



*Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras*

Curso de Licenciatura em Biologia Marinha

**Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Biologia Marinha**

**Tema:**

**Estudo da Influência da Densidade de estocagem na Sobrevivência e Crescimento de larvas de Camarão tigre (*Penaeus monodon*, 1798) alimentada com ração comercial no Distrito de Inhassunge - Caso AQUAPESCA.**



**Autora:**

Zulmira Arcângela Rafael Canivete



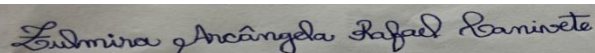
*Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras*

Licenciatura em Biologia Marinha

**Tema:**

**Estudo da Influência da Densidade de estocagem na Sobrevivência e Crescimento de larvas de Camarão tigre (*Penaeus monodon*, 1798) alimentada com ração comercial no Distrito de Inhassunge - Caso AQUAPESCA.**

**Autora:**



Zulmira Arcângela Rafael Canivete

**Supervisora:**



(Célia Inês Mubango Hogueane, MSc)

**Co-supervisora:**



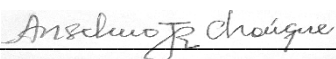
(Fita Domingos, MSc)

**Avaliadora:**



(Vanádia Renato Massingue, MSc)

**Presidente de Júri:**



(Anselmo Júnior Chauque, MSc)

**Quelimane, Fevereiro de 2026**

## **Dedicatória**

Dedico esta monografia à memória dos meus queridos pais, Teresa Angélica Rafael e Gonçalves Canivete, que partiram antes de ver este sonho realizado. A vossa sabedoria, amor incondicional e sacrifícios moldaram a pessoa que sou hoje. Esta conquista é, e sempre será, uma homenagem à força, à dedicação e ao exemplo de vida que me deixaram. Onde quer que vocês estejam, espero que sintam orgulho. Com eterna gratidão e saudade, esta vitória é, e sempre será de vocês.

## **Agradecimentos**

À Deus pela vida, força e proteção em toda minha jornada. Aos meus pais pelas orações, amor, cuidados, conselhos, encorajamento, força, ensinamentos, a fé, confiança que depositaram em mim e pelo acompanhamento durante os meus estudos.

Gostaria de expressar o meu profundo agradecimento a minha supervisora MSc. Célia Inês Mubango Hogueane e a minha co-supervisora MSc. Fita Domingos, pela orientação, paciência e constante apoio foram fundamentais para a realização deste trabalho. Cada conselho, correção e palavra de encorajamento fizeram toda a diferença. Agradeço pela dedicação em compartilhar o vasto conhecimento, pela disponibilidade em todos os momentos e pela confiança depositada em mim ao longo da realização deste trabalho.

À Universidade Eduardo Mondlane, em particular a Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras pela oportunidade que me foi concedida.

À todos docentes e funcionários da ESCMC que diretamente ou indiretamente contribuíram na minha formação.

Expresso a minha satisfação à todos os trabalhadores e técnicos da Aquapesca pelo incentivo e encorajamento durante a realização desta pesquisa. Aos meus irmãos: Ivénio Canivete, Midian Canivete, Géscica Canivete, Marta Bambo e Mahala Colher pelas intersecções, pelas conversas, conselhos, risadas e por se fazerem presentes mesmo estando distantes. Aos meus sobrinhos Nilson Lam, Adriely Lam, Irvin Canivete e Aldren Canivete. Aos meus amigos de todos os tempos: Leila Dulobo, Guilherme Cufanauane, Fauzila Jaime, Nuno Escamade pelas orações, conselhos, força e momentos compartilhados. Aos irmãos em Cristo da Igreja Life Church de Quelimane pelas orações. À família por mim criada em especial á Érica Doda, James Njiji, Eric Correia, Rogério Ocomana, Aurora Paiva, Rilca de Jesus, Chádia Ventura, Belzandra Sozinho, Oliveira Armando, Joice Osumane, Lauren Osumane, Herik Machungo, Arlindo Junior, Ivaldo Fumo, Uajinga e a todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha vida académica. Á todos colegas, em particular aos colegas de Biologia Marinha, Química Marinha, Geologia Marinha e Oceanografia do ano 2020.

