 7. Valores médios dos Cromas do Padrão RGB, *Red* (A), *Green* (B), *Blue* (C) e luminosidade (D), em exemplares do camarão (*Litopenaeus vannamei*) inteiro e descabeçado. Letras indicam diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Considerações finais

Os valores encontrados para BNVT e pH mostraram que todos os tratamentos sofreram alterações durante as análises realizadas, no entanto, apenas o *Pangasius hypophthalmus* ao decorrer do experimento não ultrapassou o limite estipulado pela legislação, que caracterizaria o pescado como impróprio para consumo. A verificação dos teores de BNVT e pH apresentam uma relação positiva de associação, sendo ferramentas importantes no controle de qualidade do pescado. Sugere-se que a análise da coloração seja associada e estes métodos para melhor garantia dos padrões de qualidade do pescado, já que a avaliação da cor denotou uma tendência ao escurecimento gradativo da carne com o avanço do tempo de estocagem no camarão cinza e no panga e tendência para cores claras no amor sem olho conforme o avanço do experimento.

Referências

- Ahmed, A. (2020). Glimpse of fish as perishable staple. *Al-Qadisiyah Journal For Agriculture Sciences*, 10(2), 349-375. <https://doi.org/10.33794/QJAS.2020.167497>
- Ahmed, I., Jan, K., Fatma, S. e Dawood, M. (2022). Muscle proximate composition of various food fish species and their nutritional significance: A review. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 106(3), 690–719. <https://doi.org/10.1111/jpn.13711>
- Albuquerque, W. F.; Zapata, J. F. F.; Almeida, R. S. (2004). Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. *Revista Ciência Agronômica*. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/site/down.php?arq=18rca35-e.pdf>
- Almeida, M. N.; Batista, G. B.; Kodaira, M.; Lessi, E. Alterações post-mortem em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. *Ciência Rural*. Santa Maria, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000400038
- Andrade, E. G.; Jesus, R. S.; Falcão, P. T.; Lessi, E. “Minced” de pescados de la acuicultura amazônica de calidad. *Infopesca Internacional*, Montevideo, n. 44, p. 39-43, 2010.
- Anjos, M. K. A. Avaliação da Qualidade da Pescada banana (*Nebris microps*, Cuvier 1830) refrigerado em gelo. Paragominas, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/820/1/TCC%20Maiara%20pdf.pdf> Acesso em: 28 nov. 2022
- Ali, A., Wei, S., Ali, A., Khan, I., Sun, Q., Xia, Q., Wang, Z., Han, Z., Liu, Y., & Liu, S. (2022). Research Progress on Nutritional Value, Preservation and Processing of Fish—A Review. *Foods*, 11(22), 3669. <https://doi.org/10.3390/foods11223669>
- Bak, L. S.; Andersen, A. B.; Andersen, E. M.; Bertelsen, G. Effect of modified atmosphere packaging on oxidative changes in frozen stored cold water shrimp (*Pandalus borealis*). *Food Chemistry*, Barking, v. 64, n. 2, p.169-175, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2017). Decreto n. 9.013. *Diário Oficial da União*. Brasília, 29 de março de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9013.htm Acesso em: 29 nov. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. (2020). Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020, o qual dispõe sobre o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. *Diário Oficial da União*. Brasília.

