



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

JESSICA MARIA GIRÃO LEITE

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DE NÁUPLIOS DE *Artemia* sp.
CONGELADOS E RESFRIADOS NA LARVICULTURA DO CAMARÃO MARINHO
Penaeus vannamei (BOONE, 1931)**

FORTALEZA

2023

JESSICA MARIA GIRÃO LEITE

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DE NÁUPLIOS DE *Artemia* sp.
CONGELADOS E RESFRIADOS NA LARVICULTURA DO CAMARÃO MARINHO
Penaeus vannamei (BOONE, 1931)

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenheiro de Pesca.

Orientador: Profa. Dra. Kelma Maria dos Santos Pires Cavalcante.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L553e Leite, Jessica Maria Girão.

Estudo comparativo entre o uso de náuplios de *Artemia* sp. congelados e resfriados na larvicultura do camarão marinho *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) / Jessica Maria Girão Leite. – 2023.

36 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Kelma Maria dos Santos Pires Cavalcante.

1. Larvicultura. 2. Artêmia. 3. Congelamento. I. Título.

CDD 639.2

JESSICA MARIA GIRÃO LEITE

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DE NÁUPLIOS DE *Artemia* sp.
CONGELADOS E RESFRIADOS NA LARVICULTURA DO CAMARÃO MARINHO
Penaeus vannamei (BOONE, 1931)

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia de Pesca da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Engenheiro de Pesca.

Aprovada em: xx/xx/xxxx.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Kelma Maria dos Santos Pires Cavalcante(Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José William Alves da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE)

A Deus.

Aos meus pais, Fátima e Júnior.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida, pela perseverança e por me dar forças para não desistir daquilo que sonho e acredito.

A minha família, em especial meus pais, Fátima e Júnior, por todo apoio e suporte ao longo de todos esses anos e a meus irmãos Mateus, Raiany e Thiago.

A Profa. Dra. Kelma Maria dos Santos Pires Cavalcante, pela orientação e aconselhamentos. Agradeço também aos professores participantes da banca examinadora Francisco Hiran Farias Costa e José William Alves da Silva pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões para melhoria deste trabalho.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET) e a todos meus colegas da CORAQ Jr. por todo aprendizado e oportunidades durante a graduação.

Ao grupo AquaFort, em especial à LarviFort e sua equipe gestora que abriu as portas para mim sempre que precisei. Especialmente à Júlia, Kaiane, Exdra, Maiane, Jeisson e Mikael, além de todos outros funcionários que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização desta pesquisa.

Aos meus colegas e amigos de graduação, em especial Letícia Andrade, Maria Leonília e Juliana Maia por todo companheirismo em momentos bons e ruins.

Por fim, agradeço a todos que, embora não tenham sido citados, residem em meu coração.

“Aprendi com o mar que onda grande se
atravessa mergulhando”
(Autor desconhecido).

RESUMO

Um dos principais elos para a expansão da carcinicultura no Brasil consiste na produção de pós-larvas de qualidade e em quantidade suficiente para atender a demanda. O manejo alimentar é um dos fatores mais importantes para o sucesso na fase de larvicultura, de forma que a quantidade e qualidade da dieta ofertada às larvas são fatores essenciais para o crescimento e sobrevivência das mesmas, especialmente no período inicial da vida dos animais, sendo os náuplios de *Artemia* sp. considerados críticos durante a larvicultura do *Penaeus vannamei*, devido ao seu valor nutricional e ótima aceitação por parte das larvas. Por conveniência, muitas larviculturas optam por eclodir e congelar os náuplios de *Artemia*, o que pode acarretar a diminuição de nutrientes essenciais e a perda de motilidade; em contrapartida, o resfriamento a temperaturas próximas a 3 °C reduz o metabolismo dos náuplios e preserva suas reservas vitelínicas. O objetivo do presente estudo foi realizar um comparativo entre a utilização de náuplios congelados e resfriados durante a larvicultura do *Penaeus vannamei*. Para tal, foram estocados 4.500.000 náuplios 5 para cada um dos quatro tanques de volume máximo de 30 m³ e a oferta de *Artemia* foi iniciada a partir de zoea 2, sendo a partir de mísis 2 realizada a distinção na oferta, dois tanques receberam náuplios de artêmia congelados (NAC) e dois receberam náuplios de *Artemia* resfriados (NAR). Diariamente os animais eram avaliados em microscópio óptico para a verificação do desenvolvimento, presença de necroses e deformidades. No estágio de PL 3 foi calculada a sobrevivência por método volumétrico e o peso dos animais. A sobrevivência foi superior para os indivíduos que receberam NAR, quando comparados com os que receberam NAC, com valores iguais a 85±8,45% e 77±6,49%, respectivamente. Com relação ao peso dos animais, não foi observada diferença estatística significativa ($p > 0,05$) com valores iguais a 1355±80,61 PL g⁻¹ e 1373±90,62 PL g⁻¹, respectivamente para NAC e NAR. Foi possível concluir que a utilização de náuplios vivos resfriados incrementa de forma significativa na sobrevivência da larvicultura fase 1 do camarão marinho *Penaeus vannamei*. A substituição dos náuplios congelados em escala comercial a partir de mísis 2 por resfriados não compromete o desempenho zootécnico em fase 1. Assim, o produtor pode optar por utilizar ou não a forma resfriada dos náuplios de artêmia.

Palavras-chave: larvicultura; artêmia; congelamento.