## **Declaração de honra**

Eu, **Zulmira Arcângela Rafael Canivete**, declaro que esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e que constitui o resultado do meu esforço individual. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de Licenciatura em Biologia Marinha, da Universidade Eduardo Mondlane.

---

(Zulmira Arcângela Rafael Canivete)

## Resumo

A aquacultura sustentável exige a otimização de sistemas de cultivo que garantam alta produtividade sem comprometer a saúde dos organismos nem o equilíbrio ambiental. Neste contexto, a densidade de estocagem é um fator determinante no desempenho produtivo, especialmente no cultivo do camarão tigre (*Penaeus monodon*). Este estudo avaliou o efeito de quatro densidades de estocagem (80, 160, 240 e 320 pós-larvas por tanque), com duas réplicas por tratamento, sobre o crescimento e a sobrevivência de *P. monodon* alimentado com ração comercial, em condições experimentais na empresa Aquapesca. O experimento teve duração de 30 dias, com monitoramento diário dos parâmetros de qualidade da água (temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido), biometrias quinzenais (peso médio e comprimento), e avaliação dos índices zootécnicos, como taxa de sobrevivência e taxa de crescimento específico. Os valores médios dos parâmetros de qualidade da água, obtidos a partir das réplicas, foram adequados para a espécie. As temperaturas médias variaram entre 21,5 °C (320 PLs) e 22,5 °C (160 PLs); o pH manteve-se entre 7,3 e 7,4; a salinidade oscilou entre 27,3 ppt (80 PLs) e 27,7 ppt (240 e 320 PLs); e o oxigênio dissolvido variou entre 8,7 mg/L (240 PLs) e 9,8 mg/L (80 PLs). As densidades de 80 e 160 PLs apresentaram as melhores taxas de sobrevivência (68,8% e 69,4%, respectivamente), enquanto as densidades mais elevadas resultaram em desempenho inferior, provavelmente devido ao aumento do estresse e da competição. A taxa de crescimento específico variou de 2,5% a 4,35%, com melhor desempenho também nas densidades mais baixas. A análise estatística revelou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, indicando que a densidade de estocagem influencia diretamente o desempenho zootécnico das larvas. Conclui-se que a densidade de 160 PLs representa a condição mais favorável para otimizar o crescimento e a sobrevivência de *P. monodon* em cultivos alimentados com ração comercial, contribuindo para práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis na Aquapesca.

**Palavras-chave:** Densidade de estocagem, Ração comercial, *Penaeus monodon*, Aquapesca.

## **Abstract**

Sustainable aquaculture requires the optimization of farming systems that ensure high productivity without compromising organism health or environmental balance. In this context, stocking density is a key factor influencing productive performance, especially in the farming of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). This study evaluated the effect of four stocking densities (80, 160, 240, and 320 post-larvae per tank), with two replicates per treatment, on the growth and survival of *P. monodon* fed with commercial feed under experimental conditions at the Aquapesca company. The experiment lasted 30 days, with daily monitoring of water quality parameters (temperature, pH, salinity, and dissolved oxygen), biweekly biometrics (mean weight and length), and the evaluation of zootechnical indices such as survival rate and specific growth rate. The mean values of water quality parameters, obtained from the replicates, were within the acceptable range for the species. Average temperatures ranged from 21.5 °C (320 PLs) to 22.5 °C (160 PLs); pH remained between 7.3 and 7.4; salinity ranged from 27.3 ppt (80 PLs) to 27.7 ppt (240 and 320 PLs); and dissolved oxygen varied from 8.7 mg/L (240 PLs) to 9.8 mg/L (80 PLs). The densities of 80 and 160 PLs showed the best survival rates (68.8% and 69.4%, respectively), while higher densities resulted in lower performance, likely due to increased stress and competition. The specific growth rate ranged from 2.5% to 4.35%, with better performance also at lower densities. Statistical analysis revealed significant differences ( $p < 0.05$ ) among treatments, indicating that stocking density directly influences the zootechnical performance of the larvae. It is concluded that a density of 160 PLs represents the most favorable condition to optimize growth and survival of *P. monodon* in commercial feed-based culture systems, contributing to more efficient and sustainable farming practices at Aquapesca.

