

IMPACTOS DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO CAMARÃO *LITOPENAEUS VANNAMEI* APÓS O BENEFICIAMENTO

IMPACTS OF DIFFERENT CONSERVATION STRATEGIES ON THE PHYSICOCHEMICAL QUALITY OF *LITOPENAEUS VANNAMEI* SHRIMP AFTER PROCESSING

Jackson Luiz de Melo Costa¹

¹Instituto Federal de Pernambuco; jlmc@discente.ifpe.edu.br

Laís Regina dos Santos²

²Centro universitário unifatecie; laisregina829@gmail.com

Atacy Maciel de Melo Cavalcante³

³Instituto Federal de Pernambuco; atacy.maciel@barreiros.ifpe.edu.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade do camarão *Litopenaeus vannamei* a partir de diferentes estratégias de conservação durante a etapa de transporte da matéria-prima até a indústria, identificando o método mais eficiente na preservação da qualidade da matéria-prima. O experimento foi desenvolvido em parceria com fazendas produtoras e uma indústria de beneficiamento, considerando dois tratamentos: uso exclusivo de gelo em escamas e uso combinado de gelo em escamas com água. O monitoramento da temperatura interna dos camarões foi realizado simulando o tempo do transporte, além da avaliação de parâmetros físico-químicos do produto após o processamento. Os resultados demonstraram que a associação entre gelo + água apresentou menores temperaturas internas, quando comparada ao método tradicional com gelo em escamas. Observou-se ainda que, embora o camarão possa absorver água durante o transporte nesse sistema, essa umidade é perdida nas etapas subsequentes do processamento, não comprometendo a qualidade final do produto. Com relação aos valores de proteínas e lipídeos, não foi percebido diferença significativa entre os tratamentos P&D (Peeled Devained) e PUD (Peeled Undevained), nas diferentes condições de transporte. Conclui-se que o transporte do camarão utilizando gelo + água é uma estratégia mais eficiente de conservação, indicando a necessidade de reflexão sobre os modelos atualmente recomendados pela legislação vigente. O estudo também evidenciou a importância da articulação entre pesquisa aplicada, setor produtivo e formação acadêmica.

Palavras-chave: beneficiamento; conservação; legislação; qualidade do pescado.

Instituto Federal de Pernambuco. Campus Barreiros. Curso de Licenciatura em Química. 29 de dezembro de 2025.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the quality of *Litopenaeus vannamei* shrimp using different conservation strategies during the transport of raw materials to the industry, identifying the most efficient method for preserving the quality of raw materials. The experiment was developed in partnership with production farms and a processing industry, considering two treatments: exclusive use of flake ice and combined use of flake ice with water. The internal temperature of the shrimp was monitored by simulating the transport time, in addition to evaluating the physical-chemical parameters of the product after processing. The results showed that the combination of ice + water resulted in lower internal temperatures when compared to the traditional method using flake ice. It was also observed that, although shrimp can absorb water during transport in this system, this moisture is lost in subsequent processing stages, without compromising the final quality of the product. With regard to protein and lipid values, no significant difference was observed between the P&D (Peeled Devained) and PUD (Peeled Undevained) treatments under the different transport conditions. It was concluded that transporting shrimp using ice + water is a more efficient conservation strategy, indicating the need to reflect on the models currently recommended by existing legislation. The study also highlighted the importance of coordination between applied research, the productive sector, and academic training.

Keywords: processing; conservation; legislation; fish quality.

1 INTRODUÇÃO

O camarão *Litopenaeus vannamei*, destaca-se por apresentar desempenho zootécnico favorável, evidenciado pela capacidade de crescer rapidamente e pela resistência a condições ambientais adversas, incluindo variações de salinidade, temperatura e densidade de estocagem (Silva *et al.*, 2023). A natureza altamente perecível do camarão representa um desafio para toda a cadeia produtiva. As técnicas de conservação mais aplicadas incluem resfriamento ou congelamento, salga, secagem e defumação, voltadas à extensão da vida útil e preservação da qualidade (Oliveira Filho, Silva; Macedo, 2022).

No Brasil, a região Nordeste concentra a maior produção de camarão *Litopenaeus vannamei*, com expressiva importância socioeconômica, já que a atividade gera emprego e renda em larga escala (Costa; Santana, 2022). Esse crustáceo constitui a base da carcinicultura nacional, voltada tanto para consumo interno quanto para exportação.

A Instrução Normativa (IN) nº 23 de 2019 do MAPA define critérios para a conservação do camarão, determinando temperaturas máximas de armazenamento e transporte, limites para composição físico-química e padrões de integridade do produto. Segundo o Art. 2º, Inciso I, da referida IN, “camarão fresco é o produto cru, conservado pela ação do gelo ou por meio de métodos de conservação de efeito similar, mantido em temperaturas próximas à do gelo fundente”. A norma supracitada, ao mencionar “por meio de métodos de conservação de efeito similar” abre margem para diferentes interpretações devido à subjetividade do trecho destacado. Essa ambiguidade pode gerar divergências de entendimento entre fiscais e auditores, dificultando a adoção de um padrão uniforme, sendo este o ponto de partida desta pesquisa.

Devido os diferentes saberes tácitos com relação ao beneficiamento do camarão, a aplicabilidade e execução da IN por produtores e beneficiadores de camarão fica atrelada ao entendimento das autoridades competentes da região na qual a atividade é executada, muitas vezes divergindo entre diferentes estados e configurando um problema devido a falta de padronização ocorrida por uma sensibilidade da estrutura textual da normativa, uma vez que há relatos de que a utilização de gelo mais água para conservação deste produto durante o transporte, garante uma temperatura mais baixa no interior do produto, e consequentemente, uma melhor qualidade final.