- Béné, C., Barangé, M., Subasinghe, R., Pinstруп-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G., & Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu. *Food Sec.* 7, 261–274. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0427-z>
- Bernardi, D. C. Método do Índice de Qualidade (MIQ) Desenvolvido para Espécie Marinha Peixe Sapo (*Lophius gastrophysus*) eviscerada e estocada em gelo. 2012. 103f. Dissertação (Mestrado em: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) Universidade federal fluminense, Niterói, 2012. Disponível em: http://higieneveterinaria.uff.br/wp-content/uploads/sites/533/2019/04/daniella_bernardi.pdf Acesso em: 21 out. 2022.
- Boruah, S., Agarwal, B., Baruah, S., & Boruah, P. (2018). Nanostructured biosensor to estimate the freshness of Fish. *ADB U-Journal of Engineering Technology*, 7(1). Disponível em: <https://journals.dbuniversity.ac.in/ojs/index.php/AJET/article/view/456/415>
- Chen, J., Jayachandran, M., Bai, W. e Xu, B. (2021). A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents. *Food Chemistry*, 369, 130874. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130874>
- Costa, A. M. (2004). Idade e crescimento do carapau (*Trachurus trachurus* L.) da costa portuguesa no período de 1992 a 1998. *Relatórios Científicos e Técnicos IPIMAR, Série Digital*. 18(11), 1-25.
- Cunha, D. A. dos S., Coelho, A. V., Ferreira, L. K. S., Sampaio, A. P. R., Braga, J. C. C. M., Jesus, G. dos S. de., Bezerra, N. P. C., Santos, E. C. B. dos & Torres Junior, A. R. (2020). Método de Índice de Qualidade aplicado para o *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) (Suriliformes; Pangasidae). *Research, Society and Development*, 9(10), e6449109032. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9032>
- Cunha, D.A.S.; Coelho, A.V.; Ferreira, L.K.S.; Santos, E.C.B., & Torres Junior, A.R. (2024) Características físicas e bioquímicas do filé de *Pangasius bocourti* cultivado em Bom Jardim, Estado do Maranhão, Brasil. *Acta Pesca* 12(2), 12-22. <https://doi.org/10.46732/Actafish.2024.12.2.12-22>
- Dantas, A. G. C. Estudo da vida útil do peixe voador (*Hirundichthys affinis*, Günther, 1866) armazenado em gelo: Avaliação de aspectos físico-químicos. NATAL - RN, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Nutrição) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, NATAL - RN, 2018. Disponível em: https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/6701/1/VidaUtilPeixeVoador_2018_Trabalho%20de%20Conclus%c3%a3o%20de%20Curso Acesso em: 29 nov. 2022.
- Delfino, L. A. Obtenção, caracterização e aplicação dos extratos de moringa e osmarin em hambúrguer de tilápia. Laranjeiras Do Sul - PR, 2018. Monografia (Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras Do Sul - PR, 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2908> Acesso em: 29 out. 2022.
- Dong, M., Qin, L., Ma, L., Zhao, Z., Du, M., Kunihiko, K., & Zhu, B. (2019). Postmortem nucleotide degradation in turbot mince during chill and partial freezing storage. *Food Chemistry*, 311, 125900. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125900>
- Duarte, A., Silva, F., Pinto, F., Barroso, S., & Gil, M. (2020). Quality Assessment of Chilled and Frozen Fish—Mini Review. *Foods*, 9(12), 1739. <https://doi.org/10.3390/foods9121739>
- Guimarães, C. F. M.; Mársico, E. T.; Monteiro, M. L. G.; Lemos, M.; Mano, S. B.; Conte, J. C. A. 2016. The chemical quality of frozen Vietnamese *Pangasius hypophthalmus* fillets. *Food Science & Nutrition*. 4, 398-408.
- Gryschek, S. F. B.; Oetterer, M.; Gallo, C. R. (2003). Characterization and frozen storage stability of minced Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis* spp.). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, v.12, n.3, p.57-69.

