



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

ALINE JEFERSON COSTA

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CAMARÕES JUVENIS DA ESPÉCIE
***Penaeus vannamei* EM SISTEMA DE *RACEWAY* PARA FINS EXPERIMENTAIS**
NO LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO DE ORGANISMOS AQUÁTICOS DO
LABOMAR/UFC

FORTALEZA

2024

ALINE JEFERSON COSTA

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CAMARÕES JUVENIS DA ESPÉCIE
Penaeus vannamei EM SISTEMA DE *RACEWAY* PARA FINS EXPERIMENTAIS
NO LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO DE ORGANISMOS AQUÁTICOS DO
LABOMAR/UFC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharela em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.

FORTALEZA

2024

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)

- C87a Costa, Aline Jeferson.
Avaliação da produção de camarões juvenis da espécie *Penaeus vannamei* em sistema de raceway para fins experimentais no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Labomar/UFC / Aline Jeferson Costa. – 2024.
43 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.
1. Pós-larvas. 2. Raceway. 3. Sistema de recirculação de água. I. Título.
- CDD 639.2
-

ALINE JEFERSON COSTA

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CAMARÕES JUVENIS DA ESPÉCIE
Penaeus vannamei EM SISTEMA DE *RACEWAY* PARA FINS EXPERIMENTAIS
NO LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO DE ORGANISMOS AQUÁTICOS DO
LABOMAR/UFC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharela em Engenharia de Pesca.

Aprovada em 24/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Oscar Pacheco Passos Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Jordana Sampaio Leite
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa o fim de uma jornada repleta de desafios, descobertas, superações e crescimento pessoal. Ao longo dessa trajetória, recebi o apoio de várias pessoas, às quais expressei meu sincero agradecimento:

À minha família, especialmente à minha mãe, Margareth, à minha irmã, Andréa, e ao meu sobrinho, João Iago, pelo apoio e incentivo ao longo de toda a minha carreira acadêmica, bem como em todas as fases da minha vida.

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Engenharia de Pesca pela oportunidade de realizar minha graduação, bem como pelo conhecimento adquirido.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes, um grande pesquisador que me apoiou desde o começo. Foi uma honra contar com sua orientação não apenas durante a elaboração deste trabalho, mas ao longo de todo o período que estive no laboratório.

A Dra. Jordana Sampaio Leite, expressei minha profunda gratidão por todo o conhecimento compartilhado, apoio constante e colaboração ao longo desta jornada.

Ao Prof. Dr. Oscar Pacheco Passos Neto que, além de aceitar o meu convite para a banca, ainda pôde, durante a graduação, com muito profissionalismo e atenção, oferecer muito conhecimento.

À Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura pelo apoio financeiro aos projetos desenvolvidos durante minha graduação.

Aos funcionários do LANOA, Antônio Carlos, Rayssa, Sandra Maria e Sebastião Júnior, pela amizade, companheirismo e colaboração durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de laboratório Bruce Bastos, Caio Gabriel, Eduardo Cerveira, Marcos Vinícios e Pedro Vasconcelos pela contribuição durante este processo.

À CORAq, Empresa Júnior do curso de Engenharia de Pesca que, no decorrer da minha graduação, contribuiu de forma significativa para meu desenvolvimento e formação profissional.

Aos meus amigos e colegas que surgiram durante meu período na UFC, em especial ao Daniel Maia e Herlon Félix, a companhia de vocês no meu cotidiano universitário foi essencial.

Aos meus amigos da escola Caio Ezequiel, Guilherme Lins e Monelisa Liberato, que fazem parte da minha vida até hoje.

E um agradecimento geral a todos que torceram por mim e me apoiaram. Cada um desempenhou um papel importante na minha jornada acadêmica e profissional, e por isso sou imensamente grata.

RESUMO

A fase de berçário tem como objetivo proporcionar uma melhor adaptação das pós-larvas (PLs) às condições de qualidade da água da fazenda, além de possibilitar o povoamento com camarões maiores e mais resistentes para o início da engorda. Este estudo teve como objetivo avaliar as etapas do processo produtivo para a obtenção de camarões juvenis de até 1 g da espécie *Penaeus vannamei*. O estudo foi conduzido em 10 cercados de 9 m³ com malha retangular (1,5 x 2,5 mm) posicionados em duas fileiras de cinco unidades em um *raceway* com 260 m³ de volume, revestido com geomembrana. Os cercados eram flexíveis e foram fixados ao fundo com poitas. O sistema de *raceway* possuía um decantador externo de 5 m³ e um reservatório de 10 m³ para recirculação contínua de água, sendo totalmente coberto com uma tela de 70% de sombreamento. Os cercados foram povoados com pós-larvas (PL) 16, com peso corporal inicial de 18 ± 2 mg, negativadas para os vírus IMN e WSS (quantitativo qPCR/TaqMan reagentes). Os animais foram estocados sob a densidade de 5.698 ± 87 PLs ($0,73 \pm 0,01$ PL/L) por cercado e alimentadas exclusivamente em bandejas seis vezes ao dia (às 07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 14:00 e 15:30) com uma dieta experimental contendo 40% de proteína bruta, composta por 35% de farinha de krill, com quatro tamanhos de partículas (até 250 μ m; 300-425 μ m; 600-850 μ m e 1.000 μ m). Após 11 dias de cultivo, foram estocados 1.032 juvenis de tilápia do Nilo com $1,67 \pm 6$ g no sistema de *raceway* objetivando reduzir a colmatação das telas dos cercados. A água de cultivo apresentou uma média (\pm desvio padrão) de $13,3 \pm 0,4$ g/L e $13,3 \pm 0,4$ g/L de salinidade, $7,9 \pm 0,3$ e $7,9 \pm 0,3$ de pH, $27,2 \pm 0,5$ e $27,4 \pm 0,5$ °C de temperatura de superfície, $26,0 \pm 0,18$ e $26,5 \pm 0,16$ °C de temperatura de fundo e $6,15 \pm 0,6$ e $8,00 \pm 0,6$ mg/L de oxigênio dissolvido, nos períodos da manhã e tarde, respectivamente. Após 21 dias de cultivo, os camarões foram despescados, a biomassa determinada, e 150 camarões de cada cercado foram pesados individualmente. Foi obtido um total de 42,41 kg de camarão com uma sobrevivência final média de $75,2 \pm 15\%$. Dos 10 cercados, dois apresentaram uma sobrevivência final abaixo de 60%, enquanto os demais variaram entre 66,0 e 93,9%. O peso corporal final dos camarões variou entre 0,73 e 1,20 g, com média de $0,99 \pm 0,15$ g. O Fator de Conversão Alimentar foi de $1,13 \pm 0,14$, com um mínimo de 0,94 e um máximo de 1,34. Conclui-se que o sistema de cercados instalados em *raceway* proporciona índices zootécnicos adequados, mantendo elevados níveis de qualidade da água sem a necessidade de troca de água. A inclusão da tilápia do Nilo foi fundamental para ajudar na redução da carga orgânica presente no sistema.

Palavras-chave: Pós-larvas, *raceway*, sistema de recirculação de água

ABSTRACT

The nursery phase aims to provide better adaptation of post-larvae (PLs) to the farm's water quality conditions, in addition to enabling the stocking of larger and more resilient shrimp for the start of grow-out. This study aimed to evaluate the stages of the production process for obtaining juvenile shrimp of up to 1 g of the species *Penaeus vannamei*. The study was conducted in 10 enclosures of 9 m³ with rectangular mesh (1.5 x 2.5 mm \emptyset) positioned in two rows of five units in a 260 m³ raceway lined with geomembrane. The enclosures were flexible and anchored to the bottom with weights. The raceway system had an external 5 m³ settling tank and a 10 m³ reservoir for continuous water recirculation, and it was fully covered with a 70% shade screen. The enclosures were stocked with PL16 post-larvae, with an initial body weight of 18 ± 2 mg, tested negative for IMN and WSS viruses (quantitative qPCR/TaqMan reagents). The animals were stocked at $5,698 \pm 87$ PLs (0.73 ± 0.01 PL/L) per enclosure and fed exclusively on trays six times a day (at 07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 14:00, and 15:30) with an experimental diet containing 40% crude protein, composed of 35% krill meal, with four particle sizes (up to 250 μ m; 300-425 μ m; 600-850 μ m, and 1,000 μ m). After 11 days of culture, 1,032 Nile tilapia fry weighing 1.67 ± 6 g were stocked in the raceway system to reduce clogging of the enclosure screens. The culture water had an average (\pm standard deviation) of 13.3 ± 0.4 g/L salinity, 7.9 ± 0.3 pH, surface temperatures of $27.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$ and $27.4 \pm 0.5^\circ\text{C}$, bottom temperatures of $26.0 \pm 0.18^\circ\text{C}$ and $26.5 \pm 0.16^\circ\text{C}$, and dissolved oxygen levels of 6.15 ± 0.6 mg/L and 8.00 ± 0.6 mg/L, in the morning and afternoon, respectively. After 21 days of cultivation, the shrimp were harvested, biomass determined, and 150 shrimp from each enclosure were individually weighed. A total of 42.41 kg of shrimp was obtained, with an average final survival rate of $75.2 \pm 15\%$. Of the 10 enclosures, two had a final survival rate below 60%, while the others ranged from 66.0 to 93.9%. The final body weight of the shrimp ranged from 0.73 to 1.20 g, with an average of 0.99 ± 0.15 g. The feed conversion ratio was 1.13 ± 0.14 , with a minimum of 0.94 and a maximum of 1.34. It was concluded that the enclosure system installed in the raceway provides adequate zootechnical indices while maintaining high water quality levels without the need for water exchange. The inclusion of Nile tilapia was essential in helping reduce the organic load present in the system.