ABSTRACT

One of the main ways for the expansion of shrimp farming in Brazil consists of the production of quality post-larvae in sufficient quantity to meet this demand. It is known that food management is one of the most important factors for success in the larviculture phase, so that the quantity and quality of the diet offered to the larvae are essential factors for their growth and survival, especially in the initial period of life. of animals, with nauplii of *Artemia* sp. considered critical during *Penaeus vannamei* larviculture, due to its nutritional value and excellent acceptance by the larvae. For convenience, many laboratories choose to hatch and freeze *Artemia* nauplii, which can lead to a reduction in essential nutrients and loss of motility; on the other hand, cooling to temperatures close to 3 °C reduces the metabolism of nauplii and preserves their vitelline reserves. The objective of the present study was to compare the use of frozen and chilled nauplii during larviculture of *Penaeus vannamei*. To this end, 4,500,000 nauplii 5 were stored in four 30 m³ tanks and the supply of *Artemia* was started from zoea 2, with the distinction made in the offer from mysis 2, two tanks received frozen artemia nauplii (NAC) and two received frozen *Artemia* nauplii (NAR). The animals were evaluated daily under an optical microscope to check development, presence of necrosis and deformities. At PL 3 stage, survival was calculated using the volumetric method and the weight of the animals. Survival was higher for individuals who received NAR when compared to those who received NAC, with values equal to 85±8.45% and 77±6.49%, respectively. Regarding the weight of the animals, no statistically significant difference was observed ($p > 0.05$) with values equal to 1355±80.61 PL g⁻¹ and 1373±90.62 PL g⁻¹, respectively for NAC and NAR. It was possible to conclude that the use of frozen live nauplii significantly increases the survival of phase 1 larviculture of marine shrimp *Penaeus vannamei*. Replacing frozen nauplii on a commercial scale from mysis 2 with chilled ones does not compromise zootechnical performance in

phase 1. Thus, the producer can choose whether or not to use the frozen form of brine shrimp nauplii.

Keywords: larviculture; brine shrimp nauplii; freezing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Náuplio de <i>Artemia</i> sp. no estágio de instar I.....	16
Figura 2 - Seleção de reprodutores durante uma despesca.	18
Figura 3 - Camarões durante o momento da seleção.	19
Figura 4 – Tanques de maturação do laboratório LarviFort.	20
Figura 5 - Fêmea de <i>P. vannamei</i> após a cópula com espermátóforo aderido ao télico.....	20
Figura 6 - Náuplios concentrados por fototaxia positiva.....	21
Figura 7 - Contagem de náuplios.	21
Figura 8 - Tanques de um módulo do setor de Fase 1.....	22
Figura 9 - Aclimatação e estocagem dos náuplios e camarão <i>P. vannamei</i>	23
Figura 10 - Análise microscópica dos estágios larvais do camarão <i>P. vannamei</i>	24
Figura 11 - Cistos estocados para eclosão.	24
Figura 12 - Lavagem de náuplios de <i>Artemia</i> sp. com água salgada a 30 ppt.	25
Figura 13 - Armazenamento de náuplios de <i>Artemia</i> sp. em resfriador.	26
Figura 14 - Náuplios de <i>Artemia</i> sp. ensacados e congelados.....	26
Figura 15 - Armazenamento dos náuplios de <i>Artemia</i> sp. congelados em freezer. ..	27
Figura 16 - Detalhe visualizado através de microscopia óptica do desenvolvimento branquial e do hepatopâncreas entre os tratamentos, de PL1 a PL5.....	32
Figura 17 - Náuplios de <i>Artemia</i> congelados visualizados em microscópio óptico....	34
Figura 18 - Náuplios de <i>Artemia</i> retirados do resfriador visualizados em microscópio óptico.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Rotina de alimentação das lavras de camarão <i>P. vannamei</i> na Fase 1...28	28
Tabela 2 - Percentual de necroses e deformidades no decorrer do experimento.31	31
Tabela 3 - Desempenho zootécnico durante a larvicultura fase 1 (PL3).32	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- NAC Náuplios de artêmia congelados
NAR Náuplios de artêmia vivos resfriados
PL Pós-larva de *Penaeus vannamei*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1 Local do experimento	18
2.2 Seleção de reprodutores	18
2.3 Obtenção dos náuplios de <i>P. vannamei</i>	19
2.2 Setor de Fase 1	22
2.2.1 Preparação dos tanques.....	22
2.2.2 Estocagem.....	22
2.2.3 Microscopia dos estágios larvais do camarão <i>P. vannamei</i>	23
2.3 Setor de <i>Artemia</i>	24
2.3.1 Eclosão dos cistos de <i>Artemia sp.</i>	24
2.3.2 Separação e lavagem dos náuplios de <i>Artemia sp.</i>	25
2.3.3 Armazenamento	25
2.3.4 Oferta de <i>Artemia sp.</i>	27
2.4 Parâmetros estudados.....	29
2.5 Análise dos dados	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a produção de animais aquáticos em 2020 foi 100% superior à média dos anos 2000 e mais de 300% acima da média dos anos 1990. A produção recorde de aquicultura de 87,5 milhões de toneladas de animais aquáticos impulsionou em grande parte esses resultados, o consumo *per capita* de pescado chega a cerca de 20,2 kg, mais do que o dobro quando comparado há 50 anos (FAO, 2022).

Com relação à produção de *Penaeus vannamei*, nos anos de 2000 a produção mundial foi de 154,5 mil toneladas. Após 20 anos, a produção mundial do crustáceo atingiu a marca de 5.812,2 mil toneladas. No Brasil, a região Nordeste destaca-se como a maior produtora, sobretudo os estados do Ceará, com uma produção de 61,3 mil toneladas e Rio Grande do Norte com 25,2 mil toneladas do crustáceo produzidas. (IBGE, 2022).