- Howgate, P. Determination of total volatile bases. Aberdeen: Torry Research Station. 1976, TD 564, Appendix 4, 1976.
- Islami, S. N., M. Faisal, M. Akter, M. S. Reza, M. Kamal. (2015). Comparative shelf life study of whole fish and fillets of cultured striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) during ice storage condition. Research in Agriculture, Livestock and Fisheries. 2:177–183.
- Jayedi, A. e Shab-Bidar, S. (2020). Fish Consumption and the Risk of Chronic Disease: An Umbrella Review of Meta-Analyses of Prospective Cohort Studies. Advances in Nutrition, 11 (5), 1123-1133. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa029>
- Martins, C. N.; Vasconcellos, J. P. V.; Yamamoto, B. L.; Morgano, M. A.; Faria, E. V.; Miyagusku, L.; Sanches, S. A.; Telles, E. O.; Balian, S. C. Parâmetros de Qualidade e Valoração de Pescada *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801): Sensoriais, físico-químicas, microbiológicas, parasitológicas e contaminantes inorgânicos. Simpósio de Controle de Qualidade do Pescado. Santos-SP, 2011. Disponível em: http://www.infobibos.com/anais/simcope/5/Resumos/ResumoSimcope_060.pdf Acesso em: 28 nov. 2022.
- Maulu, S., Nawanzi, K., Abdel-Tawwab, M., & Khalil, H. (2021). Fish Nutritional Value as an Approach to Children's Nutrition. Front. Nutr. 8, 780844. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.780844>
- Mihafu, F., Issa, J. e Kamiyango, M. (2020). Implication of Sensory Evaluation and Quality Assessment in Food Product Development: A Review. Curr Res Nutr Food Sci, 8(3). <https://doi.org/10.12944/crnfsj.8.3.03>
- Mohanty, B., Mahanty, A., Ganguly, S., Mitra, T., Karunakaran, D., & Anandan, R. (2017). Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. Food Chemistry, 293, 561-570. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.11.039>
- Neto, A. T. Redução da carga microbiana do camarão branco do pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) cultivado em sistema de bioflocos, utilizando diferentes tratamentos sanitizantes. Rio Grande – RS, 2017. Dissertação (Pós-Graduação em Aquicultura) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande – RS, 2017. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/7725> Acesso em: 28 nov. 2022.
- Oehlenschläger J.; Sörensen, N.K. Criteria of fish freshness and quality aspects. In: The Final Meeting Of The Concerted Action - Evaluation Of Fish Freshness - 1997, Nantes. [Anais...] Nantes, 1997. 30-35.
- Ogawa, M. Características específicas do pescado, In: Ogawa, M.; Maia, E. L. Manual de Pesca. São Paulo: Livraria Varela, 1999. cap.2, 09-15.
- Oliveira, V.; Freitas, M.; Clemente, S. and Marsico, E. (2009). Método do Índice de Qualidade (MIQ) desenvolvido para camarão (*Litopenaeus vannamei*) cultivado. Revista de Ciência da Vida, EDUR, 29, 60-71.
- Oliveira, P. R.; Jesus, R. S.; Batista, G. M.; Lessi, E. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) durante estocagem em gelo. Food Technology. Campinas, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1981-67232014000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt Acesso em: 28 nov. 2022
- Oliveira, G. B. Avaliação da qualidade do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) armazenado sob efeito do congelamento associado ao uso de sorbato de potássio.. João Pessoa, 2016. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/9426/2/arquivototal.pdf> Acesso em: 29 nov. 2022.