Além da IN nº 23 de 2019, o RIISPOA, através do Decreto nº 9.013/2017, também estabelece diretrizes complementares, reforçando a necessidade de controle contínuo de temperatura e rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva. Além disso, pesquisas técnicas indicam que o monitoramento contínuo da temperatura durante o transporte é essencial para evitar perdas decorrentes de falhas no controle térmico e garantir o cumprimento das exigências sanitárias aplicadas ao comércio internacional de produtos aquícolas (Granin *et al.*, 2023).

A etapa de transporte de camarão até a indústria é realizada em baú isotérmico através do acondicionamento do material em basqueta. O produto é envolvido por gelo em escamas com controle sistêmico de temperatura. A verificação constante da temperatura durante o transporte é importante, pois a mesma deve ser mantida entre -1°C a 4°C para camarões frescos e abaixo de -18°C para camarões congelados (Silva, *et al.*, 2021). Nessa perspectiva, a avaliação físico-química constitui-se uma ferramenta essencial para compreender a eficácia dos diferentes métodos de conservação.

O presente estudo justifica-se pela necessidade de compreender os impactos que diferentes métodos de conservação exercem sobre a qualidade físico-química do camarão durante o transporte.

Para tanto, objetivou-se avaliar a qualidade do camarão *Litopenaeus vannamei* a partir de diferentes estratégias de conservação (gelo e gelo + água) durante a etapa de transporte da matéria-prima até a indústria, identificando o método mais eficiente na preservação da qualidade da matéria-prima. Buscou-se, ainda, apontar um direcionamento técnico à luz da legislação vigente, bem como promover uma reflexão crítica acerca de sua aplicação, considerando as ambiguidades existentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Cultivo do camarão cinza (*Litopenaeus Vannamei*)

A aquicultura tem se consolidado como uma atividade estratégica para a segurança alimentar global, suprimindo uma parcela cada vez mais expressiva da demanda por proteínas de origem aquática, como pescados, moluscos e crustáceos (Verdegem *et al.*, 2023). Segundo a FAO (2024), o setor de pescados e aquicultura movimentou aproximadamente US\$ 472 bilhões em 2022, respondendo por cerca de 15% das proteínas de origem animal consumidas globalmente.

No Brasil, o crescimento desse setor acompanha a tendência mundial de expansão, impulsionado, nas últimas décadas, pela redução dos estoques pesqueiros e seus impactos sobre os ecossistemas marinhos, pelo crescimento populacional associado ao aumento da renda familiar que amplia a procura por proteínas animais, pelas oportunidades econômicas abertas pelo comércio nacional e internacional de pescados, além da valorização crescente do pescado como alternativa alimentar mais saudável em comparação a outras carnes (Cordeiro, 2025).

Dentre as espécies mais cultivadas, destaca-se o camarão *Litopenaeus vannamei*, conhecido como camarão-branco ou camarão-cinza. Essa espécie apresenta elevada adaptabilidade a diferentes condições ambientais, como variações de salinidade e temperatura, além de rápido crescimento e boa conversão alimentar, características que reforçam sua relevância econômica e zootécnica (Liu *et al.*, 2024). Por esses fatores, o *Litopenaeus vannamei* consolidou-se como produto de destaque não apenas no consumo interno, mas também nas exportações, representando importante mercadoria estratégica para diversas economias.

O aumento da demanda global por frutos do mar deve-se, em grande medida, ao seu elevado valor nutricional, especialmente pelo conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados da série ômega (Tan *et al.*, 2025). Nesse cenário, o camarão-cinza se sobressai como fonte significativa de ômega-3 e de diversas vitaminas essenciais, contribuindo para a manutenção da saúde humana. Além disso, trata-se de um alimento de fácil preparo e com ampla aceitação gastronômica, desempenhando papel relevante na diversificação da dieta e na crescente busca dos consumidores por alimentos funcionais e de qualidade.

Diante desse panorama, em 2023, o Nordeste respondeu por 99,6% da produção nacional de camarão cultivado, evidenciando sua importância para a indústria aquícola (Vidal, 2024). Essa atividade tem grande impacto socioeconômico, gerando emprego e renda em comunidades litorâneas e ribeirinhas, muitas vezes em áreas com limitações para outras formas de agricultura (Anacleto, 2024). Ademais, fortalece cadeias produtivas associadas, como a indústria de rações, o processamento e a exportação, ampliando os efeitos positivos sobre a economia regional.

Mesmo com toda essa abertura comercial, a atividade enfrenta desafios relacionados à sustentabilidade, sobretudo no que se refere ao aproveitamento dos resíduos do beneficiamento. O descarte inadequado desses materiais gera custos adicionais à indústria e implica a perda de compostos que poderiam ser utilizados em outras aplicações produtivas (Quaresma *et al.*, 2024).

Nesse sentido, o aproveitamento integral do camarão e de seus subprodutos configura-se como alternativa promissora de inovação tecnológica, alinhada aos princípios da economia circular. De acordo com Igarashi (2022), o cultivo do camarão cinza consolidou-se como a principal atividade da carcinicultura no Nordeste brasileiro, tanto pelo volume produzido quanto pela relevância comercial.

Diante desse contexto, torna-se fundamental compreender as características biológicas e nutricionais do *Litopenaeus vannamei*, assim como os aspectos relacionados ao manejo, tecnologias de cultivo e beneficiamento. Dessa forma, a integração entre ciência, tecnologia e gestão produtiva representa a base para assegurar qualidade, competitividade no mercado global e sustentabilidade no desenvolvimento da carcinicultura.

2.2 Métodos de conservação aplicados ao camarão

A implementação de técnicas de conservação é essencial para retardar o desenvolvimento de alterações microbiológicas nos pescados, contribuindo para a preservação de suas propriedades sensoriais e nutricionais e, consequentemente, para o aumento de sua vida útil (Costa *et al.*, 2022).