Keywords: post-larvae; raceway; recirculating aquaculture systems

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplar de <i>Penaeus vannamei</i>	14
Figura 2 – Sintoma causado pelo vírus da mancha branca.....	17
Figura 3 – Camarões com a doença IMN.	18
Figura 4 – Tilápia do Nilo.	22
Figura 5 – Localização do Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC) onde; (A) área ocupada pelo Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) e (B) localização do sistema de cultivo <i>raceway</i> utilizado neste trabalho.....	25
Figura 6 – (A) <i>raceway</i> com os dez cercados instalados; (B) decantador de 5 m ³ ; (C) reservatório de 10 m ³	26
Figura 7 – Higienização do sistema.....	27
Figura 8 – Aclimação de pós-larvas nos berçários de 3 m ³	28
Figura 9 – (A) PLs durante o povoamento; (B) <i>Software</i> XpertSea sendo utilizado para contagens de PLs.	29
Figura 10 – (A) Manejo de captura dos juvenis; (B) Camarões capturados.....	30
Figura 11 – Granulometria das rações utilizadas. (A) até 250 µm; (B) 300-425 µm; (C) 600-850 µm; (D) 1.000 µm.....	31
Figura 12 – Equipamentos utilizados para medição de parâmetros. (A) Salinômetro e pHmetro, respectivamente; (B) Oxímetro; (C) Colorímetro Checker de Alcalinidade; (D) Hach DR 2800.	32
Figura 13 – Estocagem de alevinos de tilápias no <i>raceway</i>	32
Figura 14 – Evolução dos juvenis durante o experimento. (A) PLs durante o povoamento; (B) Primeira biometria; (C) Segunda biometria e (D) Despesca.	37

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1 – Estimativa da curva de crescimento diário dos camarões no sistema de cultivo adotado.	38
Tabela 1 – População de PLs em cada cercado e densidade inicial de estocagem (em m ³ e L).	29
Tabela 2 – Valores médios (média ± desvio padrão) obtidos durante o experimento.....	34
Tabela 3 – Valores obtidos durante medição de alcalinidade, amônia, nitrito e nitrato.....	35
Tabela 4 – Apresentação de dados de valores médios de peso médio inicial (PMi), peso médio final (PMf), biomassa inicial (BIOi), biomassa final (BIOf), população inicial (POPi), população final (POPf), densidade inicial (Di), densidade final (Df), consumo de ração (Consu), fator de conversão alimentar (FCA) e sobrevivência (Sob).....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μm	Micrômetro
BIOf	Biomassa final
BIOi	Biomassa inicial
CaCO_3	Carbonato de cálcio
CEAC	Centro de Estudos Ambientais Costeiros
Consu	Consumo de ração
cv	Cavalo-vapor
DENf	Densidade final
DENi	Densidade inicial
DNA	Deoxyribonucleic Acid
FCA	Fator de Conversão Alimentar
g	Gramma
g/L	Gramma por litro
h	Hora
H^+	Íon hidrogênio
HNO_2	Ácido nitroso
IMN	Infectious Myonecrosis
IMNV	Vírus da mionecrose infecciosa
IMTA	Integrated Multi-Trophic Aquaculture
IND	Indivíduos
kg	Quilograma
L	Litro
LABOMAR	Instituto de Ciências do Mar
LANOA	Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos
m	Metro
m^2	Metro quadrado
m^3	Metro cúbico
mg	Miligramma
mg/L	Miligramma por litro
min	Minuto
mm	Milímetro
NAT	Nitrogênio amoniacal total

NH ₃	Amônia
NH ₄ ⁺	Amônio
NO ₂ ⁻	Nitrito
NO ₃ ⁻	Nitrato
O ₂	Oxigênio
OD	Oxigênio dissolvido
OH ⁻	Hidroxila
PCR	Polymerase Chain Reaction (Reação em Cadeia da Polimerase)
pH	Potencial Hidrogeniônico
PL	Pós-larva
PL16	Pós-larva com 16 dias
PMf	Peso médio final
PMi	Peso médio inicial
POPf	População final
POPi	População inicial
ppm	Parts per million
ppt	Parts per thousand
qPCR	Quantitative Polymerase Chain Reaction
Sob	Sobrevivência
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SRA	Sistema de Recirculação de Água
Taq/Man	Taq polymerase/Molecular Analysis
UFC	Universidade Federal do Ceará
UPS	Unidade Prática de Salinidade
WSSV	Vírus da mancha branca

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
±	Sinal de mais ou menos
μ	Micro
Nº	Sinal numérico
°C	Grau Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	<i>Penaeus vannamei</i>	14
2.2	Carcinicultura	15
2.3	Enfermidades na Carcinicultura	16
2.3.1	Síndrome da Mancha Branca	17
2.3.2	Mionecrose Infecciosa	18
2.4	Qualidade de Água	19
2.5	Fase de Berçário	20
2.6	Tilápia do Nilo	21
2.7	Cultivo Multitrófico Integrado	22
3	OBJETIVOS	24
3.1	Geral	24
3.2	Específicos	24
4	MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1	Local de Estudo	25
4.2	Delineamento Experimental	25
4.3	Preparo do Sistema de Cultivo e Manutenção	27
4.4	Recepção de pós-larvas	28
4.5	Análise de dados de desempenho zootécnico	28
4.6	Alimentação	31
4.7	Monitoramentos de Parâmetros de Qualidade de Água	31
4.8	Introdução de tilápia do Nilo no Cultivo	32
4.9	Estimativa da Curva de Crescimento	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1	Parâmetros de Qualidade de Água	34
5.2	Desempenho Zootécnico	36
5.2.1	Estimativa da Curva de Crescimento	38
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Aquicultura é o cultivo ou criação de organismos aquáticos de interesse para o ser humano, como peixes, camarões, ostras, mexilhões, algas *etc.* Um dos principais objetivos da aquicultura é a produção de pescado de alto valor nutritivo e com biossegurança para o consumo humano. Portanto, além de importante atividade econômica, que gera emprego e renda para milhões de pessoas, a aquicultura tem ainda destacado papel social por contribuir, significativamente, com a segurança alimentar da população, sobretudo nas regiões mais carentes (SÁ, 2023).

A carcinicultura marinha no Brasil, apesar de ter um desenvolvimento mais recente quando comparado a outras atividades do setor aquícola, tem impulsionado de maneira contundente o setor da aquicultura nas últimas décadas (CENSO, 2022). A atividade teve início no Brasil entre os anos de 1972 e 1974, quando a empresa americana de rações, Ralston Purina, juntamente com um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco, desenvolveu na Ilha de Itamaracá estudos com diversas espécies de camarões pertencentes à família *Penaeidae* (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020). A espécie *Penaeus vannamei* foi a que obteve o maior desempenho zootécnico.

De acordo com Barbieri Júnior e Ostrensky Neto (2020) entre 1972 e 1978 o governo do Rio Grande do Norte incentivou o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao cultivo de camarões marinhos. Patrocinou ainda a criação de laboratórios de produção de pós-larvas e viagens de empresários e técnicos a outros países para conhecer as tecnologias existentes. No Estado do Ceará essa atividade começou a ser desenvolvida na década de 80 (CENSO, 2022). É possível verificar que algumas fazendas do estado que foram pioneiras nessa produção foram construídas há mais de 40 anos.

Em fazendas construídas no Brasil nos anos 90 e início dos anos 2000, berçários para pré-engorda, os chamados sistemas bifásicos, já eram utilizados principalmente como forma de reduzir o tempo de cultivo e obter um controle mais rigoroso da alimentação inicial. Nestas estruturas, os ciclos geralmente são curtos, de 10 a 25 dias, até os camarões serem transferidos aos viveiros de engorda (SCOPEL; SILVA, 2017).

Conforme os dados do Censo da Carcinicultura do Ceará (2022), ao comparar os dados obtidos com o Censo da Carcinicultura do Ceará realizado em 2011, é possível constatar um crescimento dessa atividade. O número de fazendas ativas no Estado passou de 325 em 2011 para 1.786 em 2021, um aumento de 449,53%. Com o crescimento da carcinicultura, ocorre a procura de soluções para problemas que dificultam a realização dessa atividade, como

exemplo, a quantidade limitada de água em fazendas afastadas do litoral alguns períodos do ano.

Em 2023, a produção de camarão cultivado no Ceará atingiu 90 mil toneladas, representando 50% do total (180.000 t) produzido no Brasil. O ano de 2023 foi o quinto ano consecutivo de crescimento da produção da carcinicultura no estado (ABCC, 2024).

As práticas aquícolas, quando realizadas de acordo com as melhores orientações técnicas, são ambientalmente corretas, ou seja, têm um impacto mínimo no meio no qual se inserem (SÁ, 2023). A busca por uma redução nas taxas de troca de água é uma prática essencial na carcinicultura moderna, que busca ser ambientalmente responsável. Esta estratégia oferece benefícios significativos para os produtores, como a redução dos custos associados ao bombeamento de água e a diminuição do risco de introdução de substâncias tóxicas, patógenos, vetores de doenças e outros organismos indesejáveis nas fazendas. Além disso, contribui para a diminuição das descargas de nutrientes e matéria orgânica provenientes das fazendas (FAO, 2006).

A aplicação de probióticos na água de cultivo que atua como biorremediador da qualidade da água e do solo, pode acelerar a decomposição da matéria orgânica e a remoção de amônia, nitrito e sulfetos da água, sempre que for acompanhada de manejos necessários para o bom desenvolvimento bacteriano (SÁ, 2023).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Penaeus vannamei*

Penaeus vannamei (FIGURA 1), popularmente conhecido como camarão branco do Pacífico, é uma espécie nativa do leste do Oceano Pacífico, distribuído desde Sonora, no México, até Tumbes, no norte do Peru. De acordo com Barbieri Júnior e Ostrensky Neto (2020), nas últimas décadas, essa espécie se tornou a mais importante espécie de camarão cultivada, tanto em volume quanto em distribuição geográfica. O *P. vannamei* é uma espécie marinha que prefere habitar fundos lamacentos, encontrada desde regiões bem rasas, até profundidades de 72 m.

Devido a sua importância para a aquicultura e à excelente qualidade de carne, o camarão branco do Pacífico se tornou uma espécie bem conhecida e aceita no mercado internacional (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020). É classificado como onívoro, alimentando-se de fitoplâncton e de zooplâncton nos estágios larvais e pós-larval. Essa espécie é reconhecida como osmorreguladora, sendo considerada eurihalina, tolerando rápidas e amplas flutuações na salinidade. Grande parte do sucesso do *P. vannamei* na carcinicultura mundial está relacionada às suas características biológicas e zootécnicas, tais como: grande tolerância a variações e à extremos de salinidade; adaptação a elevadas densidades de estocagem; rápido ganho de peso, mesmo com níveis relativamente baixos de proteína na dieta (COZER; ROSSI, 2016).

Figura 1 – Exemplar de *Penaeus vannamei*.



Fonte: Autora, 2023.