A crescente demanda de mercado, condições climáticas, espaço territorial e a disponibilidade de insumos são contribuintes para o desenvolvimento do cultivo de camarão marinho no Brasil. Nesse contexto, um dos principais elos para a expansão dessa atividade está na produção de pós-larvas de qualidade e em quantidades capazes de atender essa demanda. Entretanto, os altos custos de implementação de uma larvicultura, a necessidade de mão de obra qualificada e os elevados preços de insumos são complicadores desse tipo de atividade, por isso, profissionais da área devem buscar tecnologias e manejos que contribuam para a viabilização da mesma, de forma que os animais realizem as ecdises o mais rápido possível e de forma sanitária, diminuindo, conseqüentemente, seu tempo de cultivo. (SANUDIN *et al.*, 2015).

Nesse sentido, sabe-se que o manejo alimentar é um dos fatores mais importantes para o sucesso na fase de larvicultura, de forma que a quantidade e qualidade da dieta oferecida às larvas são fatores essenciais para o crescimento e sobrevivência das mesmas, especialmente no período inicial da vida dos animais, devido às inúmeras metamorfoses que ocorrem nessa fase. Além disso, a alimentação ofertada deve atender a todas as necessidades nutricionais do animal: proteínas, ácidos graxos, vitaminas e sais minerais (SUITA, 2015).

Nos primeiros estágios de vida, os camarões sofrem inúmeras alterações morfológicas e comportamentais, dessa forma, a alimentação ofertada desempenha papel crítico no desenvolvimento inicial desses animais. A partir do estágio de zoea 1, o animal passa a ter seu corpo dividido entre cefalotórax e abdômen e inicia a armazenagem de lipídios em seus túbulos. O hepatopâncreas, importante órgão digestivo, inicia seu desenvolvimento ainda nas fases larvais dos camarões, de forma que caso a dieta não seja adequada, o animal não terá um bom desenvolvimento desse órgão. A partir do estágio de PL 1, é possível visualizar via microscópio o início da formação do sistema branquial, órgão essencial para a osmorregulação e absorção do oxigênio dissolvido (GUERRERO *et al.*, 2004), evidenciando assim importante indicativo de qualidade larval conforme descrito por Knoll (2012).

Nos estágios naupliares, o animal é nutrido pelas reservas vitelinas, ao passar para zoea, desenvolve hábito herbívoro, alimentando-se de microalgas, principalmente de diatomáceas, tais como *Thalassiosira fluviatilis* e *Chaetoceros muelleri* e rações formuladas; a partir do estágio de mísis, os animais passam a ser onívoros com tendência carnívora, aceitando zooplâncton congelado. Por fim, no estágio de pós-larva, os camarões desenvolvem o hábito caçador, sendo recomendada a oferta de zooplâncton vivo (FAO, 2003).

Dentre as espécies de zooplâncton possíveis, o gênero *Artemia* em seu estágio de *instar I* (Figura 1) é considerado pilar fundamental na elaboração de dietas específicas para as fases larvais do camarão, sendo os náuplios de artêmia ricos em proteína, ácidos-graxos e enzimas (HAMRE *et al.*, 2020), obtidos através da eclosão prévia de cistos em diapausa, fornecendo nutrientes provenientes de suas reservas vitelínicas considerados essenciais para o desenvolvimento do camarão em laboratório.

Figura 1 - Náuplio de *Artemia* sp. no estágio de *instar I*



Fonte: autora, 2023.

Devido ao grande fluxo de consumo, as larviculturas tendem a optar por coletar e congelar os náuplios de *Artemia*, garantindo seu acesso de forma facilitada, entretanto, à medida que o tempo passa e com o congelamento, a qualidade nutricional tende a diminuir e perde-se a característica da mobilidade destes, deixando de otimizar a utilização dos náuplios de *Artemia*. Em decorrência do comportamento de caça, inerente ao estágio de pós-larva, a oferta insuficiente de alimentação pode estimular o aumento no percentual de necroses a nível cuticular por canibalismo nas larvas, influenciando diretamente na qualidade final dos animais (JIANG *et al.*, 2019), uma alternativa ao cenário apresentado, além do ajuste no arraçoamento, seria a oferta de *Artemia* viva, de forma que a mobilidade dos náuplios servisse como estímulo atrativo para as pós-larvas.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi realizar um comparativo entre a utilização de náuplios de *Artemia* congelados e vivos resfriados no setor de larvicultura do camarão *Penaeus vannamei*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

A pesquisa foi realizada na empresa Larvicultura Fortaleza Larvifort LTDA, localizada em Itarema, Ceará, Brasil. A empresa possui estrutura física segmentada em: administrativo, setor de maturação e cópula, larvicultura em sistema bifásico, produção de microalgas, *Artemia*, microbiologia, além de salas acessórias, como almoxarifado e sala de pesagem de insumos. A pesquisa foi realizada entre julho e setembro de 2023, perfazendo 45 dias de experimento.

2.2 Seleção de reprodutores

A empresa Aquacultura Fortaleza Aquafort S.A, possui um programa de melhoramento genético, no qual, durante as despescas dos viveiros são escolhidos indivíduos para selecionar futuros reprodutores (Figura 2). A seleção visa buscar animais que tiveram um desempenho de crescimento superior à média do viveiro. O tamanho dos camarões selecionados foi previamente definido por uma biometria do viveiro.

Figura 2 - Seleção de reprodutores durante uma despesca.



Fonte: autora, 2022.