Segundo Peng *et al.* (2022), o camarão possui alta perecibilidade em função de características como pH próximo à neutralidade, elevada atividade de água nos tecidos e alto teor de nutrientes, fatores que favorecem a ação de microrganismos e processos enzimáticos. Essa combinação torna o camarão um alimento altamente instável, cuja degradação pode ocorrer em poucas horas se não forem aplicadas medidas preventivas de conservação.

Qualquer falha no manejo ou na aplicação de técnicas adequadas compromete rapidamente o valor comercial do produto e pode representar risco à saúde do consumidor. Nesse contexto, a adoção de boas práticas no manuseio, processamento e conservação mostra-se indispensável para evitar perdas, garantir as características sensoriais e nutricionais do produto e atender às exigências legais e comerciais (Nunes *et al.*, 2023).

Para garantir a conservação do produto durante o transporte em baús isotérmicos, os camarões costumam ser acondicionados em caixas plásticas, cobertos por gelo em escamas, com monitoramento sistemático da temperatura. Outra prática comum é o transporte desta matéria-prima em caixas plásticas contendo mistura de água e gelo, com substituições periódicas da água para assegurar a manutenção térmica adequada. Ambas as estratégias têm como objetivo preservar a qualidade do produto até sua chegada à indústria, em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação vigente (MAPA, 2019), possibilitando, assim, o posterior beneficiamento.

Cabe destacar, ainda, que a conservação de produtos de pescado depende diretamente do correto uso da cadeia de frio, técnica essencial para preservar a qualidade após o abate. Contudo, o uso prolongado de gelo pode comprometer o alimento, ocasionando alterações na textura, na integridade das proteínas e nas características sensoriais, além de provocar danos superficiais como queimaduras (Jha *et al.*, 2024).

Além do resfriamento e congelamento, métodos alternativos têm ganhado destaque. O uso de atmosferas modificadas, o congelamento rápido e a aplicação de revestimentos comestíveis, também vêm sendo investigados e aplicados na indústria aquícola como alternativas sustentáveis e economicamente viáveis (Russo, 2024). O congelamento rápido, amplamente utilizado no beneficiamento de camarões destinados ao mercado externo, evita a formação de cristais de gelo grandes no interior dos tecidos, reduzindo danos celulares e perdas de textura no momento do descongelamento (Han, 2022).

Outro aspecto relevante refere-se ao monitoramento da qualidade físico-química durante as etapas de conservação. Parâmetros como pH e bases voláteis totais são amplamente utilizados para avaliar a estabilidade e a frescura de camarões e outros pescados (Marques *et al.*, 2025). A determinação desses parâmetros auxilia na definição da vida útil comercial e na escolha do método de conservação mais adequado.

A elevada perecibilidade do camarão, decorrente de suas características físico-químicas e da suscetibilidade a alterações microbianas e enzimáticas, exige a adoção de estratégias eficientes de conservação ao longo de toda a cadeia produtiva. O uso adequado da cadeia do frio, aliado a práticas de transporte com gelo ou gelo misturado à água, constitui método amplamente empregado para retardar a deterioração.

Nesse contexto, o monitoramento contínuo de parâmetros físico-químicos, configura-se como ferramenta indispensável para avaliar o frescor e orientar a escolha do método de conservação mais adequado, demonstrando que a manutenção da qualidade do camarão depende diretamente da integração entre manejo, tecnologia e controle analítico.

2.3 Aspectos oriundos da avaliação físico-química

A avaliação físico-química de alimentos constitui uma etapa essencial para garantir a qualidade, autenticidade e segurança dos produtos destinados ao consumo humano. No caso dos produtos de origem animal, como os pescados e crustáceos, essa análise permite monitorar as alterações que ocorrem durante o processamento, transporte e armazenamento, além de verificar a conformidade com os padrões legais estabelecidos pelos órgãos de controle (Alexandre *et al.*, 2021). Tais análises são fundamentais não apenas do ponto de vista tecnológico, mas também econômico, visto que a perda de qualidade pode reduzir significativamente o valor comercial do pescado e comprometer sua aceitação pelo consumidor final.

No pescado, alterações químicas, enzimáticas e microbiológicas ocorrem logo após a captura, reduzindo sua estabilidade e dificultando a manutenção da qualidade. Por isso, parâmetros físico-químicos são considerados ferramentas fundamentais para avaliar o frescor e a durabilidade (Madhubhashini *et al.*, 2024). Esses indicadores permitem estimar a vida útil do camarão, monitorar sua estabilidade durante transporte e armazenamento e definir estratégias de conservação mais eficazes.

Alguns parâmetros físico-químicos analisados em pescados incluem pH, umidade, teor de proteína, lipídios, cinzas. Esses parâmetros, segundo Picanço *et al.* (2025), funcionam como indicadores de frescor e qualidade do pescado, especialmente quando associados a métodos sensoriais de avaliação. O pH, por exemplo, é amplamente utilizado como indicador de frescor, uma vez que suas variações refletem as alterações bioquímicas nos tecidos musculares após a morte do animal (Neves *et al.*, 2024).

A realização dessas análises é fundamental tanto para o controle de qualidade industrial quanto para a pesquisa científica, especialmente quando se busca comparar o impacto de diferentes métodos de conservação sobre a integridade do produto, como ocorre com o *Litopenaeus vannamei* em distintas condições de armazenamento. Dessa forma, a avaliação físico-química não apenas assegura a conformidade dos produtos com a legislação vigente, mas também fornece subsídios para a adoção de práticas de conservação mais eficientes.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), *Campus* Barreiros, em parceria com fazendas produtoras de camarão e Indústria beneficiadora de camarão, localizada no estado de Sergipe-SE.

A variedade do camarão avaliado foi o *Litopenaeus Vannamei*, onde foram considerados os seguintes processamentos: P&D (Peeled Devained), camarão cinza descascado, eviscerado e congelado e PUD (Peeled Undevained), camarão cinza descascado e congelado. Para os tratamentos analisados, foram considerados lotes de camarões da média de 13g.