**Keywords:** Stocking density, Commercial feed, *Penaeus monodon*, Aquapesca.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Peneaus monodon</i> .....	6
<b>Figura 2:</b> Anatomia dos peneideos.....	7
<b>Figura 3:</b> Ciclo de vida do <i>Peneaus monodon</i> . ....	8
<b>Figura 4:</b> Mapa geográfico da área de estudo. ....	15
<b>Figura 5:</b> Local do estudo- AQUAPESCA. ....	16
<b>Figura 6:</b> Ração usada na alimentação das larvas de <i>P. monodon</i> . ....	18
<b>Figura 7:</b> Instrumentos usados para monitoramento da qualidade de água. ....	18
<b>Figura 8:</b> Biometria das larvas de <i>Peneaus monodon</i> . ....	19
<b>Figura 9:</b> Taxas de sobrevivência (TS) e taxa de crescimento específico (TCE) das pós-larvas de <i>P. monodon</i> em função das densidades de estocagem. ....	24
<b>Figura 10:</b> Representação linear do Peso (W) e Comprimento (l) das larvas de <i>P. monodon</i> . ....	27
<b>Figura 11:</b> Variação da temperatura em função das diferentes densidades de estocagem.....	30
<b>Figura 12:</b> Variação do pH em função das diferentes densidades de estocagem.....	31
<b>Figura 13:</b> Variação da salinidade em função das diferentes densidades de estocagem.....	33
<b>Figura 14:</b> Variação do OD em função das diferentes densidades de estocagem.....	34

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Tabela de delineamento experimental.....	17
<b>Tabela 2:</b> Valores de média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) da taxa de sobrevivência (TS%) das larvas de <i>Penaeus monodon</i> em diferentes densidades de estocagem. ....	25
<b>Tabela 3:</b> Valores de média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) e da taxa de crescimento específico (TCE) das larvas de <i>Penaeus monodon</i> em diferentes densidades de estocagem. ....	25
<b>Tabela 4:</b> Médias dos parâmetros de qualidade da água (temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido) observados nos tanques em diferentes densidades de estocagem de pós-larvas de <i>Penaeus monodon</i> .....	29

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1:</b> Cálculo do peso médio.....	19
<b>Equação 2:</b> Cálculo da taxa de Sobrevivência das PL's .....	20
<b>Equação 3:</b> Cálculo da taxa de Crescimento das PL's.....	20
<b>Equação 4:</b> Cálculo do Ganho de Peso .....	21
<b>Equação 5:</b> Cálculo da Média. ....	21
<b>Equação 6:</b> Desvio Padrão. ....	22
<b>Equação 7:</b> Coeficiente de Variação. ....	22
<b>Equação 8:</b> Cálculo Exponencial do peso e comprimento.....	23
<b>Equação 9:</b> Cálculo linear do peso e comprimento.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
D	Densidade
PLs	Pós-larvas
WSSV	White Spot Syndrome Virus
LC-PUFA	Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids
SEAFDEC	Southeast Asian Fisheries Development Center
P	Penaeus
Ppm	Partes por milhão
Ppt	Partes por trilhão
T1, T2, T3, T4	Tanques 1, 2, 3 e 4
ATP	Adenosina trifosfato
°C	Graus Celsius
cm	Centímetro
%	Percentual
ha	Hectare
g	Gramas
m	Metros
Kcal/g	Quilocalorias por gramas
Km	Quilómetros
h	Horas
mg/l	Miligramas por litro
L	Litro
pH	Potencial hidrogénio
min	Minutos
YSI ProPlus	Profissional Multiparameter instrument
mg	Miligramas
mm	Milímetro
OD	Oxigénio dissolvido
ESCMC	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras
s.d	Sem data