Os camarões foram dispostos sobre uma caixa retangular com água limpa e aeração (Figura 3) e medidos com auxílio de um paquímetro. Após a seleção, os animais foram transferidos para viveiros de aproximadamente 0,5 ha onde permaneceram até atingirem o peso médio desejado. Em seguida, foram selecionados novamente, descartando os indivíduos que estivessem com anomalias. Posteriormente foram transferidos em caminhão para os tanques de quarentena do

laboratório, onde permaneceram por 15 dias, com o objetivo de prevenir a disseminação de doenças.

Figura 3 - Camarões durante o momento da seleção.



Fonte: autora, 2022.

2.3 Obtenção dos náuplios de *P. vannamei*

O setor de reprodução conta com 14 tanques de treze mil litros de volume útil, nos quais utiliza-se uma proporção de reprodutores de 1:1 entre machos e fêmeas, sendo estocado em média 300 animais por tanque (Figura 4). As matrizes receberam diariamente uma dieta com lula, mexilhão e ração específica para reprodutores BREED-S, além disso, os tanques foram sifonados diariamente para manutenção da qualidade de água.

Figura 4 – Tanques de maturação do laboratório LarviFort.



Fonte: autora, 2023.

A cada dois dias, as fêmeas eram checadas e aquelas que estavam com espermatóforo aderido ao téglico (Figura 5), foram transportadas manualmente para a sala de desova, contendo quatro tanques circulares de volume útil de 13.000 litros de águas claras com salinidade de 35 ppt. As fêmeas selecionadas desovaram em média cinco horas após a chegada nos tanques. Após a desova foram devolvidas aos tanques de maturação e os ovos foram coletados via tubulação para tanques oxigenados menores com telas de 80 μm e foram lavados constantemente com água do mar e em seguida transferidos para a sala de eclosão, onde foram desinfetados com iodo a 10% e mantidos em tanques incubadoras com temperatura controlada, iluminação central e movimentação constante via aeração. Após 12 a 13 horas, ocorreu a eclosão dos náuplios 1, mantidos até o estágio de náuplio 5 em tanques cilindro-cônicos de volume 1000 litros com aeração e iluminação constante.

Figura 5 - Fêmea de *P. vannamei* após a cópula com espermatóforo aderido ao téglico.



Fonte: autora, 2023.

Na sequência, após 24 a 48 horas, os náuplios 5 foram coletados, pelo princípio da fototaxia positiva (Figura 6) e transferidos para recipientes de 48 litros, com aeração constante, de onde foram coletadas três amostras de 1 mL com pipeta volumétrica e realizada contagem em placa de petri (Figura 7). Posteriormente foi realizado o cálculo da média aritmética das contagens e o resultado foi multiplicado pelo volume dos recipientes para obter 4.500.000 náuplios, a serem estocados.

Figura 6 - Náuplios concentrados por fototaxia positiva.



Fonte: autora, 2023.

Figura 7 - Contagem de náuplios.



Fonte: autora, 2023.

2.2 Setor de Fase 1

2.2.1 Preparação dos tanques

Os tanques foram limpos utilizando cloro a 12%, após um dia utilizou-se solução de tiosulfato de sódio para descloração, por fim, os tanques foram lavados com ácido ascórbico e abastecidos com água com salinidade de 30 ppt até o volume de 14.000 litros e a aeração foi ativada para gerar fluxo e oxigenar a água, os tanques foram abastecidos com um volume de até 28.000 litros ao longo do cultivo. Também foram adicionados 10 ppm de EDTA, com intuito de agir como quelante de metais pesados. No dia anterior à estocagem, cada tanque recebeu uma solução simbiótica utilizando 10 ppm de probiótico e 200 gramas de açúcar, para servir com substrato prebiótico, fermentada por 24 horas, além disso, os tanques foram abastecidos com dois mil litros da microalga *Thalassiosira fluviatilis* na densidade de 27×10^3 cél.mL⁻¹. A densidade inicial utilizada era de 322 náuplios L⁻¹.

A Figura 8 representa parte dos tanques que compõem um módulo do setor de Fase 1.

Figura 8 - Tanques de um módulo do setor de Fase 1.



Fonte: autora, 2023.

2.2.2 Estocagem

Inicialmente, os náuplios foram transferidos da maturação para o setor de Fase 1 e mantidos sob aeração constante (Figura 9). As temperaturas do tanque e da

água de transporte foram aferidas utilizando uma sonda tipo YSI-ProSolo. Caso houvesse diferença entre ambas, era adicionado água do tanque nos recipientes de transporte até que as temperaturas se equiparassem. Após a estocagem, foi coletada uma amostra de cada tanque e analisada microscopicamente, para avaliar a motilidade e possíveis deformidades existentes.

Figura 9 - Aclimação e estocagem dos náuplios e camarão *P. vannamei*.



Fonte: autora, 2023.

*2.2.3 Microscopia dos estágios larvais do camarão *P. vannamei**

Diariamente, foi coletado uma amostra média de 100 animais de cada tanque, para análise microscópica (Figura 10), na qual era levado em consideração o estágio larval a ser observado, seguindo o protocolo estabelecido na empresa LarviFort. Os critérios analisados quantitativamente foram: percentual de deformidades, a partir de náuplio 5 até PL3. Necrose, brânquias e a pigmentação do hepatopâncreas foram ambas avaliadas a partir do estágio de PL 1.

Figura 10 - Análise microscópica dos estágios larvais do camarão *P. vannamei*.



Fonte: autora, 2023.

2.3 Setor de *Artemia*

2.3.1 Eclosão dos cistos de *Artemia* sp.

Rotineiramente, dependendo da demanda diária da larvicultura, os cistos foram pesados e eclodidos em tanques cilindro-cônicos com 300 litros de água com salinidade de 35 ppt (Figura 11). Neste processo a temperatura média foi de 28,4 °C e o pH em torno de 8,2. Para cada 1 kg de cisto foram adicionados 7 g de EDTA e 100 g de bicarbonato de sódio para evitar flutuações de pH com a liberação das enzimas durante a eclosão.