2.2 Carcinicultura

O cultivo de camarão marinho no mundo tem se expandido, constituindo uma importante atividade econômica para os países em desenvolvimento. No Brasil, principalmente devido ao clima favorável, o camarão marinho é uma das principais espécies produzidas na aquicultura, destinada tanto ao mercado interno como externo (MACEDO, 2022).

As características climáticas, especialmente da Região Nordeste, como temperatura elevada e curto período de chuvas, proporcionam alcançar uma alta produtividade de camarão, sendo um dos principais motivos que resultou no rápido desenvolvimento dessa atividade na Região (XIMENES; VIDAL, 2023). Entretanto, a produção de camarão marinho no Brasil é marcada por obstáculos como questões mercadológicas, surtos de doenças e secas e inundações em importantes áreas de produção (MACEDO, 2022).

Estima-se que em 2003, apenas 22% do camarão produzido foi comercializado no mercado interno. Em 2015 esse valor havia alcançado 99,9%, mostrando que a cadeia de comercialização havia se estabelecido em um mercado com mais de 200 milhões de potenciais consumidores (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020).

O camarão responde pelo segundo maior valor de produção dentre as espécies cultivadas no Brasil (22,3%), mesmo tendo representado apenas 10% do volume da aquicultura nacional. Isso evidencia seu alto valor agregado. No Nordeste, a produção está concentrada no Ceará (43,0%) e no Rio Grande do Norte (27,02%), que totalizaram 54,9 mil toneladas em 2021, 70,0% da produção nacional. Entretanto, todos os estados nordestinos vêm aumentando a produção de camarões, especialmente o Ceará, Paraíba e Alagoas, com taxas anuais de crescimento superior a 20,0% (XIMENES; VIDAL, 2023).

Nos últimos cinco anos a carcinicultura do Ceará obteve uma taxa de crescimento anual superior a 15%. Assim como tem ocorrido em outros estados do Brasil, a carcinicultura de águas interiores é o principal destaque da carcinicultura cearense, que também nessa modalidade, é o maior estado produtor (ROCHA, 2023).

Uma das inovações atuais na carcinicultura em todo o mundo é o sistema de cultivo de camarões que utiliza microrganismos heterotróficos e autotróficos, juntamente com microalgas, em ambientes iluminados naturalmente. No âmbito dessa estratégia de manejo com renovação mínima de água, o fornecimento diário de ração para os camarões promove a produção contínua desses microrganismos no ambiente de cultivo. Esses microrganismos desempenham um papel fundamental na remineralização da amônia e nitrito, além de servirem como fonte adicional de alimento para os camarões. Embora não sejam suficientes por si só

para sustentar o crescimento dos camarões sem a adição de ração, a sua presença tem um impacto significativo nas taxas de crescimento, ganho de peso e redução do Fator de Conversão Alimentar (FCA) em comparação com sistemas de cultivo que utilizam água oligotrófica (SAMOCHA, 2011).

A principal razão é produzir pós-larvas ou juvenis com previsibilidade, mais saudáveis, mais uniformes e diminuir ao máximo o tempo de cultivo nos viveiros abertos. Assim, reduz-se o tempo de contato dos animais com o ambiente externo e doenças, possibilitando despescas com melhores sobrevivências antes de uma possível mortalidade massiva (SCOPEL; SILVA, 2017).

2.3 Enfermidades na Carcinicultura

O grande crescimento no cultivo de camarões peneídeos no mundo refletiu no surgimento de doenças infecciosas de rápida e severa disseminação (PEELER, 2012). De acordo com Barbieri Júnior e Ostrensky Neto (2020) a carcinicultura brasileira passaria a enfrentar o maior pesadelo da indústria do camarão cultivado: as doenças virais.

Por possuírem apenas o sistema imune inato, os camarões não são capazes de desenvolver imunidade adquirida (ou memória imunológica) após o primeiro contato com um patógeno e, conseqüentemente, não produzem anticorpos. Como resultado, eles não respondem à vacinação, reagindo sempre à presença de um patógeno como se fosse a primeira vez, mesmo que já tenham tido contato com ele várias vezes no passado.

Estima-se que aproximadamente 60% das perdas por doenças na carcinicultura tenham sido causadas por patógenos virais, 20% por patógenos bacterianos e 20% ainda têm causa desconhecida. Isso evidencia o impacto que as enfermidades podem provocar na produção de camarão (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020).

As doenças virais são as principais responsáveis por grandes perdas nos cultivos, mas não são as únicas. Praticamente todos os tipos de microrganismos existentes (vírus, bactérias, fungos, entre outros) podem, isoladamente ou em combinação, causar perdas em cultivos de camarões (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020).

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) em Tempo Real é capaz de monitorar o progresso da PCR enquanto ela progride (ou seja, em tempo real). Os dados são, desta forma, coletados ao longo da PCR, ao invés de serem apenas no final da reação. O sistema TaqMan utiliza uma sonda fluorescente para possibilitar a detecção de um produto específico da PCR. É extremamente sensível e específica, permitindo a detecção de baixos níveis de carga viral. É

importante para identificar infecções em estágios iniciais, quando a intervenção pode ser mais eficaz. Utilizando diferentes sondas, a qPCR TaqMan pode detectar múltiplos vírus simultaneamente, como o IMN (Mionecrose Infecciosa) e o WSS (Síndrome da Mancha Branca). Isso é útil em ambientes onde múltiplos patógenos podem estar presentes, sendo uma ferramenta poderosa no diagnóstico de doenças virais em camarões da espécie *P. vannamei*, proporcionando uma detecção precisa, rápida e quantitativa, essencial para a gestão eficaz da saúde dos camarões.

2.3.1 Síndrome da Mancha Branca

Conforme destacado por Silva (2020), a Síndrome da Mancha Branca é uma das doenças mais impactantes para a carcinicultura, provocando significativas perdas econômicas. O agente etiológico principal é o Vírus da Síndrome da Mancha Branca (WSSV), que possui a capacidade de infectar camarões desde a fase de larvicultura até a fase de engorda. Essa infecção pode levar a uma mortalidade elevada entre três e dez dias após o aparecimento dos primeiros sintomas clínicos.

Em 2004, no Sul do país, a mancha branca praticamente dizimou a produção das fazendas de cultivo da região. Já em 2016, o setor da carcinicultura brasileira na Região Nordeste foi fortemente impactado por essa doença, provocando a queda de quase 60% na produção de camarão. Os sintomas mais comuns do WSSV incluem uma queda progressiva no consumo alimentar até a parada total, presença de animais moribundos nadando próximo à superfície e manchas circulares que variam de pequenos pontos a discos maiores, localizados principalmente na região do cefalotórax (FIGURA 2).

Figura 2 – Sintoma causado pelo vírus da mancha branca.



Fonte: Australian Government, 2024.

Após o surto inicial, os produtores adotaram as medidas necessárias para a convivência pacífica com o vírus, o que trouxe a produção da carcinicultura nacional de volta ao crescimento (SÁ, 2023). Essas medidas incluem a produção intensiva de camarões em estufas, a produção ultra intensiva em sistemas de bioflocos e a Produção Integrada, uma forma de se produzir camarões de forma mais eficiente e com menos desperdícios (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020) pois não há tratamento para esta síndrome. Alternativamente, os camarões podem ser cultivados em regime semi-intensivo de forma a reduzir o estresse, como consequência os gatilhos para ação da doença.

Estudos realizados no Equador mostraram que os camarões são mais resistentes ao vírus da mancha branca quando mantidos em águas mais quentes, acima de 31°C, pois isso aumenta significativamente o número de hemócitos na hemolinfa do animal, que são as células de defesa do organismo (SÁ, 2023).

2.3.2 Mionecrose Infecciosa

A Mionecrose Infecciosa (Infectious Myonecrosis - IMN) é causada pelo vírus da mionecrose infecciosa (IMNV) e é uma das doenças de maior impacto na carcinicultura da região Nordeste do Brasil. Esse vírus foi identificado pela primeira vez em 2002 em cultivos de camarão da espécie *P. vannamei* no estado do Piauí e no ano seguinte foi detectada nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (DANTAS, 2014). Atualmente, a doença está difundida por toda a Região Nordeste, resultando inúmeros prejuízos ao setor da carcinicultura.

O principal sintoma da doença é a mionecrose, caracterizada pela necrose dos músculos estriados do abdômen e do cefalotórax do camarão (FIGURA 3). Outros sinais clínicos incluem a redução ou suspensão do consumo alimentar, dificuldade no endurecimento da carapaça, natação errática e redução dos lipídeos. Além disso, a cauda perde a transparência, tornando-se opaca e com áreas de aspecto leitoso e(ou) necrosado.

Figura 3 – Camarões com a doença IMN.



Fonte: Andrade *et al.*, 2006.

Não existe tratamento para essa enfermidade; a solução é implementar medidas de controle sanitário em casos de surtos, como o abate sanitário e a desinfecção de materiais, estruturas, equipamentos e veículos.

2.4 Qualidade de Água

A qualidade da água é um aspecto que merece uma atenção meticulosa por parte de estudiosos do setor carcinícola, uma vez que os camarões dependem diretamente da água para sua sobrevivência. Por esse motivo, é fundamental monitorar frequentemente parâmetros como salinidade, pH, temperatura, concentrações de oxigênio dissolvido, alcalinidade e compostos nitrogenados, pois esses fatores têm um impacto direto no comportamento dos camarões.

A salinidade representa a quantidade total de sais dissolvidos em um litro de água, sem especificar a natureza ou a concentração específica desses sais. O pH, por sua vez, mede a concentração de íons H^+ na água e a alcalinidade da água corresponde à soma das bases tituláveis, representando a concentração de carbonatos e bicarbonatos. Esses compostos são consumidos em vários processos químicos e biológicos que ocorrem na água.

Os camarões da espécie *P. vannamei* são ectotérmicos, ou seja, sua atividade metabólica é diretamente influenciada pela temperatura da água (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020). No entanto, controlar a temperatura da água em um viveiro é difícil, pois depende diretamente da temperatura atmosférica. Viveiros com maior volume de água apresentam menor variação diária de temperatura, especialmente no fundo do sistema.

O oxigênio dissolvido é o mais vital. Quando está em concentrações baixas, os camarões são submetidos a estresse respiratório, não se alimentando. Como aponta Sá (2023), não basta atender à concentração mínima de oxigênio dissolvido na água para a manutenção da vida; as concentrações devem permitir a obtenção de elevadas taxas de crescimento corporal e a preservação da saúde animal, ou seja, elevada imunocompetência.