3.1 Avaliação dos métodos de conservação do camarão

Foram considerados dois lotes de camarão na etapa de transporte, Lote 1 (L_1) e Lote 2 (L_2). No L_1 , o camarão foi transportado em basqueta contendo apenas o gelo em escamas. No L_2 , o camarão foi transportado em gelo e água potável. O controle da temperatura dos dois lotes de camarão foi realizado a cada hora. O gelo em escamas foi obtido em empresas certificadas.

3.2 Controle de temperatura na etapa de transporte

Como as distâncias entre as fazendas produtoras e a indústria são variáveis, os experimentos foram montados contabilizando um tempo médio de transporte de 8 a 16 horas. Nesse percurso, foi imprescindível a manutenção constante da temperatura adequada (-1 a 4°C), a fim de assegurar a qualidade da matéria-prima até a sua chegada para o beneficiamento.

3.3 Controle do peso durante o beneficiamento do camarão

Foi realizado o controle de peso do produto ao longo da linha de beneficiamento dos camarões nos processos P&D e PUD. A amostragem compreendeu 25 amostras para cada tipo de processamento, nas quais foram efetuadas pesagens em diferentes etapas do fluxo produtivo, a saber: P_1 (peso do camarão na organoléptica), P_2 (peso do camarão após descabeçamento), P_3 (peso do camarão após descascado), P_4 (peso do camarão após descascado e eviscerado), P_5 (peso do camarão após o congelamento) e P_6 (peso do camarão drenado).

No experimento, foram considerados os produtos P&D e PUD, com processo de beneficiamento do camarão ilustrado na Figura 1. O transporte do camarão foi realizado em caminhões refrigerados, em basquetas plásticas, com camadas intercaladas de camarão e gelo em escamas, até o preenchimento completo da basqueta.

Figura 1 - Etapas do beneficiamento do camarão na indústria



Fonte: autoria própria (2025).

Como as distâncias entre as fazendas produtoras e a indústria são variáveis, os experimentos foram montados contabilizando um tempo médio de transporte de 8 a 16 horas. Nesse percurso, foi imprescindível a manutenção constante da temperatura adequada (-1 a 4°C), a fim de assegurar a qualidade da matéria-prima até a sua chegada para o beneficiamento.

3.4 Avaliação físico-química do camarão *Litopenaeus vannamei*

As análises físico-químicas do camarão beneficiado foram realizadas pelo Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), onde foram analisados os resultados dos lipídios, proteínas e carboidratos.

3.5 Análise estatística

Os resultados foram avaliados por um teste de média por meio do SAS (2011), a um nível de 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas visitas a fazendas produtoras e fornecedoras de camarão com o objetivo de conhecer as especificidades das unidades produtivas, bem como os aspectos relacionados ao manejo e à qualidade do camarão comercializado (Figuras 2 e 3). Observou-se a adoção de diferentes sistemas de manejo, predominantemente extensivo e semi-intensivo. Apesar dessas diferenças, constatou-se que o camarão destinado à indústria atendia aos padrões de qualidade previamente estabelecidos, especialmente no que se refere ao peso.

Figura 2 - Atividade de campo para coleta de dados em fazenda fornecedora de camarão no estado de Alagoas-AL



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 3 - Atividade de campo para coleta de dados em fazenda fornecedora de camarão no estado de Sergipe-SE



Fonte: autoria própria (2025).

4.1 Controle de temperatura na etapa de transporte

Foram utilizadas basquetas contendo 1 kg de camarão, conforme descrito no Quadro 01, nas quais foram aferidas as temperaturas internas do produto a cada uma hora, de modo a reproduzir as condições reais de deslocamento até a unidade de beneficiamento. As basquetas que continham apenas gelo foram perfuradas na parte inferior, permitindo o escoamento total da água proveniente do derretimento do gelo.

Para assegurar a padronização e garantir a amostragem, os camarões utilizados nas aferições foram coletados de pontos semelhantes das basquetas nos quatro tratamentos.

Quadro 01 - Avaliação da temperatura no transporte, considerando os diferentes métodos de conservação

Controle de tempo (hora)	Tratamentos			
	L ₁		L ₂	
	BG ₁ (°C)	BG ₂ (°C)	BGH2O ₁ (°C)	BGH2O ₂ (°C)
T ₀	2°C	1°C	0°C	1°C
T ₁	2°C	1°C	0°C	0°C
T ₂	1°C	2°C	0°C	0°C
T ₃	2°C	2°C	0°C	0°C
T ₄	2°C	2°C	0°C	0°C
T ₅	2°C	2°C	1°C	0°C
T ₆	1°C	1°C	1°C	1°C
T ₇	1°C	1°C	0°C	1°C
T ₈	2°C	1°C	0°C	0°C
T ₉		2°C		0°C
T ₁₀		2°C		0°C
T ₁₁		2°C		0°C
T ₁₂		2°C		0°C
T ₁₃		1°C		1°C
T ₁₄		2°C		0°C
T ₁₅		1°C		1°C
T ₁₆		2°C		0°C
Média	1,67°C^a	1,59°C^a	0,22°C^b	0,29°C^b
EPM	0,47	0,49	0,42	0,46

T_x - Tempo X; L₁ - Lote 1 (amostras contendo gelo); L₂ - Lote 2 (amostras contendo gelo e água); BG₁ - Basqueta com gelo por 8 horas; BG₂ - Basqueta com gelo por 16 horas; BGH2O₁ - Basqueta com gelo + água por 8 horas; BGH2O₂ - Basqueta com gelo + água por 16 horas; EPM - Erro padrão da média.

Fonte: autoria própria (2025)

Observou-se que as basquetas contendo a combinação de gelo e água (L₂) apresentaram temperaturas internas mais baixas, próximas da faixa ideal recomendada para camarão fresco, situadas em torno de 0 °C, conforme preconizado pela legislação vigente. Embora a legislação vigente estabeleça que o transporte do camarão fresco deve ser realizado apenas com gelo em escamas, os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a utilização da combinação de gelo e água proporciona temperaturas internas mais baixas e mais estáveis ao longo do transporte.