Figura 11 - Cistos estocados para eclosão.



Fonte: autora, 2023.

2.3.2 Separação e lavagem dos náuplios de *Artemia* sp.

Após aproximadamente 24 horas sob iluminação central e aeração intensa e constante, os tanques foram despescados através da tubulação e a *Artemia* transferida para um reservatório com capacidade de 400 litros, o qual contava com dois registros inferiores, um para liberação de água e outro para saída da *Artemia* e estruturas rosqueáveis centrais cobertas por telas, que não permitiam a saída acidental do microcrustáceo, apenas de água.

Os náuplios foram separados por sifonamento ou por magnetismo, sendo este último, o procedimento no qual as cascas ou cistos não eclodidos ficaram aderidos a uma bateria de imãs. Em seguida, foi adicionado um litro de peróxido de hidrogênio a 50% para realizar uma desinfecção dos náuplios, após 15 minutos de ação, iniciou-se a limpeza com água com salinidade de 30 ppt, em abundância, por um período médio de 20 minutos (Figura 12).

Figura 12 - Lavagem de náuplios de *Artemia* sp. com água salgada a 30 ppt.



Fonte: autora, 2023.

2.3.3 Armazenamento

Após a lavagem, foi realizada contagem em 4 amostras de 210 mL e extrapolação por regra de três simples para estimar a quantidade de náuplios eclodidos por mL. Em seguida, a *Artemia* que seria consumida no decorrer do dia foi transferida para um resfriador com capacidade de 300 litros; esse equipamento possui uma pá central que realiza movimentos giratórios, com intuito de evitar que os náuplios se acumulem (Figura 13). A temperatura do resfriador foi mantida em 3 °C, com

injeção de oxigênio puro em cilindros e foi acrescido 1 g de probiótico para evitar a vetorização de contaminantes. Dessa forma, foi possível manter os náuplios de *Artemia* vivos para a oferta diária. Além disso, o restante dos náuplios eram ensacados e congelados em freezer comum, sendo descongelados em água para a posterior oferta nos tanques (Figuras 13, 14 e 15).

Figura 13 - Armazenamento de náuplios de *Artemia* sp. em resfriador.



Fonte: autora, 2023.

Figura 14 - Náuplios de *Artemia* sp. ensacados e congelados.



Fonte: autora, 2023.

Figura 15 - Armazenamento dos náuplios de *Artemia* sp. congelados em freezer.



Fonte: autora, 2023.

2.3.4 Oferta de *Artemia* sp.

A partir do estágio de zoea 2 do camarão *P. vannamei*, foi iniciado a oferta dos náuplios de *Artemia*. Ambos os tratamentos receberam *Artemia* congelada até o estágio de mýsis 1 nas quantidades (por tanque ao dia) de 1.652.400 náuplios de *Artemia* para zoea 2, 2.478.600 para zoea 3 e 3.304.800 para mýsis 1. A partir de mýsis 2 iniciou-se a distinção na forma de oferta de *Artemia*, na qual dois tanques, escolhidos aleatoriamente, permaneceram recebendo náuplios congelados e os outros dois receberam náuplios vivos resfriados, nas seguintes quantidades (por tanque ao dia): 4.131.000 náuplios de *Artemia* para mýsis 2, 6.196.500 para mýsis 3 e 8.262.000 para PL 1 a PL 3.

Independentemente da forma de oferta, ambos os tratamentos receberam a mesma quantidade de *Artemia* nos horários de 04:00, 10:00, 16:00 e 22:00. A alimentação artificial foi ofertada nos horários de 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00, seguindo o protocolo da empresa (Tabela 1).

Tabela 1 - Rotina de alimentação das lavras de camarão *P. vannamei* na Fase 1.

Horários	Ração artificial	Náuplios de <i>Artemia</i>
00:00	X	
03:00	X	
04:00		X
06:00	X	
09:00	X	
10:00		X
12:00	X	
15:00	X	
16:00		X
18:00	X	
21:00	X	
22:00		X

Fonte: autora, 2023.

2.4 Parâmetros estudados

Para comparar o desempenho das larvas nos tratamentos, o desenvolvimento das brânquias e do hepatopâncreas foi avaliado a partir do estágio de PL 1 até PL 5, além do percentual de deformidades e necroses entre os tratamentos comparados, sendo avaliados diariamente durante as microscopias. Ao final do ciclo de Fase 1, 15 dias após a eclosão dos náuplios 1, a sobrevivência de cada tanque foi calculada por volumetria, sendo as pós-larvas retiradas dos tanques com o auxílio de um puçá, transportadas para quatro caixas de 1000 litros de volume, sendo cada caixa correspondente a um tanque despescado; as caixas foram previamente limpas com cloro a 12%, após 24 horas foi utilizado solução de tiosulfato de sódio e, por fim, foram lavadas com ácido ascórbico, com intuito de descloração.