A presença do nitrogênio nos viveiros é sempre necessária e desejável, uma vez que esse elemento é parte fundamental da constituição das proteínas e do DNA, entre outras funções. Contudo, tanto a sua presença em excesso quanto a sua ausência devem ser uma preocupação constante. Sem nitrogênio não há produtividade primária e, conseqüentemente, a cadeia trófica dos viveiros será prejudicada. Em viveiros com concentrações de nitrogênio muito reduzidas, pode haver um retardo na velocidade de decomposição da matéria orgânica pelas bactérias (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020). A proporção de amônia (NH_3) em relação ao amônio (NH_4^+) varia com relação ao pH, a temperatura e a salinidade da

água (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020). Concentrações elevadas de amônia na água causam o acúmulo dela no sangue e na hemolinfa, e conseqüentemente, nos tecidos, ocorrendo disfunção generalizada no metabolismo oxidativo celular (SÁ, 2023).

O nitrito é produzido pela oxidação parcial da amônia na água e no solo. No caso dos camarões, eles possuem uma maior tolerância ao nitrito quando são cultivados em águas salgadas. Conforme descrito por Sá (2023), ao ser absorvido pelas brânquias ou pelo epitélio intestinal, o nitrito oxida o elemento cobre da hemocianina, presente na hemolinfa dos camarões, interferindo na capacidade de transportar oxigênio até os tecidos.

Diferente da amônia e do nitrito, o nitrato é um composto de baixa toxicidade aos animais aquáticos por conta da baixa permeabilidade das brânquias. Entretanto, embora seja um composto de baixa toxicidade, o nitrato pode atingir, com o passar do tempo, concentrações muito elevadas em sistemas fechados de aquicultura, como os sistemas de recirculação de água (SRA). O excesso de nitrato pode ser eliminado pela troca de água (SÁ, 2023).

2.5 Fase de Berçário

Os berçários são tanques ou viveiros lonados, protegidos por estufa ou cobertura, com uma área que varia de 300 a 7.500 m². Essas unidades podem ser retangulares (com um movimento de água ao redor de uma parede divisória central), quadrados ou circulares (tipicamente com um fluxo circular ao redor de um dreno central) (BROWDY *et al.*, 2017).

Com o uso de berçários, é possível otimizar o espaço disponível na fazenda, já que os viveiros de engorda, que ocupam grandes áreas, podem ser usados para o cultivo de juvenis, que necessitam de mais espaço, enquanto as pós-larvas, que não necessitam de tanto espaço, passam por uma fase intermediária de cultivo antes de atingirem condições ideais antes de serem transferidas para os viveiros de engorda (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020). Baseado em Mishra (2008), a fase de berçário é considerada a etapa intermediária entre a larvicultura e a fase de engorda. Foi observado que a inclusão dessa etapa intermediária aumenta a eficiência dos sistemas de produção de camarão com descarga controlada.

Nos primeiros 30 dias de vida, as PLs costumam apresentar elevadas taxas de crescimento percentual, mas relativamente pouco crescimento absoluto (em g/camarão/semana, por exemplo). Isso é relativamente fácil de ser entendido, pois as PLs chegam nas fazendas de cultivo com um tamanho muito reduzido, havendo um aumento de 400% nas primeiras semanas. Nessa fase, os camarões necessitam de alimento com teores mais elevados de proteína, uma vez que há um alto requerimento no ganho de massa muscular e seus músculos são

basicamente constituídos por proteínas. À medida que crescem, os camarões passam a exigir menos proteínas devido a uma redução nas taxas relativas de crescimento (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2020). Ao permitir que os camarões cheguem à fase juvenil, mais rapidamente e com mais vigor, os berçários contribuem também para a redução do tempo de cultivo e, portanto, para o aumento do número de ciclos anuais de produção.

A utilização de sistemas berçários em tanques de fibra ou concreto voltou a aparecer após a chegada do WSSV como alternativa para aumentar a biossegurança, mantendo controle sob as condições de cultivo. Além das estruturas já existentes, novas fazendas começaram a aderir a estratégia de berçários para pré-engorda através de sistemas bifásicos ou sistemas trifásicos. Estas estruturas mais aprimoradas utilizam estufas agrícolas e sistemas de aeração, alimentação e manejo mais modernos, arrojados e eficientes (SCOPEL; SILVA, 2017).

Conforme Mishra (2008), pesquisas anteriores indicam vários benefícios decorrentes da inclusão da fase de berçário no ciclo de produção de camarões. Entre esses estão o aumento da taxa de sobrevivência, melhorias na eficiência alimentar e um melhor desempenho zootécnico.

O *design* do sistema de berçário e o seu manejo ajudam a formar um “modelo de produção” consistente e de baixo risco, caracterizado pela previsibilidade nos resultados das operações e pela estabilidade na utilização de insumos (BROWDY *et al.*, 2017).

Devido às diversas vantagens na utilização de berçários em fazendas de camarão, tanto do ponto de vista das estruturas, do manejo de qualidade de água e alimentação, as tecnologias utilizadas vêm evoluindo e sendo aprimoradas ano após ano (SCOPEL; SILVA, 2017). Segundo Olague (2021), a qualidade do manejo das pós-larvas durante a fase de berçário é crucial para o crescimento e a sobrevivência desses organismos. Esse manejo adequado é essencial para garantir um desempenho ótimo dos juvenis na fase de engorda.

2.6 Tilápia do Nilo

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe de água doce originário da África, especificamente das bacias do Rio Nilo (FIGURA 4). A espécie recebe esse nome devido a sua origem geográfica. Por sua grande adaptabilidade a diferentes condições ambientais, a tilápia do Nilo se tornou uma das espécies mais cultivadas no mundo, sendo amplamente utilizada na aquicultura em várias regiões. Além disso, a tilápia do Nilo é valorizada por seu rápido crescimento, resistência a doenças e boa aceitação no mercado de consumo (BRUNO, 2023).

É uma espécie muito resistente, capaz de se desenvolver não apenas em ambientes de água doce, mas também em águas salobras e até mesmo em águas salgadas. De acordo com Holanda e colaboradores (2022) a tilápia tem sido considerada uma espécie de grande interesse por sua rusticidade, tolerância a uma ampla faixa de salinidade e por apresentar melhores taxas de crescimento quando cultivada em ambientes ricos em produtividade natural. Além disso, por ser uma espécie onívora, a tilápia pode consumir os bioflocos do sistema.

Figura 4 – Tilápia do Nilo.



Fonte: Autora, 2023.

2.7 Cultivo Multitrófico Integrado

O cultivo multitrófico, também conhecido como Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) é uma prática de aquicultura que envolve o cultivo integrado de diferentes espécies em um mesmo sistema. Nesse sistema, as espécies são selecionadas de forma a aproveitar os recursos disponíveis e criar relações sinérgicas, onde os resíduos de uma espécie são aproveitados como alimento ou nutrientes por outras espécies. Esse tipo de cultivo tem como objetivo aumentar a eficiência e a sustentabilidade da produção aquícola, a satisfação o impacto ambiental e o aproveitamento dos recursos. No cultivo multitrófico, são espécies combinadas de diferentes níveis tróficos, como peixes, moluscos, crustáceos e algas. O cultivo multitrófico promove a reciclagem de nutrientes, suprimindo a necessidade de insumos externos da aquicultura, como a renovação da água. Além disso, ao diversificar as espécies cultivadas, o sistema se torna mais resiliente a doenças e flutuações ambientais (SANTOS, 2023).

A principal vantagem ecológica do sistema IMTA é a conversão de resíduos em proteína, como o excesso de sólidos totais dissolvidos da produção de camarão. Essa vantagem

ecológica pode melhorar o sistema de produção (HOLANDA *et al.*, 2022). Estudos demonstraram com sucesso a integração da tilápia do Nilo no cultivo de *P. vannamei*, destacando seu papel como extrativista orgânico no sistema. A tilápia consome os bioflocos presentes e converte esse excesso em biomassa de peixes, melhorando a eficiência do sistema (POLI *et al.*, 2019).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar e descrever as etapas do processo produtivo para obtenção de camarões juvenis saudáveis do *P. vannamei* no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do LABOMAR/UFC para fins experimentais.

3.2 Específicos

- Apresentar o detalhamento do processo de manejo da fase de PL 16 até a obtenção de camarões juvenis de 1 g.
- Apresentar os resultados de desempenho zootécnico da fase de PL 16 até a obtenção de camarões juvenis de 1 g.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de Estudo

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) localizado no Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC), situado no município de Eusébio, Ceará, nas proximidades do Estuário do Rio Pacoti (FIGURA 5). As atividades foram conduzidas durante o mês de julho de 2023 com duração de 21 dias.

Figura 5 – Localização do Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC) onde; (A) área ocupada pelo Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) e (B) localização do sistema de cultivo *raceway* utilizado neste trabalho.



Fonte: Imagem retirada do *Software* Google Earth® em 02 mar. 2024.

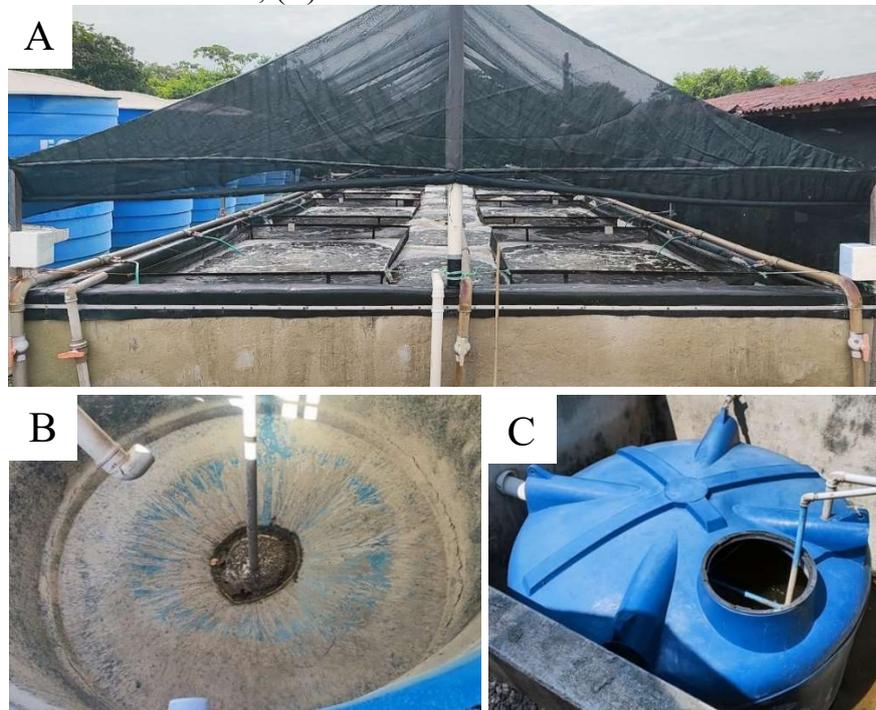
4.2 Delineamento Experimental

A estrutura adotada neste estudo consistiu em um tanque do tipo *raceway* de formato retangular com 20,65 m de comprimento, 5,65 m de largura e entre 1,80 e 2,20 metros de altura, revestido com geomembrana, com volume total de aproximadamente 260 m³. No interior desse sistema, foram instalados dez cercados individuais, cada um medindo 3,0 m de comprimento, 2,0 m de largura e 1,5 m de altura. Esses cercados são construídos com malha escura de 1,5 x 2,5 mm. As estruturas foram posicionadas em duas fileiras, contendo cinco unidades em cada. Os cercados eram flexíveis (Sannet®, Sansuy S. A. Indústria de Plásticos, Embu, SP) e foram amarrados no fundo do *raceway* por meio de poitas de concreto, posicionados a uma profundidade de 1,3 m (20 cm fora d'água).