O gelo em suspensão apresenta vantagens significativas, como temperaturas de resfriamento mais baixas, maior eficiência na remoção de calor resultando em um resfriamento mais rápido e homogêneo e menor incidência de danos físicos ao produto, em razão do formato esférico e microscópico das partículas de gelo (Ntzimani *et al.*, 2023).

Tais resultados aconteceram, possivelmente, em função das características morfológicas do camarão. A carapaça, estrutura rígida e relativamente espessa que envolve o corpo do crustáceo, atua como uma barreira física à transferência de calor, dificultando a rápida dissipação térmica para o músculo interno.

Além disso, embora parte da água presente no sistema gelo + água possa ser temporariamente absorvida pelo produto durante o transporte, essa umidade adicional é perdida nas etapas subsequentes do processamento industrial, não resultando em prejuízo ao rendimento final, mas contribuindo para uma conservação térmica mais eficiente da matéria-prima.

Dessa forma, embora o uso de gelo associado à água favoreça uma maior absorção de água pela matéria-prima, a própria anatomia do camarão pode limitar a velocidade de resfriamento do interior do produto se essa água não estiver presente, como constatado no experimento. A associação entre gelo e água aumenta a eficiência da conservação térmica, favorecendo a manutenção da qualidade da matéria-prima durante o transporte.

Esse resultado corrobora estudos anteriores que apontam a maior eficácia da utilização combinada de gelo e água (*slurry ice*) no resfriamento do camarão, em virtude da maior superfície de contato entre o agente refrigerante e o produto. Trabalhos conduzidos com *Litopenaeus vannamei* demonstram que o uso de *ice slurry* melhora a conservação da qualidade físico-química do camarão durante o armazenamento refrigerado, quando comparado apenas ao uso de gelo, reforçando sua eficiência como método de resfriamento na etapa pós-despesca (Liu *et al.*, 2023).

Dessa forma, a adoção desse sistema representa uma alternativa viável para reduzir perdas de qualidade durante o deslocamento entre as fazendas produtoras e a indústria de beneficiamento, especialmente em trajetos de longa duração.

4.2 Controle de peso no beneficiamento do camarão

O acompanhamento do peso dos dois lotes (L_1 e L_2), ao longo da linha de beneficiamento, permitiu observar variações em cada etapa do processo. Foram registrados os pesos unitários nos seguintes momentos: P_1 (peso do camarão na organoléptica), P_2 (peso do camarão após descabeçamento), P_3 (peso do camarão após descascado), P_4 (peso do camarão após descascado e eviscerado), P_5 (peso do camarão após o congelamento) e P_6 (peso do camarão drenado).

Os Quadros 02 e 03 apresentam os dados obtidos em cada ponto da pesagem para os diferentes processamentos, P&D e PUD.

Quadro 02 - Pesos médios (g) do camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) nos diferentes pontos da linha de beneficiamento, para os dois lotes analisados (L₁ e L₂) do camarão P&D

Quantidade	Data	Controle de Lote da empresa	Tratamentos											
			L ₁ (gramas)						L ₂ (gramas)					
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
1	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	8	9	14	9	9	9	8	8
2	23/12/2025	1776-320-2312	12	8	7	8	8	8	14	9	8	9	8	8
3	23/12/2025	1776-320-2312	14	8	8	8	8	8	16	9	9	9	8	8
4	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	8	8	15	9	9	9	8	8
5	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	8	8	16	9	8	9	8	8
6	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	8	8	15	9	8	8	8	8
7	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	8	6	14	9	9	8	9	8
8	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	8	8	15	9	8	8	8	8
9	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	8	8	13	9	8	8	9	8
10	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	8	8	16	9	9	9	8	8
11	23/12/2025	1776-320-2312	14	8	7	8	8	8	15	9	8	9	8	8
12	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	8	8	16	9	8	8	8	8
13	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	8	8	13	9	8	9	9	8
14	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	8	8	14	9	8	8	9	8
15	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	6	8	15	9	9	9	8	8

Quantidade	Data	Controle de Lote da empresa	Tratamentos											
			L ₁ (gramas)						L ₂ (gramas)					
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
16	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	8	8	16	11	9	8	8	8
17	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	8	8	15	11	8	9	8	8
18	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	6	8	14	11	9	8	8	8
19	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8	8	6	8	15	9	8	9	8	8
20	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	9	8	8	8	16	11	8	8	9	8
21	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	9	8	8	8	15	11	8	8	9	8
22	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	6	8	14	9	8	8	8	8
23	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	8	8	15	9	9	9	8	8
24	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	8	6	15	8	8	8	8	8
25	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8	8	6	8	15	8	8	8	8	8
	Média		13,29a	8,88 b	8c	8c	7,6d	7,88d	14,84a	9,32b	8,36c	8,48c	8,24c	8d
	EPM		0,59	0,32	0,4	0	0,8	0,59	0,88	0,88	0,48	0,50	0,43	0

EPM - Erro padrão da média.