No momento da transferência, as caixas foram abastecidas com água salgada a 30 ppt até a marca de 700 litros e a aeração foi ativada, em seguida cada caixa recebeu aproximadamente um litro de *Artemia*, visando evitar canibalismo durante a transferência. A medida que os tanques do módulo em questão eram totalmente despescados, foram retiradas quatro amostras de cada caixa com becker de 210 mL, após isso, as larvas foram separadas da água com uma peneira comum e dispostas em um recipiente branco. Cada amostra foi contada por um funcionário da larvicultura, após as quatro contagens, caso houvesse algum valor discrepante dos demais, o mesmo era descartado. Posteriormente, foi calculada a média aritmética das contagens e o valor obtido foi dividido pelo volume do becker de amostragem (210 mL), dividiu-se o valor final pela quantidade estocada de náuplios (4.500,00), conforme fórmula abaixo:

$$\text{Sobrevivência} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de PLs despescadas}}{\text{N}^\circ \text{ de náuplios estocados}} \times 100\%$$

Para o cálculo do PL/g, uma amostra de larvas foi capturada utilizando puçá e agitada seis vezes para retirar o excesso de água, em seguida, 3 amostras de aproximadamente 0,5 g foram pesadas e contadas individualmente. A quantidade de larvas contadas foi dividida por seu respectivo peso, de forma a determinar a quantidade de larvas por peso e após isso foi calculada a média aritmética das 3

amostras. Esse procedimento foi realizado individualmente para cada tanque de ambos os tratamentos estudados.

2.5 Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados via Excel e aplicativo BioEstat 5.3 e expressos em valores de média e desvio padrão, aplicou-se o teste T-student, sendo o valor de referência para diferença estatística significativa $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos estágios de PL1 a PL3, foram analisados ao todo 2.700 indivíduos, em cada tratamento. Os animais que receberam náuplios de *Artemia* resfriados (NAR), apresentaram percentual médio de necrose ($1,8 \pm 1,1$ %), ligeiramente inferior quando comparados aos que receberam náuplios de *Artemia* congelados ($2,3 \pm 1,3$ %) durante a larvicultura, embora não sejam valores estatisticamente significativos ($p=0,0716$), como evidenciado na Tabela 2. Dessa forma, é possível supor que a motilidade dos náuplios de *Artemia* vivos tenha influenciado na menor predação por canibalismo nas repetições NAR, devido ao hábito naturalmente carnívoro existente nos estágios de mísis e predador em pós-larvas.

Tabela 2 - Percentual de necroses e deformidades no decorrer do experimento.

Observação	NAC	NAR	<i>p-value</i>
Necrose (%) ¹	$2,3 \pm 1,3^a$	$1,8 \pm 1,1^a$	0,0716
Deformidade (%) ²	$2,6 \pm 0,7^a$	$2,5 \pm 0,7^a$	0,0583

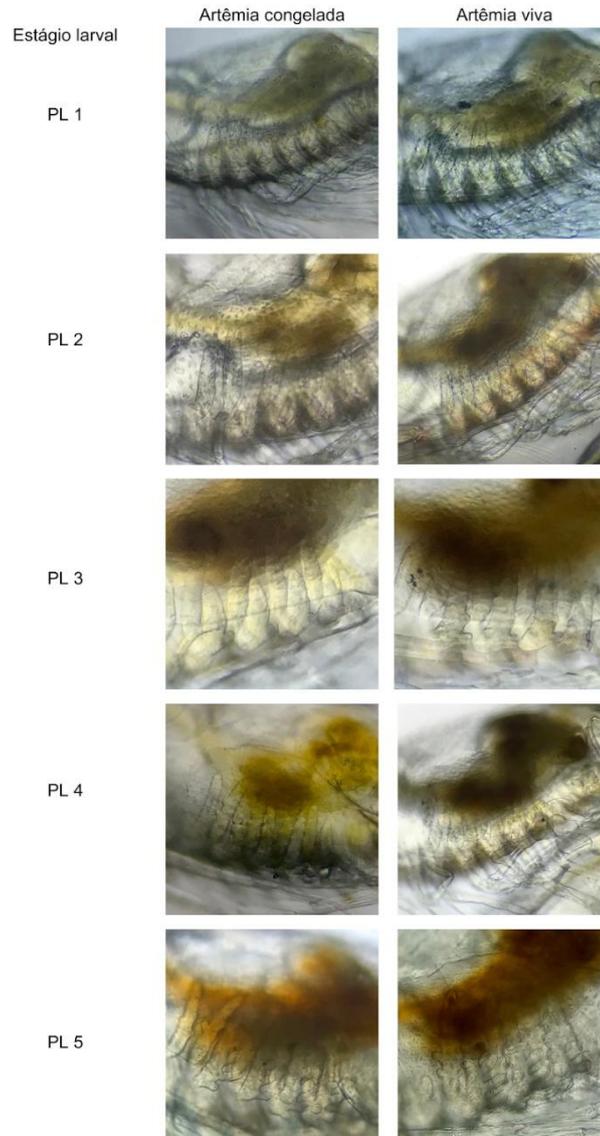
Fonte: autora, 2023.

Os valores representam as médias aritméticas e o desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha representam diferença estatística significativa ($p < 0,05$). NAC – náuplios de *Artemia* congelados; NAR – náuplios vivos de *Artemia* resfriados. ¹Dados observado de PL1 a PL3 e ²Dados observados de náuplio 5 a PL3.

Com relação à presença de deformidades, não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados, com percentual igual a $2,6 \pm 0,7\%$ e $2,5 \pm 0,7\%$, respectivamente para NAC e NAR, indicando um bom fornecimento de náuplios 5 oriundos do setor de maturação, independentemente da forma de oferta de *Artemia* durante a larvicultura (Tabela 2).

O desenvolvimento branquial e do hepatopâncreas (Figura 16) foi similar para ambos os tratamentos avaliados. Embora os tratamentos que receberam NAR apresentaram uma ligeira pigmentação superior no hepatopâncreas, sugerindo um maior depósito de lipídios. Novriadi (2013) comparou o desenvolvimento branquial entre pós-larvas de *P. vannamei* que consumiram náuplios de *Artemia* como alimento vivo e sua substituição por um composto balanceado e obteve melhor desenvolvimento das brânquias nos tratamentos que receberam *Artemia*.