## Índice

<b>Capítulo I: Introdução e Objetivos</b> .....	1
1. Introdução.....	1
1.1 Objectivos.....	2
1.1.1 Objectivo Geral .....	2
1.1.2 Objectivos Específicos .....	2
1.3. Problematização .....	3
1.4 Justificação .....	4
Hipóteses .....	5
<b>Capítulo II: Revisão de Literatura</b> .....	<b>6</b>
2. Revisão de Literatura .....	6
2.1. Classificação Taxonómica do <i>P.monodon</i> .....	6
2.2. Anatomia dos Peneídeos .....	7
2.3. Ciclo de Vida dos Peneídeos .....	7
2.4. Larvicultura .....	9
2.6 Alimentação dos peneídeos na larvicultura.....	11
2.7 Sobrevivência e Crescimento das PL's .....	12
2.8. Densidade de Estocagem das PL's.....	13
<b>Capítulo III: Materiais e Métodos</b> .....	<b>15</b>
3. Material e Métodos.....	15
3.1. Descrição da Área de Estudo .....	15
3.2. Materiais.....	16
3.3. Métodos.....	16
Preparação dos Tanques .....	16
a) Aquisição das Pós Larvas .....	17
b) Tratamento e manejo das larvas .....	17
d) Monitoramento dos Parâmetros de Qualidade de Água .....	18

e) Biometria.....	18
3.3.1. Tratamento e Análise de dados .....	19
a)    Cálculo do Peso Médio.....	19
b)    Cálculo da taxa de Sobrevivência das PL's.....	20
c)    Cálculo da taxa de Crescimento das PL's .....	20
d)    Cálculo do Ganho de Peso.....	21
3.3.1.1 Análise estatística .....	21
e)    Cálculo da Média.....	21
f)    Desvio Padrão.....	21
g)    Coeficiente de Variação.....	22
h)    Relação Peso-Comprimento .....	22
<b>Capítulo IV: Resultados e Discussão .....</b>	<b>24</b>
4.    Resultados e Discussão.....	24
4.1    Taxas de sobrevivência e crescimento específico .....	24
4.1.1    Relação Linear entre o Peso-Comprimento de <i>Penaeus monodon</i> em Diferentes Densidades de Estocagem. ....	26
5.    Identificação da densidade óptima de estocagem que propicia melhor sobrevivência e crescimento das larvas de <i>P.monodon</i> .....	36
<b>Capítulo VI: Conclusões e recomendações .....</b>	<b>36</b>
6.    Conclusões .....	37
6.1    Recomendações .....	37
7.    Referências Bibliográficas .....	39
8.    Anexos.....	43

## Capítulo I: Introdução e Objetivos

### 1. Introdução

A aquacultura se destaca como uma das principais alternativas para suprir a crescente demanda mundial por proteína de origem aquática, contribuindo para a segurança alimentar, geração de emprego e desenvolvimento socioeconómico, especialmente em regiões costeiras (FAO, 2020). A carcinicultura que corresponde à criação de camarões, possui grande relevância económica sendo o *Penaeus monodon*, uma das espécies mais cultivadas em países tropicais devido ao seu rápido crescimento e alto valor comercial (Krummenauer et al., 2012).