Fonte: autoria própria (2025)

Quadro 03 - Pesos médios (g) do camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) nos diferentes pontos da linha de beneficiamento, para os dois lotes analisados (L₁ e L₂) do camarão PUD

Quantidade	Data	Controle de Lote da empresa	Tratamentos											
			L ₁ (gramas)						L ₂ (gramas)					
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
1	23/12/2025	1776-320-2312	14	7	8		8	8	13	9	8		8	8
2	23/12/2025	1776-320-2312	13	7	8		8	8	14	8	9		8	8
3	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		8	8	15	8	9		8	8
4	23/12/2025	1776-320-2312	15	9	8		6	8	17	8	8		8	8
5	23/12/2025	1776-320-2312	13	8	7		6	8	16	10	9		8	8
6	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	8		8	8	14	10	9		8	8
7	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		8	9	16	10	8		8	8
8	23/12/2025	1776-320-2312	15	8	7		8	9	16	9	8		8	8
9	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		8	8	15	8	9		8	8
10	23/12/2025	1776-320-2312	13	9	9		8	8	16	8	9		8	8
11	23/12/2025	1776-320-2312	13	8	8		8	8	16	9	9		8	8
12	23/12/2025	1776-320-2312	14	8	8		8	8	15	11	9		8	8
13	23/12/2025	1776-320-2312	15	7	7		8	8	15	9	8		8	8
14	23/12/2025	1776-320-2312	15	9	8		8	8	15	8	8		8	8
15	23/12/2025	1776-320-2312	15	8	7		8	8	15	9	8		8	8

16	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		6	8	16	8	9		8	8
17	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		8	8	14	9	9		8	8
18	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		8	8	14	9	8		8	8
19	23/12/2025	1776-320-2312	13	8	7		8	8	13	8	8		8	8
20	23/12/2025	1776-320-2312	14	8	7		6	8	14	10	8		8	8
21	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		8	8	15	8	8		8	8
22	23/12/2025	1776-320-2312	13	8	7		8	8	15	10	8		9	8
23	23/12/2025	1776-320-2312	15	13	8		8	8	14	10	9		8	9
24	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		8	8	15	9	8		8	8
25	23/12/2025	1776-320-2312	14	9	8		8	8	14	9	8		8	8
	Média		13,92a	8,6b	7,76c		7,68c	8,08d	14,88a	8,96b	8,44b		8,04c	8,04c
	EPM		0,73	1,13	0,51		0,73	0,27	0,99	0,87	0,50		0,20	0,20

T_x-Tempo X; **EPM** - Erro padrão da média.

Fonte: autoria própria (2025)

A análise conjunta dos pesos médios do camarão ao longo da linha de beneficiamento, considerando os dois pontos de descarga (P&D e PUD), evidenciou diferenças entre os lotes avaliados (L_1 : gelo e L_2 : gelo + água). Entretanto, em ambos os casos se verificou que o L_1 já apresentava menor peso médio no ponto inicial (P_1), com valores de 13,29 g no P&D e 13,92 g no PUD, enquanto o L_2 iniciou o processamento com maior calibre, 14,84 g e 14,88 g, respectivamente. Dessa forma, as menores médias observadas no L_1 não estão relacionadas ao método de conservação adotado, mas refletem o fato de que os camarões desse lote eram naturalmente mais leves no momento da recepção.

Considerando essa diferença inicial de calibre, a interpretação dos resultados prioriza a tendência de variação do peso ao longo das etapas de beneficiamento, e não a comparação direta dos valores absolutos entre os lotes. As reduções registradas entre P_1 , P_2 , P_3 e P_4 , decorrem das etapas industriais de descabeçamento, descascamento e evisceração, correspondendo à remoção de estruturas anatômicas não comestíveis, como cabeça, carapaça e vísceras. Assim, a diminuição do peso bruto não caracteriza perda tecnológica do produto, mas reflete o rendimento de processamento, uma vez que essas estruturas representam fração significativa do peso total do camarão, resultando em reduções expressivas da massa final do produto beneficiado (Rossi, 2024).

Mesmo apresentando pesos absolutos menores, o L_1 manteve comportamento semelhante ao L_2 quanto ao padrão de redução ao longo do processamento, tanto no P&D quanto no PUD. Entretanto, verificou-se que o L_2 apresentou médias ligeiramente superiores na maior parte dos pontos subsequentes para P&D ($P_2 = 9,32$ g; $P_3 = 8,36$ g; $P_4 = 8,48$ g) e PUD ($P_2 = 8,94$ g; $P_3 = 8,44$ g) quando comparado ao L_1 P&D ($P_2 = 8,88$ g; $P_3 = 8,00$ g; $P_4 = 8,00$ g) e PUD ($P_2 = 8,60$ g; $P_3 = 7,76$ g). Tal diferença não indica ganho de massa associado ao método de conservação, mas decorre do maior calibre inicial do L_2 no momento da recepção.

A etapa após o congelamento (P_5) evidenciou redução mais pronunciada no L_1 em ambos os pontos avaliados (P&D: 7,60 g; PUD: 7,68 g) quando comparado ao L_2 (P&D: 8,24 g; PUD: 8,04 g), sugerindo que o sistema gelo + água pode ter favorecido menor perda de massa após o congelamento e drenagem. Esse comportamento pode estar associado a um resfriamento prévio mais eficiente no L_2 , o que tende a reduzir o estresse térmico do tecido muscular e a formação de cristais de gelo maiores, favorecendo a retenção de água e contribuindo para maior estabilidade hídrica do produto congelado (Sun *et al.*, 2023).

No ponto final (P_6 : produto drenado), as diferenças entre os lotes foram pequenas em ambos os conjuntos de dados (P&D: 7,88 vs. 8,00 g e PUD: 8,08 vs. 8,04 g). Contudo, o L_2 apresentou maior uniformidade entre as etapas do processamento, fato corroborado pelos menores valores da média, indicando menor oscilação de peso entre as unidades amostrais e maior estabilidade do produto ao longo do beneficiamento.

4.3 Caracterização e avaliação físico-química do camarão *Litopenaeus vannamei*

Tabela 1 - Caracterização físico-química do camarão P&D e PUD

Caracterização físico-química	Tratamentos	
	P&D (T ₁)	PUD (T ₂)
Proteínas	15a	15a
Lipídeos	0,8a	0,8a
Carboidratos	0	0

T₁ - Referente ao camarão P&D (Peeled Devained); T₂ - Referente ao camarão PUD (Peeled Undevained); **a,b,c** - letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: autoria própria (2025)

Os dados apresentados nos rótulos fornecidos pela empresa, referente às amostras de camarão cinza analisadas P&D e PUD, revelou teores idênticos de proteínas (15 g/100 g), lipídios (0,8 g/100 g) e carboidratos (0 g/100 g) e de acordo com literatura para o *Litopenaeus vannamei*, espécie reconhecida por apresentar elevado teor proteico, baixo conteúdo lipídico e níveis residuais de carboidratos.