O sistema de *raceway* foi equipado com um decantador externo de 5 m³ e um reservatório 10 m³ para a renovação contínua de água (FIGURA 6). Para garantir um ambiente controlado, todo o sistema foi coberto por uma tela escura com 70% de sombreamento.

A rede hidráulica utilizada para alimentar a aeração do sistema consistia em mangueiras flexíveis e mangueiras microporosas distribuídas pelas laterais e pelo meio de todo o sistema. Essas mangueiras foram conectadas a um soprador de 7,5 cv de potência, que alimentava o sistema através de uma tubulação de 300 mm de diâmetro, reduzida para 75 mm e, finalmente, para 20 mm na saída, para injeção do ar atmosférico na água de cultivo. Para manter o sistema em recirculação, foi utilizada uma eletrobomba de 3 cv para retornar à água do reservatório ao *raceway*. No entanto, devido à alta potência da bomba para essa função, a tubulação foi dividida em duas: uma parte direcionava a água para a recirculação, enquanto a outra devolvia ao reservatório. Além disso, uma segunda bomba, de 1/3 cv, foi empregada para realizar a sucção do fundo do decantador, equipado no centro com um funil em fibra de vidro, sendo programada por um temporizador para funcionar por 1 min a cada hora para succionar e descartar o material sedimentado.

Figura 6 – (A) *raceway* com os dez cercados instalados; (B) decantador de 5 m³; (C) reservatório de 10 m³.



Fonte: Autora, 2023.

4.3 Preparo do Sistema de Cultivo e Manutenção

Antes do enchimento, o sistema foi minuciosamente limpo utilizando um jato de água de alta pressão, além da aplicação de um agente desincrustante à base de ácido sulfídrico (diluição de 1 L para cada 50 L de água) seguido de um desinfetante à base de ácido peracético (diluição de 1 L para 500 L de água) (FIGURA 7). Após um período de 24 h, deu-se início ao abastecimento com água oriunda tanto do estuário do Rio Pacoti quanto de um poço profundo, resultando em uma salinidade de 13 g/L.

Figura 7 – Higienização do sistema.



Fonte: Autora, 2023.

Ambas as fontes de água foram devidamente tratadas com hipoclorito de sódio a 300 ppm antes do uso, visando prevenir contaminações. Posteriormente, iniciou-se a fertilização da água, utilizando uma mistura de farelo de soja, melão de cana-de-açúcar, probiótico e leveduras que foram fermentados por 24 h em condição anaeróbica. Esse processo de fertilização foi realizado diariamente ao longo de sete dias. Além da fertilização inicial, para garantir a estabilidade do sistema, realizou-se diariamente a aplicação da dose de manutenção de probiótico em conjunto com o melão de cana-de-açúcar. Semanalmente, após medir a alcalinidade, realizava-se a correção, se necessário, utilizando dolomita (carbonato de cálcio e magnésio) para ajuste de parâmetros.

4.4 Recepção de pós-larvas

As PLs foram recebidas, aclimatadas e estocadas em seis tanques circulares de fibra de vidro com volume individual de 3 m³. No momento da recepção, duas amostras de PLs contendo cerca de 500 animais foram coletadas para envio a um laboratório de diagnóstico da presença de enfermidades virais utilizando o método quantitativo qPCR/TaqMan. Até a obtenção do resultado, as PLs foram mantidas nos tanques de 3 m³ (FIGURA 8). Após o resultado confirmando ausência dos vírus WSSV e IMNV, o processo de povoamento das PLs nos cercados do sistema *raceway* foi iniciado.

Figura 8 – Aclimação de pós-larvas nos berçários de 3 m³.



Fonte: Autora, 2023.

4.5 Análise de dados de desempenho zootécnico

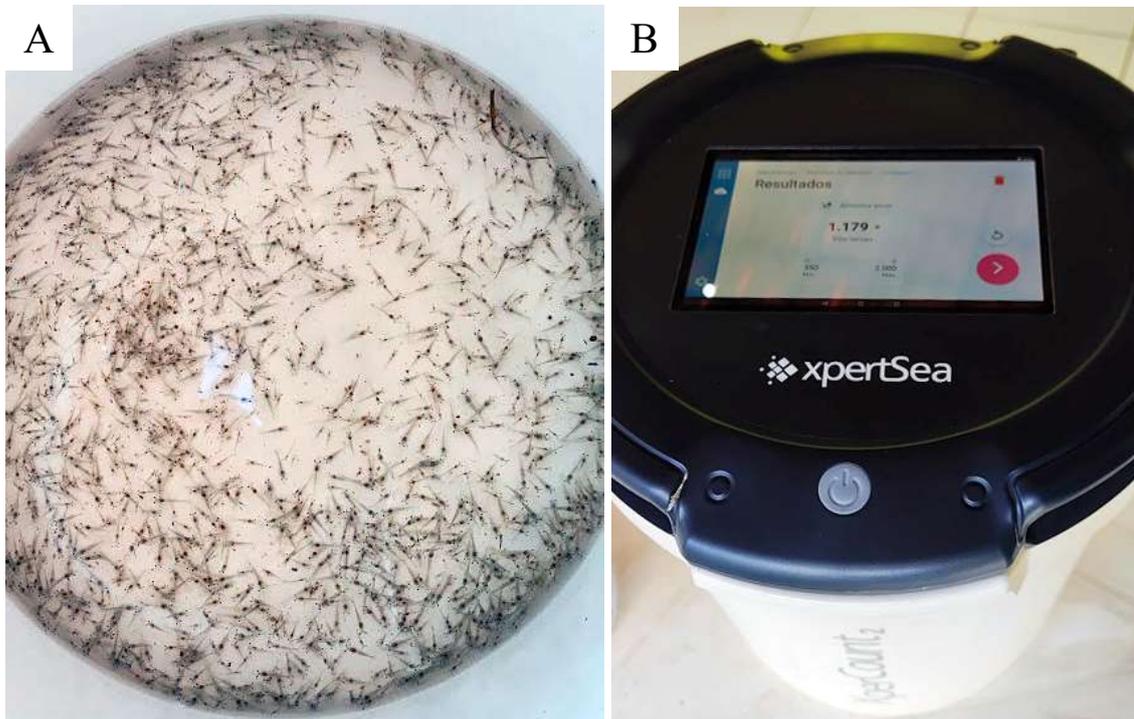
Os dez cercados foram povoados com pós-larvas de 16 dias (PL16), negativados para o IMNV e WSSV. No momento da transferência, os camarões apresentavam um peso corporal de 18 ± 2 mg (média \pm desvio padrão). Os animais foram estocados sob a densidade de 0,71 e 0,75 PL/L (TABELA 1). O valor de PL/L foi obtido através da divisão do número de pós-larvas povoadas pelo volume útil do cercado (7,8 m³). A contagem dos animais ocorreu com o auxílio de um dispositivo inteligente portátil (XperCount2, XpertSea, Québec, Canadá; FIGURA 9).

Tabela 1 – População de PLs em cada cercado e densidade inicial de estocagem (em m³ e L).

Cercado	População Inicial	Densidade Inicial de Estocagem	
	Número de pós-larvas	(PL/m ³)	PL/L
01	5544	711	0,71
02	5694	730	0,73
03	5747	737	0,74
04	5634	722	0,72
05	5619	720	0,72
06	5746	737	0,74
07	5812	745	0,75
08	5685	729	0,73
09	5679	728	0,73
10	5824	747	0,75

Fonte: Autora.

Figura 9 – (A) PLs durante o povoamento; (B) *Software* XpertSea sendo utilizado para contagens de PLs.



Fonte: Autora, 2023.

As biometrias foram realizadas semanalmente utilizando o mesmo *software* de contagem (XpertSea) utilizado no povoamento. Os camarões foram capturados com um puçá (FIGURA 10), transferidos para o recipiente do *software* e os dados foram registrados. A cada biometria foram realizadas três leituras por cercado para garantir uma média populacional precisa.

Figura 10 – (A) Manejo de captura dos juvenis; (B) Camarões capturados.



Fonte: Autora, 2023.