- Prakash, P., Swapnil, N., Sheikh, S., Tekam, I., Bhalthandra, N., Madhav, G., & Munilkumar, S. (2023). Nutritional Significance of Fish in Combating Malnutrition Patekar Prakash. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(11), 249-258. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i113164>
- Prabhakar, P., Vatsa, S., Srivastav, P. e Pathak, S. (2020). A comprehensive review on freshness of fish and assessment: Analytical methods and recent innovations. *Food Research International*, 133, 109157. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109157>
- Queiroga, I. M. B. N.; Andrade da Silva, J.; Oliveira Cavalheiro, J. M.; Ramos Egypto Queiroga, R. de C.; Sancha Malveira Batista, A.; Amaral Barreto, T. (2014). Qualidade sensorial do camarão *Litopenaeus vannamei* congelado. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(4), 1801-1812. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744142012.pdf>
- Rehbein, H.; Oehlenschläger, J.R. *Fishery Products: Quality, Safety and Authenticity*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2009. cap.7, p. 127-172.
- Santos, T. M. Avaliação Bacteriológica e Físico-Química (pH e N-BVT) da Carne de Piramutaba, *Brachyplatistoma vaillanti* (Siluriformes, Pimelodidae), Congelada Comercializada em Belo Horizonte – MG. Dissertação (Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MASA-7B6PRF> Acesso em: 29 nov. 2022.
- Santos A. P. B. dos. (2011). Índices químicos, sensoriais e microbiológicos para avaliação do frescor de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) armazenada em gelo (Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Pirassununga. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74132/tde-27032012-092534/>
- Santos, E. C. B. Métodos de Abate e Qualidade da Tilápia do Nilo. Jaboticabal, SP, 2013. Tese (Centro De Aquicultura Da UNESP) - Universidade Estadual Paulista, 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100161/santos_ecb_dr_jabo.pdf?sequence=1 Acesso em: 20 nov. 2022.
- Savay Da Silva, L. K.; Riggo, R.; Martins, P. E.; Galvão, J. A.; Oetterer, M. Otimização e padronização do uso de metodologia para a determinação de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarão *Xyphopenaeus kroyeri*. *Brazilian Journal of Food and Technology*. Campinas, VII BMCFB. Preprint Series, n.20, p. 138-144, 2008. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/215a/e4fcd828abf19b1a66d7d68966ea46296a99.pdf> Acesso em: 29 nov. 2022.
- Sharma, R. (2020). Fish Marketing Environment in India. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences (IJPAB)*, 8(6), 166-172. <https://doi.org/10.18782/2582-2845.8188>
- Shim, K. e Jeong, Y. (2019). Freshness Evaluation in Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Using Near-Infrared Spectroscopy Determination of the Cadaverine Content. *Journal of food protection*, 82(5), 768-774. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-529>
- Sireno, M.; Mársico, E. T.; Ferreira, M. S.; Monteiro, M. L. G.; Vital, H. C.; Junior, C. A. C.; Mano, S. B. Propriedades físico-químicas, sensoriais e bacteriológicas de camarões (*Litopenaeus brasiliensis*) irradiados e armazenados sob refrigeração: Mayer. R. bras. Ci. Vet. 2010. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Propriedades-f%C3%ADsico-qu%C3%ADmicas%2C-sensoriais-e-de-e-sob-Sireno-M%C3%A1rsico/94070cb6dc3889e78a5dbfa62322f9d1969c6aa9> Acesso em: 28 nov. 2022.
- Tacon, A., Lemos, D., & Metian, M. (2020). Fish for Health: Improved Nutritional Quality of Cultured Fish for Human Consumption. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28(4), 449–458. <https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1762163>
- Taha, P. Microbiologia e deterioração do pescado exercido pela WEG – Penha Pescados S.A. In: KAI, M.; RUIVO, U.E. *Controle de Qualidade do Pescado*. Santos: Leopoldianum, 1988. p. 210-216.

- Tomita et al. Qualidade Físico-química do Pescado Marinho Refrigerado em Diferentes Formas de Apresentação. Disponível em: http://www.simcope.com.br/II_Simcope/pdf/artigo_tomita.pdf Acesso em: 25 nov. 2019.
- Tsironi, T.; Dermesonlouoglou, E.; Giannakourou, M.; Taoukis, P. Shelf life modelling of frozen shrimp at viable temperature condition. Food Science and Technology. London, v. 42, n.2, p. 664-671, 2009.
- Yu, D., Wu, L., Regenstein, J., Jiang, Q., Yang, F., Xu, Y., & Xia, W. (2020). Recent advances in quality retention of non-frozen fish and fishery products: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60(10), 1747–1759. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1596067>
- Zhang, Y., Luo, Q., Ding, K., Liu, S. e Shi, X. (2021). A smartphone-integrated colorimetric sensor of total volatile basic nitrogen (TVB-N) based on Au@MnO₂ core-shell nanocomposites incorporated into hydrogel and its application in fish spoilage monitoring. Sensors and Actuators B: Chemical, 335(15), 129708. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2021.129708>