Estudos recentes sobre a composição nutricional do *Litopenaeus vannamei* corroboram o elevado teor proteico e o baixo conteúdo lipídico característicos dessa espécie. De acordo com Li *et al.* (2025), camarões cultivados em diferentes ambientes aquícolas (água salobra, alcalina e doce) apresentaram teores de proteína variando entre 20,73 e 21,60 g/100 g e teores de lipídios entre 0,54 e 0,94 g/100 g, evidenciando um perfil nutricional semelhante ao descrito por Seabra *et al.* (2024), que relataram 21,9 g/100 g de proteínas e 0,3 g/100 g de lipídios em camarões *in natura*. Em comparação, as amostras analisadas no presente estudo apresentaram 15 g/100 g de proteínas e 0,8 g/100 g de lipídios, indicando redução do teor proteico e leve incremento da fração lipídica.

O menor teor protéico nas amostras P&D e PUD pode estar associado ao próprio beneficiamento das amostras, que gera impacto nos valores nutricionais. Por sua vez, o teor lipídico ligeiramente superior permanece dentro da variação natural para a espécie, refletindo diferenças inerentes ao cultivo e às condições de processamento. Assim, apesar das discrepâncias numéricas, os resultados permanecem coerentes com o perfil nutricional característico do *L. vannamei*.

No que se refere aos carboidratos, estudos sobre a composição de pescados indicam que essa fração é naturalmente reduzida, situando-se entre 0,3% e 1% (Oliveira, 2022). Considerando esse intervalo, o valor de 0% declarado nos rótulos não implica ausência total de carboidratos, mas sim um conteúdo residual suficientemente baixo para ser arredondado para zero, conforme previsto na legislação brasileira de rotulagem nutricional. Esse comportamento está em consonância com o metabolismo da espécie, cuja reserva de glicogênio é rapidamente consumida no período pós-abate.

De modo geral, a análise integrada desses componentes demonstra que o processamento industrial incluindo descasque, evisceração e congelamento não compromete a composição físico-química essencial do camarão. Os resultados físico-químicos das amostras P&D e PUD mostraram-se consistentes com a legislação e evidenciam que a remoção de casca e vísceras exerce pouca influência sobre as frações protéica e lipídica, preservando as características nutricionais intrínsecas do *L. vannamei*, mesmo após o beneficiamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que a utilização da combinação de gelo + água durante o transporte do camarão é mais eficiente na manutenção da temperatura interna e na preservação da qualidade da matéria-prima, quando comparada ao uso exclusivo de gelo, conforme preconizado pela legislação vigente. A maior uniformidade térmica proporcionada pelo sistema gelo + água favorece a troca de calor e contribui para a conservação do produto ao longo do transporte, refletindo positivamente na qualidade final do camarão destinado ao beneficiamento industrial.

Embora se reconheça que o camarão possa absorver parte da água durante o transporte nesse sistema, os dados observados indicam que essa umidade adicional é perdida nas etapas subsequentes do processamento, não resultando em prejuízo ao rendimento final do produto. Dessa forma, a absorção temporária de água não compromete a qualidade físico-química nem a conformidade do camarão com os padrões exigidos, reforçando a viabilidade técnica do método.

Nesse contexto, os resultados sugerem a necessidade de reflexão crítica sobre o modelo atualmente recomendado pela normativa, uma vez que a estratégia de transporte com gelo associado à água demonstrou maior eficiência na conservação do camarão.

Ademais, a realização desta pesquisa, por meio da parceria entre o IFPE e o setor produtivo, permitiu abordar problemas reais da cadeia da carcinicultura, fortalecendo a articulação entre ensino, pesquisa e extensão e proporcionando ao estudante uma formação acadêmica contextualizada e aplicada.

Portanto, este trabalho contribui de forma relevante para o avanço do conhecimento técnico-científico sobre métodos de conservação do camarão cinza, ao mesmo tempo em que oferece subsídios práticos para a discussão de possíveis revisões na legislação vigente, incentivando a adoção de estratégias mais eficientes que conciliam segurança alimentar, qualidade do produto e sustentabilidade econômica da indústria de beneficiamento.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, Ana Cláudia Silveira *et al.* Qualidade de peixes: uma breve revisão. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 4, p. 144-173, 2021.
- ANACLETO, Adilson *et al.* Pesca de camarão branco em ilhas remotas no litoral do Paraná: implicações ambientais e socioeconômicas. **Peer Review**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 288-301, 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 23, de 21 de maio de 2019. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para camarão fresco, resfriado, congelado e descongelado. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 22 maio de 2019.
- CORDEIRO, Pedro Hudson. Aquicultura no Brasil: análise da evolução do setor entre os anos de 2013 a 2023. **Aracê**, [S. l.], v. 7, n. 7, p. 37184-37208, 2025.
- COSTA, Jhonatan Willians Pimentel *et al.* Salga e secagem de pescado. **Ciência e Tecnologia do Pescado**: uma análise pluralista, [S. l.], v. 4, p. 91-107, 2022.
- COSTA, Marliete Cassimiro da; SANTANA, Fábio Magno da Silva. Uso completo do camarão cinza *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) na preparação de produtos para consumo humano. **Recursos Naturais**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1–11, 2022.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The state of world fisheries and aquaculture**: towards blue transformation. Roma: FAO, 2024.
- GHANIM, Mahendri Rohman *et al.* Análise do volume e frequência de tráfego de remessas de camarão *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) com base em uma abordagem de certificação. **Jurnal Penelitian Pendidikan IPA**, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 4777-4782, 2023.
- HAN, Aysegul Tugçe; GOKOGLU, Nalan. Efeitos de diferentes métodos de congelamento e descongelamento na qualidade do camarão vermelho-gigante (*Aristaeomorpha foliacea*). **Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal**, [S. l.], p. 46-53, 2022.
- IGARASHI, M. A. Sinopse sobre os aspectos do potencial da produção e prospectos para o desenvolvimento do cultivo de camarão marinho no Brasil, especialmente no nordeste brasileiro. **Revista Semiárido de Visu**, [S. l.], v. 10, n. 3, 2022.
- JHA, P. K. *et al.* Cryogenic vs. mechanical freezing impact on the quality of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during long-term storage. **International Journal of Refrigeration**, [S. l.], v. 160, p. 411-422, 2024.
- LI, Liu *et al.* Nutrient composition analysis and quality evaluation system construction of *Litopenaeus vannamei* from different aquaculture water environments. **Applied Food Research**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 100661, 2025.
- Instituto Federal de Pernambuco. Campus Barreiros. Curso de Licenciatura em Química. 29 de dezembro de 2025.