A larvicultura de camarões é a etapa crítica para o sucesso da produção, pois nessa fase, as larvas são cultivadas desde a eclosão até atingirem o estágio de pós-larvas, prontas para o repovoamento em viveiros de engorda. A eficiência dessa fase está directamente ligada ao manejo da qualidade da água, controlo de doenças, densidade de estocagem e principalmente à alimentação (Scarpa et al., 1999; Krummenauer et al., 2012). O alimento natural das larvas de *P. monodon* é composto por plâncton, no entanto, em sistemas intensivos, é necessário complementar ou substituir essa fonte alimentar por ração comercial, visando suprir as exigências nutricionais específicas da espécie (Scarpa et al., 1999). As rações comerciais utilizadas na larvicultura de *P. monodon* são formuladas com ingredientes de alta digestibilidade, fornecendo proteínas, lipídios, vitaminas e minerais essenciais para o crescimento, desenvolvimento e imunidade dos camarões (Amaya et al., 2007; Boyd et al., 2022).

O uso de ração comercial apresenta vantagens como padronização nutricional, melhor controlo da dieta e facilidade no manejo alimentar (Silva et al., 2015; Boyd et al., 2022). Além disso, permite a implementação de estratégias de alimentação ajustadas à densidade de cultivo, como fraccionamento das refeições e monitoramento do consumo, contribuindo para a melhoria da conversão alimentar e redução de perdas (Samocha et al., 2004; Krummenauer et al., 2012).

A viabilidade económica da produção de camarões está directamente relacionada à densidade de estocagem. Segundo Otoshi et al., (2007) para que a produção seja lucrativa é necessário implementar densidades superiores a 80 PLs. Entretanto, efeitos negativos do aumento da densidade sobre o desempenho zootécnico dos camarões podem comprometer a rentabilidade desta actividade (Chamberlain et al., 1994; Moss et al., 2004; Samocha et al., 2004; Arnold et al., 2009; Ballester et al., 2010 e Ray et al., 2010; Krummenauer et al., 2012).

No contexto Moçambicano e mais especificamente na empresa AQUAPESCA, essa abordagem ainda é pouco explorada, o que confere relevância à presente investigação. Assim, este estudo busca contribuir para a optimização dos protocolos de larvicultura, promovendo maior eficiência e rentabilidade na produção de *P. monodon*.

## **1.1 Objectivos**

### **1.1.1 Objectivo Geral**

Analisar a influência da densidade de estocagem na sobrevivência e crescimento das PL's de camarão tigre (*Penaeus monodon*, 1798) alimentado com ração comercial.

### **1.1.2 Objectivos Específicos**

- Determinar a taxa de sobrevivência e crescimento das larvas de *P. monodon* em diferentes densidades de estocagem;
- Verificar como as diferentes densidades de estocagem influenciam os parâmetros da qualidade de água e impactam a sobrevivência e crescimento das PL's.
- Determinar a densidade óptima de estocagem que propicia melhor sobrevivência das PL's;

### 1.3. Problematização

A pesquisa sobre a influência da densidade de estocagem de larvas de camarão tigre no desempenho zootécnico desperta muitos debates em muitas pesquisas na carcinicultura, especialmente devido aos desafios associados a otimização das condições de cultivo.

O uso de ração comercial desempenha um papel crucial no desenvolvimento zootécnico das larvas de camarão, sendo amplamente utilizada em cultivos tradicionais e intensivos. No entanto, estudos como os de Samocha et al., (2004) e Krummenauer et al., (2011) destacam que a densidade de estocagem e a qualidade do alimento fornecido influenciam directamente na eficiência alimentar, no crescimento e na sobrevivência dos camarões. Além disso, Silva et al., (2013) enfatizam a necessidade de compreender os impactos da densidade em combinação com diferentes regimes alimentares, considerando tantos os aspectos nutricionais quanto económicos.