Semanalmente, os dados coletados de peso médio corporal dos camarões foram lançados em uma planilha do Excel contendo a tabela de alimentação utilizada no estudo. Ao final do experimento, os parâmetros de desempenho zootécnico (sobrevivência, peso corporal, biomassa despescada, crescimento, fator de conversão alimentar e ganho de produtividade) foram calculados conforme as equações abaixo.

$$\text{Peso médio} = (\text{Peso total (g)}) / (\text{Número de indivíduos}) \quad (1)$$

$$\text{Biomassa (g)} = \text{Peso médio (g)} \times \text{Número de indivíduos} \quad (2)$$

$$\text{Ganho de biomassa (g)} = \text{Biomassa final (g)} - \text{Biomassa inicial (g)} \quad (3)$$

$$\text{FCA (g/g)} = (\text{Consumo de ração (g)}) / (\text{Ganho de biomassa (g)}) \quad (4)$$

$$\text{Densidade (m}^3\text{)} = (\text{Número de camarões}) / (\text{Volume útil (m}^3\text{)}) \quad (5)$$

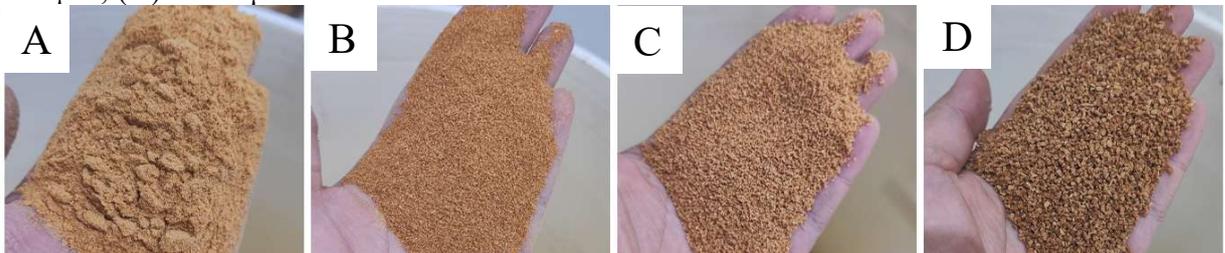
$$\text{Produtividade (g/m}^3\text{)} = (\text{Ganho de biomassa (g)}) / (\text{Volume útil (m}^3\text{)}) \quad (6)$$

$$\text{Sobrevivência (\%)} = (\text{N}^\circ \text{ final de indivíduos}) / (\text{N}^\circ \text{ inicial de indivíduos}) \times 100 \quad (7)$$

4.6 Alimentação

Os camarões foram alimentados exclusivamente em bandejas seis vezes ao dia, nos seguintes horários: 07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 14:00 e 15:30 h. Em cada cercado foi instalada uma bandeja de alimentação (39,7 cm de diâmetro interno, 0,50 m² de área, 9,4 cm de altura e peso de 1.213,5 g) fabricada em plástico pré-moldado (Plastsan Plásticos do Nordeste Ltda., Caucaia, Ceará). A alimentação fornecida aos camarões consistia em uma dieta com 40% de proteína bruta e 8% de extrato etéreo, contendo 35% de farinha de krill. As dietas foram fabricadas em laboratório em quatro granulometrias: até 250 µm, ofertada na primeira semana; 300-425 µm, ofertada no início da segunda semana; 600-850 µm, ofertada do meio da segunda semana até metade da terceira semana, e; 1.000 µm ofertada no restante da terceira semana (FIGURA 11). A quantidade de ração ofertada variava diariamente, sendo ajustada semanalmente com os dados de peso corporal obtidos através da biometria. As tilápias não foram alimentadas com ração.

Figura 11 – Granulometria das rações utilizadas. (A) até 250 µm; (B) 300-425 µm; (C) 600-850 µm; (D) 1.000 µm.



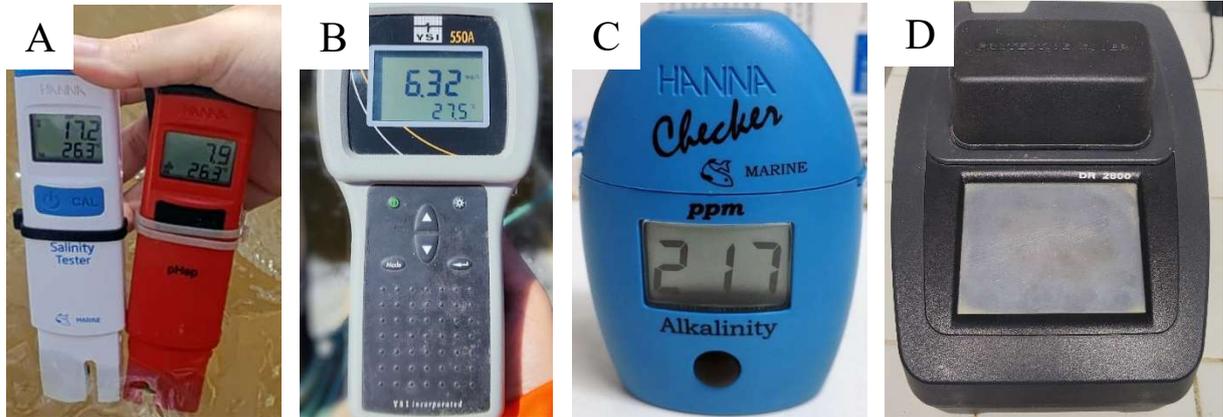
Fonte: Autora, 2023.

4.7 Monitoramentos de Parâmetros de Qualidade de Água

Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados duas vezes ao dia, de segunda a sexta-feira, nos horários de 9:00 e 14:00 h. Foram analisados a salinidade, o pH, a temperatura e o oxigênio dissolvido. Para realizar essas medições, foram utilizados os seguintes equipamentos (FIGURA 12): um pHmetro pHep (Hanna Instruments, Woonsocket, Rhode Island, EUA), para pH e temperatura de superfície da água; um oxímetro modelo YSI 550A (YSI Incorporated, Yellow Springs, Ohio, EUA) para concentração de oxigênio dissolvido e temperatura de fundo, e; um salinômetro da marca Marine Salinity Tester (Hanna Instruments, Woonsocket, Rhode Island, EUA) para a salinidade. A alcalinidade foi determinada semanalmente utilizando um colorímetro (Hanna Instruments, Woonsocket, Rhode Island,

EUA) e a amônia, o nitrito e o nitrato foram obtidos utilizando um espectrofotômetro da empresa Hach modelo DR 2800 (Hach Company, Loveland, Colorado, EUA).

Figura 12 – Equipamentos utilizados para medição de parâmetros. (A) Salinômetro e pHmetro, respectivamente; (B) Oxímetro; (C) Colorímetro Checker de Alcalinidade; (D) Hach DR 2800.



Fonte: Autora, 2023.

4.8 Introdução de tilápia do Nilo no Cultivo

Conforme os dias de cultivo progrediram, foi observado que as telas dos cercados começaram a colmatar, prejudicando a circulação de água e a concentração de oxigênio dissolvido no sistema. Para resolver esse problema, foram introduzidos 1.032 alevinos de tilápia-do-Nilo no 11º dia do experimento, com peso médio de $1,67 \pm 6$ g (FIGURA 13). Esses alevinos foram soltos na área externa dos cercados, com o objetivo de analisar o efeito da presença dos peixes no andamento do experimento.

Figura 13 – Estocagem de alevinos de tilápias no *raceway*.



Fonte: Autora, 2023.

4.9 Estimativa da Curva de Crescimento

Os dados de peso médio dos camarões, coletados semanalmente, foram correlacionados com os dias de cultivo para determinar a curva de crescimento diária. A variável "peso corporal" (y) foi definida como a variável dependente, enquanto a variável "dias de cultivo" (x) foi definida como a variável independente. A estimativa da equação de regressão que melhor se ajustou aos dados foi realizada utilizando o *software* Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 15 para Windows (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). Ao utilizar este modelo, foi possível identificar padrões de crescimento e tendências ao longo dos dias de pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Parâmetros de Qualidade de Água

A água de cultivo atingiu as médias de salinidade, pH, temperatura de superfície, temperatura de fundo e oxigênio dissolvido durante os turnos da manhã e tarde (TABELA 2). Os valores não apresentaram grandes faixas de variação, tornando o ambiente estável para o desenvolvimento dos camarões.

Tabela 2 – Valores médios (média \pm desvio padrão) obtidos durante o experimento.

Turno	Salinidade (g/L)	pH	Temperatura de superfície (°C)	Temperatura de fundo (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)
Manhã	13,3 \pm 0,4	7,9 \pm 0,3	27,2 \pm 0,5	26,0 \pm 0,18	6,15 \pm 0,6
Tarde	13,3 \pm 0,4	7,9 \pm 0,3	27,4 \pm 0,5	26,5 \pm 0,16	8,00 \pm 0,6

Fonte: Autora.

Segundo Sá (2023), na classificação de salinidade mesohalina, onde os valores variam entre 3,0 e 15,0 g/L, os camarões apresentam taxas de crescimento corporal satisfatórias. Os valores médios de salinidade obtidos foram de 13,3 g/L tanto pela manhã quanto pela tarde, estando dentro da faixa mesohalina e indicando condições ideais. Além disso, águas de baixa salinidade tendem a ser mais oxigenadas devido ao aumento da solubilidade do oxigênio com a diminuição da salinidade, o que pode reduzir a incidência de doenças em camarões.

Ainda de acordo com Sá (2023), a tilápia tem a capacidade de crescer até uma salinidade de 18 g/L, que corresponde ao início da faixa polihalina. Isso indica que, embora a água seja salgada, o valor médio de 13,3 g/L está dentro da faixa aceitável para o cultivo da espécie.

Os valores médios de pH registrados foram de 7,9 tanto pela manhã quanto à tarde. De acordo com Sá (2023), as faixas de pH ideais variam entre 7,5 e 8,5 para organismos marinhos para que possam realizar suas atividades biológicas de forma plena e expressar, satisfatoriamente, seu potencial genético para o crescimento. Embora a tilápia seja um peixe de água doce, essa faixa de pH é adequada para seu desenvolvimento. O pH da água dentro desses valores é propício para a obtenção de boas taxas de crescimento e de conversão alimentar. Assim, constata-se que os valores deste estudo permaneceram dentro da faixa satisfatória, proporcionando um ambiente adequado para o desenvolvimento dos juvenis.

As temperaturas variaram de 27,2°C pela manhã a 27,4°C pela tarde na superfície, e de 26,0°C pela manhã a 26,5°C pela tarde no fundo. Segundo Barbieri Júnior e Ostrensky

Neto (2020), os limites ideais para o cultivo de camarões da espécie *P. vannamei* estão entre 25 e 32°C. Temperaturas abaixo dessa faixa resultam em menor atividade dos camarões, enquanto valores acima requerem monitoramento das concentrações de oxigênio dissolvido, já que temperaturas elevadas tendem a diminuir sua concentração. Com isso, os valores médios de temperatura permaneceram dentro da faixa ideal para a espécie. Conforme Lima (2011), a tilápia é uma espécie tropical que se desenvolve melhor em temperaturas entre 27 e 32°C. Temperaturas fora dessa faixa podem reduzir o apetite e o crescimento da espécie. Assim, os valores médios no experimento também estavam dentro da faixa ideal para o cultivo de tilápia.