LIU, Fei *et al.* Assessing the interactive effects of high salinity and stocking density on the growth and stress physiology of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Fishes**, Basel, v. 9, n. 2, p. 62, 2024.

LIU, Tianyu *et al.* Effect of slurry ice on quality characteristics and microbiota composition of Pacific white shrimp during refrigerated storage. **Journal of Agriculture and Food Research**, [S. l.], v. 14, p. 100792, 2023.

MADHUBHASHINI, M.; Nerandi *et al.* Aplicações atuais e tendências futuras dos sentidos artificiais na determinação do frescor do peixe: uma revisão. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 89, n. 1, p. 33-50, 2024.

MAPA. **Instrução Normativa nº 23, de 20 de agosto de 2019**. Fica aprovado o Regulamento Técnico que fixa a identidade e os requisitos de qualidade que devem apresentar o camarão fresco e processado. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária, 2019.

MARQUES, Crisreania Oliveira; SOUSA, Susana Menezes Luz de. Aplicação de biopolímeros como revestimento comestível na conservação do pescado: uma revisão da literatura. **Revista Foco**, [S. l.], v. 18, n. 6, p. e8914-e8914, 2025.

NEVES, Daniele Vulcão das *et al.* Avaliação do estado de frescor e qualidade de pescado comercializado em Cametá-PA. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 22, n. 12, p. 144, 2024.

NTZIMANI, Athina *et al.* Slurry ice as an alternative cooling medium for fish harvesting and transportation: study of the effect on seabass flesh quality and shelf life. **Aquaculture and Fisheries**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 385-392, 2023.

NUNES, Raquel Soares Casaes *et al.* Desenvolvimento de cursos de atualização em boas práticas no processamento do pescado para estudantes graduandos e profissionais da área industrial: um estudo de caso. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1–7, 2023.

OLIVEIRA, Fabiana Borges de. **Resíduos do camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*)**: uma perspectiva culinária e ambiental. 2022. 103 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

OLIVEIRA FILHO, Paulo Roberto Campagnoli de; SILVA, Chirley Matilde da; MACEDO, Indira Maria Estolano. Avaliação físico-química e microbiológica do camarão *Litopenaeus vannamei* submetido à defumação líquida em diferentes temperaturas e tempos de processamento. **Arquivos de Ciências do Mar**, [S. l.], v. 55, n. 1, p. 116–126, 2022.

PENG, Shiyi *et al.* Mecanismo de deterioração e tecnologias de preservação sobre a qualidade do camarão: uma visão geral. **Trends in Food Science & Technology**, [S. l.], v. 129, p. 233-243, 2022.

PICANÇO, T. E. F. *et al.* Método índice de qualidade na determinação do frescor da curimatã (*Prochilodus nigricans*). **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 23, n. 2, p. e8970, 2025.

QUARESMA, Luana Margalho *et al.* Aproveitamento dos resíduos do camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) para elaboração de saborizante e sopa desidratada. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. e9113442872, 2024.

RASDI, Nadiah W. *et al.* Os efeitos da *Moina* enriquecida no crescimento, sobrevivência e análise proximal do camarão marinho (*Penaeus monodon*). **Journal of Sustainability Science and Management**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 56-70, 2021.

ROSSI, Nicola; GROSSO, Clara; DELERUE-MATOS, Cristina. Shrimp waste upcycling: unveiling the potential of polysaccharides, proteins, carotenoids, and fatty acids with emphasis on extraction techniques and bioactive properties. **Marine Drugs**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 153, 2024.

RUSSO, Giovanni Luca *et al.* Emerging technologies in seafood processing: an overview of innovations reshaping the aquatic food industry. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. e13281, 2024.

SILVA, Isadora Souza de Mélo *et al.* Carciniculture in the municipality of Brejo Grande/SE: environmental licensing as a sustainability instrument. **Revista de Gestão – RGSA**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. e04289, 2023.

SILVA, P. C.; ALMEIDA, F. L.; GOMES, L. P. Técnicas de preservação e transporte do camarão branco. **Aquaculture Research**, [S. l.], v. 49, n. 5, p. 1234-1245, 2021.

SUN, Qinxu *et al.* Insight into muscle quality of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) frozen with static magnetic-assisted freezing at different intensities. **Food chemistry: X**, [S. l.], v. 17, p. 100518, 2023.

TAN, Karsoon *et al.* Quantitative evaluation of essential amino acids and omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids from global marine bivalve aquaculture. **Food Chemistry: X**, [S. l.], v. 25, p. 102181, 2025.

VERDEGEM, Marc *et al.* A contribuição dos sistemas de aquicultura para a produção aquícola global. **Journal of the World Aquaculture Society**, [S. l.], v. 54, n. 2, p. 206-250, 2023.

VIDAL, Maria de Fátima. Carcinicultura. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, 2024.