No contexto nacional e, particularmente, no caso da empresa AQUAPESCA, observa-se um défice significativo de dados científicos e protocolos técnicos que orientem a determinação da densidade de estocagem óptima para *P. monodon* alimentado com ração comercial. Essa lacuna dificulta a maximização simultânea da sobrevivência, crescimento e qualidade ambiental durante o cultivo. É essencial avaliar como diferentes densidades de estocagem influenciam o desempenho zootécnico das larvas de *P. monodon*, a fim de fornecer recomendações práticas que assegurem a sustentabilidade e a rentabilidade do cultivo. Até então, a definição da densidade de estocagem em muitos empreendimentos aquícolas ainda é frequentemente baseada em critérios empíricos ou históricos, sem padronização técnica-científica adequada, o que pode comprometer a eficiência produtiva (Silva et al., 2020), o que reforça a relevância do presente estudo. Portanto, o presente estudo busca preencher essa lacuna, contribuindo com informações valiosas sobre as melhores práticas de cultivo, considerando que a densidade de estocagem pode influenciar directamente a eficiência da ração comercial em promover o crescimento e a sobrevivência das larvas de camarão tigre (*Penaeus monodon*), torna-se essencial avaliar essa interação a fim de otimizar os resultados produtivos nos sistemas de cultivo.

## 1.4 Justificação

A crescente demanda global por camarões tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas de produção mais eficientes, sustentáveis e rentáveis. A carcinicultura, como importante segmento da aquicultura, enfrenta o desafio de atender a esse mercado cada vez mais exigente em termos de qualidade do produto e responsabilidade ambiental. Nesse contexto, torna-se essencial aprimorar as técnicas de cultivo, especialmente no que se refere à fase de larvicultura, que representa um dos pontos mais sensíveis e críticos da cadeia produtiva (Scarpa et al., 1999; Krummenauer et al., 2012).

Um dos factores fundamentais para o sucesso da larvicultura é a nutrição adequada das larvas, sendo a ração comercial um dos principais insumos utilizados para garantir o crescimento saudável, o fortalecimento do sistema imunológico e o aumento da taxa de sobrevivência dos organismos cultivados (Samocha et al., 2004). Outro aspecto relevante é a necessidade de equilíbrio entre densidade de estocagem e o bem-estar animal. Densidades elevadas são normalmente adaptadas para garantir a viabilidade económica da produção, sendo estimado que acima de 80 pós-larvas é possível obter retorno financeiro satisfatório (Otoshi et al., 2007). No entanto, densidades excessivas podem gerar efeitos negativos como estresse, competição por alimento e oxigénio, aumento da taxa de mortalidade e diminuição do crescimento, especialmente se a alimentação não for adequada (Moss et al., 2004; Arnold et al., 2009; Krummenauer et al., 2012).

Diante da crescente demanda por camarões e das limitações enfrentadas por pequenos produtores em Moçambique, este estudo justifica-se pela necessidade de investigar os efeitos das diferentes densidades de estocagem sobre o crescimento e a sobrevivência de larvas de *Penaeus monodon*, alimentadas com ração comercial. A pesquisa busca definir densidades ideais e melhorar o desempenho produtivo, contribuindo para práticas mais eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis na carcinicultura. Os resultados poderão beneficiar directamente a empresa AQUAPESCA e outros produtores, orientando estratégias para aumento da produtividade e redução de custos (Scarpa et al., 1999; Samocha et al., 2004; Krummenauer et al., 2012).

### **Pergunta de Pesquisa**

Até que ponto as diferentes densidades de estocagem influenciam na sobrevivência e no crescimento das larvas de *Penaeus monodon* cultivadas e alimentadas exclusivamente com a ração comercial?

### **Hipóteses**

**H<sub>0</sub>:** A densidade de estocagem não influencia significativamente o crescimento e a sobrevivência das pós-larvas de *Penaeus monodon*.

**H<sub>1</sub>:** A densidade de estocagem influencia significativamente o crescimento e/ou a sobrevivência das pós-larvas de *Penaeus monodon*.