Figura 16 - Detalhe visualizado através de microscopia óptica do desenvolvimento branquial e do hepatopâncreas entre os tratamentos, de PL1 a PL5.



Fonte: autora, 2023.

A sobrevivência foi superior para os indivíduos que receberam NAR, quando comparados com os que receberam NAC, com valores iguais a $85,0 \pm 8,4\%$ e $77,0 \pm 6,5\%$, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Desempenho zootécnico observado durante a larvicultura fase 1 (PL3).

Parâmetro	NAC	NAR	<i>p-value</i>
Sobrevivência (%)	$77 \pm 6,5^a$	$85 \pm 8,4^b$	0,0474
Peso (PL/g)	$1355 \pm 80,61^a$	$1373 \pm 90,62^a$	0,4707

Fonte: autora, 2023.

Os valores representam as médias aritméticas e o desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha representam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

Nascimento *et al.* (2019) obtiveram resultados significativamente superior de sobrevivência utilizando náuplios de artêmia viva quando comparada com a congelada na larvicultura do peixe *Lophiosilurus alexandri*. Webster e Lovell (1990) observaram taxas de sobrevivência de 28,5% e 9,3% utilizando, respectivamente, náuplios de *Artemia* viva e congelada na larvicultura do robalo *Morone saxatilis*, além disso, foi apontado que em seus comparativos as larvas utilizadas entre os tratamentos apresentaram uma preferência no consumo dos náuplios vivos, visto que em uma análise do conteúdo estomacal 85,8% das larvas de robalo haviam se alimentado no tratamento de náuplios de artêmia viva, enquanto apenas 38,2% haviam ingerido a forma congelada de oferta. Conceição *et al.* (2010) constatou que a oferta de *Artemia* viva favorece e estimula o consumo por parte das larvas devido ao movimento na coluna d'água e em decorrência de sua palatabilidade e fácil digestão por parte do predador. Já Stanczyk *et al.* (2017) obtiveram resultados de sobrevivência similares (superiores a 90%), utilizando NAC e NAR enriquecidos na larvicultura do peixe *Coregonus albula*, o que corrobora com o relatado por Piotrowska, Szczepkowska, Kozłowski (2021) na larvicultura do esturjão do atlântico (*Acipenser oxyrinchus*).

Dabrowski *et al.* (1979) afirmou que durante o congelamento, algumas enzimas e compostos sensíveis à oxidação presentes nos náuplios de *Artemia* são perdidas, deixando assim de ser transferida para as larvas que os consumirem. Tais fatores de preservação de nutrientes e motilidade em conjuntura podem ter contribuído para os valores de sobrevivência superiores no tratamento que recebeu *Artemia* viva resfriada.

Com relação ao peso dos animais, não foi observada diferença estatística significativa ($p > 0,05$) na pesquisa realizada, com valores iguais a $1355 \pm 80,61$ PL g^{-1} e $1373 \pm 90,62$ PL g^{-1} , respectivamente para NAC e NAR (Tabela 3), sendo estes considerados padrão para o estágio mensurado (PL 3). Entretanto, ressalta-se que outros autores obtiveram crescimento superior utilizando náuplios resfriados, especialmente em larvicultura de peixes. Webster e Lovell (1990) constataram que no 19º dia de seu experimento, larvas de robalo alimentadas com *Artemia* viva eram significativamente maiores ($p < 0,05$) do que aqueles alimentados com as demais dietas (náuplios de *Artemia* congelada, *Artemia* liofilizada e ração balanceada).

São necessárias mais pesquisas para avaliar se há influência da forma de oferta da *Artemia* no peso de crustáceos durante a larvicultura.

No que diz respeito ao armazenamento de náuplios de *Artemia*, Treece e Yates (1993) afirmaram que devido ao fato dos cistos serem um insumo oneroso para a larvicultura, é essencial que sua oferta às larvas seja realizada em sua forma mais nutritiva e segura possível. Estes autores ainda descreveram que a oferta de náuplios de *Artemia* em temperatura ambiente resulta em uma perda energética contínua dos mesmos, devido ao rápido metabolismo e consumo do vitelo, já o congelamento embora possa cessar o consumo das reservas vitelinas, o processo acarreta em danos físicos aos náuplios de artêmia e perdas de nutrientes. Conforme observado nas Figuras 17 e 18, onde é possível identificar danos a nível físico nos náuplios que foram congelados, enquanto os retirados do resfriador estavam com uma aparência muito similar a pós-eclosão.

Figura 17 - Náuplios de *Artemia* congelados visualizados em microscópio óptico.



Fonte: autora, 2023.

Figura 18 - Náuplios de *Artemia* retirados do resfriador visualizados em microscópio óptico.



Fonte: autora, 2023.

Em contrapartida, náuplios resfriados de 0 °C a 4 °C por até 48 horas podem ser utilizados, mantendo sua viabilidade em 90% (TREECE; YATES, 1993).

Sorgeloos; Dhert; Candreva (2001) descreveram que armazenar náuplios de *Artemia* recém eclodidos a 4 °C (temperatura de resfriamento) é capaz de reduzir a atividade metabólica dos náuplios, facilitando sua captura e consumo pelo predador. Além disso, reportaram que o menor tempo de permanência de *Artemia* viva nos tanques de larvicultura previne sua propagação indesejável no cultivo. Afirmaram ainda que, resfriar os náuplios de *Artemia* permitiu uma absorção alimentar eficiente durante a larvicultura de *Penaeus monodon* (SORGELOOS *et al.*, 2011). O armazenamento dos náuplios em resfriadores além de preservar os nutrientes, também pode garantir distribuições alimentares mais frequentes, quando desejada.