No que diz respeito a variação de temperatura dentro do *raceway*, obteve-se valores de 1,2°C pela manhã e 0,9°C à tarde. Normalmente, essas variações podem oscilar entre 1 e 3°C, dependendo das condições específicas do cultivo. No caso deste experimento, a profundidade do *raceway*, que é de aproximadamente 2 m, pode justificar as variações mínimas observadas. A variação de temperatura de superfície e de temperatura de fundo ao longo do experimento também se mantiveram adequadas, indicando que o ambiente se manteve estável ao longo de todo cultivo.

Já os valores da concentração de oxigênio dissolvido alcançaram uma média de 6,15 mg/L pela manhã e 8,00 mg/L pela tarde durante todo o cultivo. Segundo Barbieri Júnior e Ostrensky Neto (2020), os camarões preferem concentrações de OD superiores a 4 mg/L. Concentrações abaixo desse valor podem afetar a taxa de crescimento e os animais se tornam mais propensos a doenças. Águas mais quentes e com maiores concentrações de sais dissolvidos têm menor capacidade de solubilizar moléculas de oxigênio. Conforme Borges (2009), o valor ideal para cultivo de tilápia é acima de 3 mg/L. Dessa forma, os valores médios de oxigênio dissolvido apresentados na Tabela 2 são ideais quando associados as condições analisadas.

Os valores de alcalinidade, amônia, nitrito e nitrato (TABELA 3) foram medidos duas vezes durante o experimento: a primeira medição ocorreu após sete dias de cultivo e a segunda, após 14 dias de cultivo.

Tabela 3 – Valores obtidos durante medição de alcalinidade, amônia, nitrito e nitrato.

Parâmetros	1ª medição	2ª medição
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	147	132
Amônia total (mg/L)	0,34	0,43
Amônia não ionizada (mg/L de NH ₃)	0,017	0,017
Nitrito (mg/L de NO ₂ ⁻)	3,90	7,10
Nitrato (mg/L de NO ₃ ⁻)	0,80	1,70

Fonte: Autora.

Durante o experimento, foram realizadas correções para aumentar os valores de alcalinidade (TABELA 3), com o objetivo de atingir o valor mínimo de 150 mg/L, visando proporcionar um ambiente mais adequado para o crescimento das pós-larvas. Segundo Sá (2023), a alcalinidade mínima recomendada para tilápia é de 60 mg/L e para camarões é de 80 mg/L, sendo preferível que esteja acima de 100 mg/L. Isso indica que, embora o valor não tenha atingido o mínimo desejado, estava acima do mínimo considerado adequado para as espécies. Maiores valores de alcalinidade tem um maior poder tampão, impedindo que o pH da água varie muito, já que a reserva alcalina é maior e, conseqüentemente, maior será o seu efeito tampão, além de fazer com que a fertilização realizada tenha mais eficácia.

A amônia não ionizada foi calculada a partir do valor de amônia total, utilizando fórmulas previamente configuradas no *Software* Microsoft Excel. Conforme Sá (2023), deseje-se as concentrações de NH₃ da água de cultivo estejam abaixo de 0,05 mg/L para que não haja nenhum malefício aos peixes e camarões. As concentrações seguras de amônia total são geralmente inferiores a 2,4 mg/L.

Segundo Barbieri Júnior e Ostrensky Neto (2020), as concentrações seguras de nitrito geralmente não devem chegar a 6,0 mg/L. Após quatorze dias, observou-se que os níveis estavam acima do recomendado para camarões. Como se trata de um sistema fechado, é esperado que ocorram níveis elevados durante a fase inicial. Para reduzir a concentração, adicionou-se mais água ao sistema.

A tolerância do animal ao nitrato varia em função da salinidade da água de cultivo. À medida que a salinidade da água se afasta da faixa de conforto osmótico da espécie, há diminuição na tolerância do animal ao nitrato (SÁ, 2023). De acordo com Kuhn *et al.* (2010), a concentração segura para o *P. vannamei* em salinidade de 11 ppt é de até 22 mg/L. Valores acima desses indicam condições de estresse. Como a tilápia possui maior tolerância a variações ambientais, manter os valores dentro da faixa ideal para o camarão garantirá também um ambiente adequado para a tilápia.

5.2 Desempenho Zootécnico

Não foi determinado o desempenho zootécnico das tilápias devido ao curto período de cultivo. Para despesca dos camarões, o nível de água do *raceway* foi reduzido pela metade para permitir a captura. Foi observado que a introdução das tilápias do Nilo no sistema impactou positivamente devido a clara redução dos problemas de colmatação das telas dos cercados. Isso indica que o sistema de cultivo multitrófico pode melhorar a eficiência dos cercados, tornando-

os mais adequados para o desenvolvimento de PLs de camarão quando combinado com a presença de tilápias.

A despesca dos camarões do sistema ocorreu após 21 dias de cultivo. Durante o processo, foram capturados 150 indivíduos aleatoriamente de cada cercado, que foram pesados individualmente para calcular a média de peso final. Na Tabela 4, é possível observar os dados de desempenho zootécnico obtidos ao longo das três semanas de experimento.

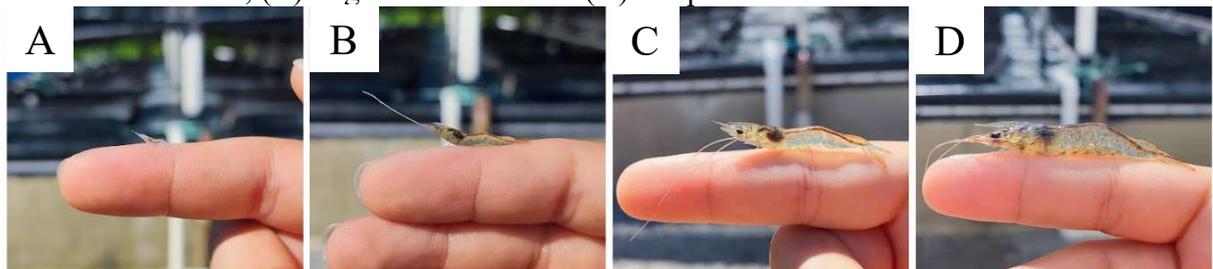
Tabela 4 – Apresentação de dados de valores médios de peso médio inicial (PMi), peso médio final (PMf), biomassa inicial (BIOi), biomassa final (BIOf), população inicial (POPi), população final (POPf), densidade inicial (Di), densidade final (Df), consumo de ração (Consu), fator de conversão alimentar (FCA) e sobrevivência (Sob).

Variáveis	Cercados									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
PMi (g)	0,020	0,022	0,018	0,017	0,016	0,015	0,017	0,018	0,019	0,018
PMf (g)	0,82	1,15	0,93	0,73	0,96	0,95	1,20	1,09	1,08	1,14
BIOi (g)	109,80	125,51	106,25	96,19	89,68	88,43	97,84	101,81	106,49	103,01
BIOf (g)	3941,34	4383,64	4077,17	4024,39	4046,60	4433,71	3283,16	4899,90	4730,05	4584,50
POPi (ind)	5544	5694	5747	5634	5619	5746	5812	5685	5679	5824
POPf (ind)	3232	5041	3792	2938	3885	4212	3940	5341	5108	5393
Di (PL/m ³)	771	730	737	722	720	737	745	729	728	747
Df (PL/m ³)	414	646	486	377	498	540	505	685	655	691
Consu (g)	4955,12	4797,58	4549,01	3686,75	4445,71	4129,27	4269,31	5195,33	4722,99	5643,08
FCA (g/g)	1,29	1,13	1,15	0,94	1,12	0,95	1,34	1,08	1,02	1,26
Sob (%)	58,3	88,5	66,0	52,1	69,1	73,3	67,8	93,9	90,0	92,6

Fonte: Autora.

Ao final da despesca, a biomassa de cada cercado também foi pesada individualmente, resultando em um total de 42,41 kg com uma taxa média de sobrevivência final de $75,2 \pm 15\%$ (média \pm desvio padrão). A média de peso inicial (TABELA 4) foi calculada dividindo o número de indivíduos contados pelo *software* XpertSea pela biomassa inicial, resultando em uma média de 18 ± 2 mg. Os camarões atingiram um peso corporal final entre 0,73 e 1,20 g, com uma média de $0,99 \pm 0,15$ g. O acompanhamento do crescimento semanal pode ser visualizado na Figura 14.

Figura 14 – Evolução dos juvenis durante o experimento. (A) PLs durante o povoamento; (B) Primeira biometria; (C) Segunda biometria e (D) Despesca.



Fonte: Autora, 2023.

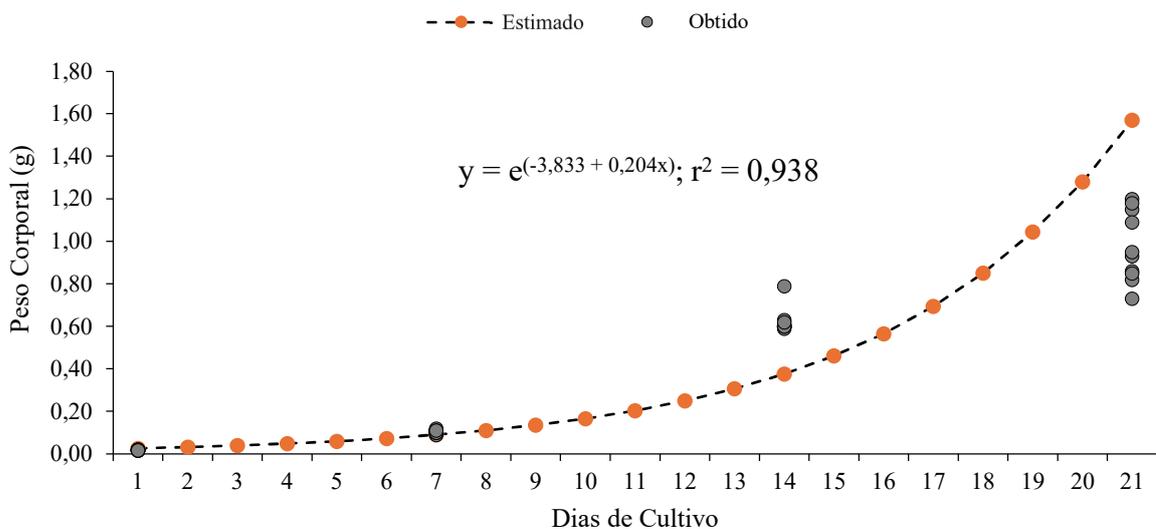
O Fator de Conversão Alimentar (FCA) apresentou uma média de $1,13 \pm 0,14$, com valores mínimo de 0,94 e máximo de 1,34. Segundo Barbieri Júnior e Ostrensky Neto (2020), FCAs satisfatórias geralmente variam entre 0,9 e 1,5:1 (ou seja, 0,9 a 1,5 kg de ração para produzir 1 kg de camarão). Dessa forma, os FCAs observados estão dentro da faixa considerada satisfatória. Além disso, Barbieri Júnior e Ostrensky Neto (2020) observam que um FCA menor que 1:1 pode ocorrer devido à presença de alimento natural no viveiro. Em um cultivo bem manejado, o consumo de detritos e organismos bentônicos pode reduzir significativamente a necessidade de ração.