Por fim, a média de temperatura e oxigênio dissolvido, respectivamente, foi de $32,6 \pm 1,28$ °C e $7,07 \pm 0,27$ g L⁻¹, respectivamente, para o tratamento NAR e $32,6 \pm 1,24$ °C e $6,98 \pm 0,36$ g L⁻¹, respectivamente, para o tratamento NAC; parâmetros considerados aceitáveis para a larvicultura de *P. vannamei*.

4 CONCLUSÃO

Com a pesquisa realizada foi possível concluir que a utilização de náuplios de *Artemia* vivos resfriados incrementa de forma significativa na sobrevivência da larvicultura fase 1 do camarão marinho *P. vannamei*.

Com relação ao peso das pós-larvas, percentual de deformidades e necroses, não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos observados, sendo ambas as formas de oferta de náuplios de *Artemia* similares nesses critérios.

Dessa maneira, a substituição dos náuplios congelados em escala comercial a partir de mýsis 2 por resfriados não compromete o desempenho zootécnico em fase 1. Assim, o produtor pode optar por utilizar ou não a forma resfriada dos náuplios de *Artemia*.

Recomendam-se estudos de continuidade do desempenho em fase 2 e em fazendas de engorda.

REFERÊNCIAS

- CONCEIÇÃO, L.E.C.; YÚFERA, M.; MAKRIDIS, P.; MORAIS, S.; DINIS, M. T. Live feed for early stages of fish rearing. **Aquaculture Research**, v.41, n.5, p. 613–640. Portugal, 2010.
- DABROWSKI, K. R.; STYCZYŃSKA, E.; BACKIEL, E.; JASPERS, T. Role of proteolytic enzymes in fish digestion. **European Mariculture Society**, Special Publication 4, Bredene, Pages 107-126. Belgium, 1979.
- FAO. **Health management and biosecurity maintenance in white shrimp (*Penaeus vannamei*) hatcheries in Latin America**. FAO Fisheries Technical Paper. No. 450, FAO. 58p. Roma, 2003.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)**. v.22 266p. Roma, 2022.
- GUERRERO, A., RACOTTA, I.; ARJONA, O.; PALACIOS, E. Salinity stress as a predictor of survival during growout in pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Aquaculture**. v.237.p. 237-249, 2004.
- HAMRE, K.; ERSTAD, B.; KOK, J.; NORBERG, B.; HARBOE, T. Change in nutrient composition of *Artemia* grown for 3–4 days and effects of feeding on-grown *Artemia* on performance of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) larvae. **Aquaculture Nutrition**, v.26, 2020.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2022**. Rio de Janeiro, 2022.
- JIANG S. 1,3 ; ZHOU F.L; ZENG X . Y; YANG Q.B; HUANG J.H. 2 ; YANG L.S. 2 Effects of four factors on *Penaeus monodon* post-larvae cannibalism. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 20, n. 2, p. 547-557, 2019.
- KNOLL, R.C. **Sistema De Avaliação Da Qualidade De Pós-larvas Do Camarão Marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. Dissertação, Santa Catarina, 2012.
- NASCIMENTO, M.D.P., SCHORER, M., DOS SANTOS, J.C.E. et al. Live and frozen *Artemia* nauplii for catfish *Lophiosilurus alexandri* (Steindachner, 1876) larvae in different salinities. **Trop Anim Health Prod**, v. 52, p. 653–659, Minas Gerais, 2019.
- NOVRIADI, R. Effects of different diet regimes on development of Gill and Rostrum spines of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultura Indonesiana**, v. 14, p. 85-97, Indonesia, 2013.
- PIOTROWSKA, I., SZCZEPKOWSKA B., KOZŁOWSKI, M. Influence of the size and form of *Artemia* sp. nauplii on the growth and survival of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus* Mitchill) larvae. **Fisheries & Aquatic Life**, v. 29, n. 2, p. 69-79, 2021.

SANUDIN, S.; TUZAN, A.; KAWAMURA, G.; YONG, A. S. K. Effect of different lighting conditions on feeding activity and eye adaptation of post larvae *Penaeus vannamei*. **Jurnal Teknologi**..v77.6993, 2015.

SORGELOOS, P.; COUTTEAU, P.; DHERT, P.; MERCHIE, G.; LAVENS, P. Use of Brine Shrimp, *Artemia* spp., in Larval Crustacean Nutrition: A Review. **Reviews in Fisheries Science**,v. 6, n. 1-2, p. 55-68, 2011.

SORGELOOS, P., DHERT, P., CANDREVA, P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. **Aquaculture**, v. 200, n. 1–2, p. 147-159, 2001.

STAŃCZYK, K.; MIERZEJEWSKA, K.; KRÓL, J.; HLIWA, P. The use of live and frozen *Artemia salina* nauplii enriched with fluorochromes for mass-marking vendace *Coregonus albula* (L.) larvae. **Journal of Applied Ichthyology**, v; 33, n. 2, 2017.

SUITA, S. M; **Efeito da dieta na qualidade de pós-larvas do Camarão-Branco *Litopenaeus vannamei* produzidas em sistemas de bioflocos (Boone, 1931). 2015.** 175f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015.

TREECE, G. D., YATES, M. E. **Manual de laboratorio para el cultivo de larvas de camarón peneido**, 1993.

WEBSTER C. D. & LOVELL R. T. Comparison of Live Brine Shrimp Nauplii and Nonliving Diets as First Food for Striped Bass Larvae. **The Progressive FishCulturist**, v. 52, n. 3, p. 171-175, 1990.