A sobrevivência média final foi de $75,2 \pm 15\%$, um valor que é considerado aceitável para cultivos de camarão em altas densidades. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que, em sistemas de alta densidade, é comum ocorrer mortalidade que não são imediatamente perceptíveis durante o manejo do cultivo. Portanto, a taxa observada é compatível com o que se espera em tais condições.

5.2.1 Estimativa da Curva de Crescimento

Com o auxílio do SPSS, foi realizada uma análise de regressão para estimar a curva de crescimento diário dos camarões durante o cultivo (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 – Estimativa da curva de crescimento diário dos camarões no sistema de cultivo adotado.



Fonte: Autora.

Os resultados da análise de regressão de curva de crescimento indicam uma relação significativa entre o peso e o dia. O valor de R^2 para o modelo foi de 0,938, indicando que 93,8% da variabilidade no peso corporal dos camarões pode ser explicada pela variável "dias de cultivo".

A equação exponencial para o caso foi $y = e^{(-3,833 + 0,204x)}$, onde "y" é o peso corporal e "x" o dia de cultivo. Este resultado sugere que o modelo de curva de crescimento é uma boa representação da relação entre o peso corporal e o dia de cultivo para o presente estudo.

6 CONCLUSÃO

Diante do cenário atual da carcinicultura brasileira, com o mercado de camarão em expansão e a crescente demanda pelo produto, as doenças representam o principal obstáculo para a produção. A implantação de berçários primários e/ou secundários tem se mostrado, e continuará sendo, uma importante estratégia para lidar e combater esses desafios. Em berçário bem manejado, o controle de doenças e as medidas de diagnóstico podem ser implementados, permitindo ao carcinicultor identificar animais infectados ainda no berçário, antes da transferência para os viveiros de engorda.

A inclusão de tilápias do Nilo no sistema trouxe uma melhora significativa. A habilidade dessa espécie em converter resíduos em biomassa de peixes resultou em uma melhoria notável na eficiência do sistema.

Com isso, conclui-se que o sistema de cercados instalados em *raceway* proporciona índices zootécnicos adequados aos camarões, mantendo elevados níveis de qualidade de água sem a necessidade de renovação constante. Estudos futuros devem investigar a adição de tilápias simultânea a adição das pós-larvas.

REFERÊNCIAS

- ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Camarão do Sertão**: Embora o sertão não tenha virado mar, o P. vannamei, oriundo do Oceano Pacífico está brotando das águas salitradas, nos interiores mais longínquos, do Nordeste Brasileiro! ano 26. n. 2. Natal, RN: ago. 2024. Disponível em: <https://abccam.com.br/2024/08/revista-da-abcc-edicao-agosto-ano-xxvi-n-2-agosto-de-2024/>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- ANDRADE, T. P.; LIGHTNER, D. V.; ROCHA, I. P. **Enfermidades da Carcinicultura Brasileira**: Métodos de diagnóstico e prevenção. 2006.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. **White spot syndrome virus**. 2024. Disponível em: <https://thefishsite.com/disease-guide/white-spot-syndrome-virus>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- BARBIERI JÚNIOR, R. C.; OSTRENSKY NETO, A. **Camarões Marinhos: Engorda**. 2. ed. atual. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, v. 2, 2020. 546p.
- BORGES, A. M. **Criação de tilápias**. 2. ed. Brasília, DF: Emater-DF, 2009. 46p. Disponível em: <https://emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Cria%C3%A7%C3%A3o-de-til%C3%A1pias.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2024.
- BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Comunicado Técnico**: Pesquisa Pecuária Municipal 2020. [S. l.]. 30/2021. ed. 2021. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/publicacoes/pesquisa-pecuaria-municipal-2020>. Acesso em: 02 fev. 2024.
- BROWDY, C.; WYK, P. V.; STOCK, C.; FLORES, D.; LEE, R. **Tecnologia na fase de berçário de camarões**. Panorama da Aquicultura. Ed. 159, 2017. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/tecnologia-fase-bercario-camaroes/>. Acesso em 04 jul. 2024.
- BRUNO. **Tilápia do Nilo**: Características e Criação em Cativeiro. Aquaponia Urbana. 2023. Disponível em: <https://aquaponia-urbana.com/tilapia-do-nilo-caracteristicas-e-criacao-em-cativeiro/>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- Censo da Carcinicultura dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí 2021**. São Paulo, SP: Deza's. 2022. 204p.
- COZER, N. ROSSI, V. G. **Camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. 2016. Disponível em: <https://gia.org.br/portal/camarao-marinho-litopenaeus-vanammei-boone-1931/>. Acesso em: 22 ago. 2024.
- DANTAS, M. D. A. **Estudo do genoma do vírus causador da mionecrose infecciosa em camarões e desenvolvimento de métodos para detecção de polimorfismos**. Natal, RN: 2014.
- FAO – Food and Agricultural Organization**. Internacional principles for responsible shrimp farming. Bangkok, 2006.

GOMES, G. B.; MENDES, E. S.; SILVA, V. A. **Hepatopancreatite necrosante (NHP) em camarão marinho**. Ciência Veterinária nos Trópicos. Recife-PE, v.10, n. 2/3, p.47-53, mai./dez., 2007.

GOOGLE EARTH. Imagem de vista aérea do Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC/LABOMAR/UFC). Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-3.83303672,-38.42279011,19.031273a,372.16204077d,35y,0h,0t,0r>. Acesso em: 02 mar. 2024.

HOLANDA, M.; WASIELESKY JUNIOR, W.; LARA, G. R.; POERSCH, L. H. **Production of Marine Shrimp Integrated with Tilapia at High Densities and in a Biofloc System: Choosing the Best Spatial Configuration**. Fishes: 2022. n° 7, 283. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2410-3888/7/5/283>. Acesso em: 02 ago. 2024.

KUHN, D. D.; SMITH, S. A.; BOARDMAN, G. D.; ANGIER, M. W.; MARSH, L. FLICK JUNIOR, G. J. **Chronic toxicity of nitrate to Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: Impacts on survival, growth, antennae length, and pathology**. Aquaculture, Elsevier: v.1, p.109-114, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.09.014>. Acesso em: 02 fev. 2024.

LIGHTNER, D. V. **Virus diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (the Americas): A review**. Journal of Invertebrate Pathology, p.110-130, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2010.09.012>. Acesso em: 02 ago. 2024.

LIMA, V. T. A.; CAMPECHE, D. F. B.; PAULINO, R. V.; SANTOS JÚNIOR, D. D.; VASCONCELLOS, E. B. C. **Efeito da temperatura e do oxigênio dissolvido em água salobra no cultivo de tilápia**. Embrapa Semiárido: 2011. 415-421p.

MACEDO, L. S. **Panorama da Carcinicultura brasileira e o Pequeno Produtor: Uma Revisão Bibliográfica**. Niterói, RJ: 2022.

MISHRA, J. K.; SAMOCHA, T. M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; GANDY, R. L.; ALI, A. M. **Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition**. Aquacultural Engineering, Elsevier: v. 38, p. 2-15, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2007.10.003>. Acesso em: 02 jul. 2024.

OLAGUE, D. R.; PALAFOX, J. T. P.; VARGASMACHUCA, S. G. C.; MUNÓZ, E. A.; S. R. C.; LEAL; H. M. E. **Effect of nursery system and stocking density to produce juveniles of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei***. Aquacultural Engineering, Elsevier: v. 20, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100709>. Acesso em: 02 jul. 2024.

PEELER, E. J. **Costs and benefits of freedom from shrimp diseases in the European Union**. Journal of Invertebrate Pathology: v. 110, n. 2, p. 188 -195, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022201112000687>. Acesso em: 30 jun. 2024.

POLI, M. A.; LEGARDA, E. C.; LORENZO, M. A.; PINHEIRO, I.; MARTINS, M. A.; SEIFFERT, W. Q.; VIEIRA, F. N. **Integrated multitrophic aquaculture applied to shrimp rearing in a biofloc system**. Aquaculture, vol. 511, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734274>. Acesso em: 02 ago. 2024.

Real-Time PCR. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4355693/course/section/2085886/realtime%20pcr%20av.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

ROCHA, D. M. **O apogeu da carcinicultura Cearense:** trajetória, destaques e perspectivas futuras. Aquaculture Brasil, Natal, RN: 2023.

SÁ, M. **Limnocultura:** limnologia para aquicultura. 2. ed. rev. e ampli. São Paulo, SP: Blucher, 2023. 346 p.

SAMOCHA, T. Z; MORRIS, T. C.; KIM, J. S.; CORREIA, S.E.; ADVENT, B. **Avanços recentes na operação de *raceways* super-intensivos dominados por bioflocos e com renovação zero para a produção do camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei*.** Revista ABCC, 2011.

SANTOS, G. S. **Cultivo Multitrófico.** Meu Pescado: 2023. Disponível em: <https://meupescado.com.br/cultivo-multitrofico/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SCOPEL, B. R.; SILVA, A. N. **A utilização de berçários e *raceways* em fazendas de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* no Brasil I:** Histórico, Conceitos e Tendências. Aquaculture Brasil: 2017.

SILVA, L. O. B.; SILVA, A. E. M.; SILVA, D. A.; SANTOS, E. P.; LIMA, P. C. M.; ANDRADE, R. J. V.; SILVA, S. M. B. C.; GÁLVEZ, A. O. **Utilização do Sistema Simbiótico em Berçário de camarões marinhos.** Aquaculture Brasil: 2020.

XIMENES, L. F.; VIDAL, M. F. **Carcinicultura.** Caderno Setorial ETENE: ano 8, n. 274, 2023.