## Capítulo II: Revisão de Literatura

### 2. REVISÃO DE LITERATURA

#### 2.1. Classificação Taxonômica do *P.monodon*

- Reino: Animália
- Filo: Arthropoda
- Classe: Malacostraca
- Ordem: Decápoda
- Família: Penaeidae
- Género: Penaeus
- Espécie: *P.monodon*

O *P.monodon* (Figura.1) possui diferentes nomes vernaculares em vários países onde é cultivado, como por exemplo: Nos USA é chamado de “Black tiger”, “Giant- tiger- prawn” na Australia, “Cameron tiger gigante” na Espanha, “Crevette géante tigrée” na France e “Makamba Camaron” em Madagáscar (Poli et al., 2004). Indivíduos adultos podem ter peso acima de 130g e comprimento de 33 cm. O camarão-tigre-gigante é o nome vulgar dado ao camarão da espécie *Penaeus monodon*, uma espécie de grande importância económica e ecológica. Apresenta cor cinza-azulada, com carapaça e abdómen listrados de branco e preto. O abdómen apresenta pleópodos com franjas de cerdas vermelhas que encontram-se na margem posterior dos segmentos e são precedidas por faixas de cor creme, amarela e cinza-avermelhadas (Ray, et al., 2011). O órgão reprodutor dos machos chama-se **petasma**, e está localizado no primeiro par do segmento abdominal e o órgão reprodutor das fêmeas é denominado **télico** e encontra-se na base dos dois pares de patas do tórax, os períodos. O aparelho digestivo é completo e subdivide-se em seis partes: boca, esófago, estômago, hepatopâncreas intestinos e ânus (Sánchez *et al.*, 2018).



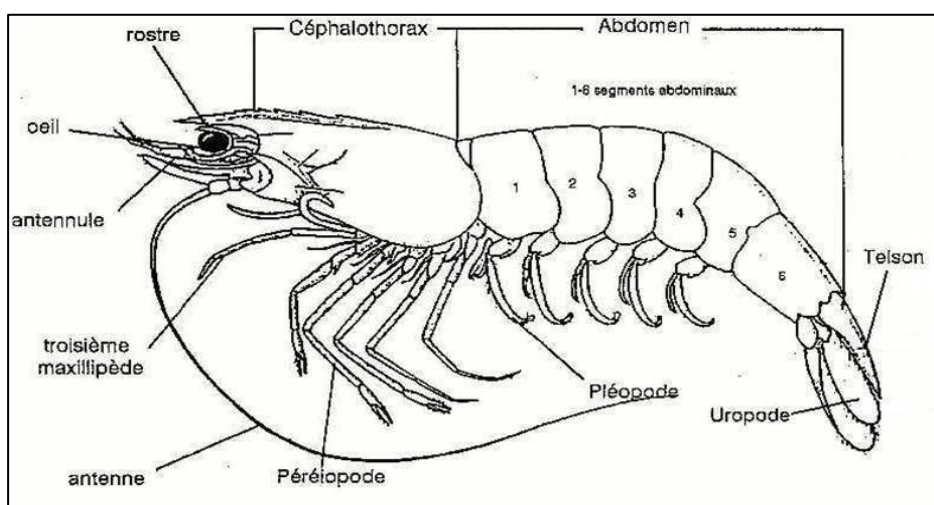
**Figura 1:** Penaeus monodon

**Fonte:** Jun Mu, 2023.

## 2.2. Anatomia dos Peneídeos

O corpo dos peneídeos é comprido, achatado lateralmente, coberto por um exosqueleto calcificado, constituído de quitina e proteínas, articulado por meio de membranas articulares, o corpo é alongado com segmentos, dividido em três regiões distintas: cabeça, tórax e o abdómen (Ray et al., 2011). A cabeça e o tórax estão fundidos em uma estrutura única denominada Cefalotórax, que se localiza na parte anterior do animal, onde morfologicamente três estruturas se destacam:

- Carapaça, uma placa que corresponde a fusão de seis anéis cefálicos e oito torácicos, cobre as brânquias e os demais órgãos vitais e é fundida ao corpo na sua parte dorsal;
- Olhos pedunculados que se articulam com a cabeça e são móveis e c) o rostro que é uma espécie de ‘espinho’ que serve como estrutura de defesa contra predadores (Júnior e Neto, 2001).



**Figura 2:** Anatomia dos peneídeos.

**Fonte:** Wikipedia, 2023.

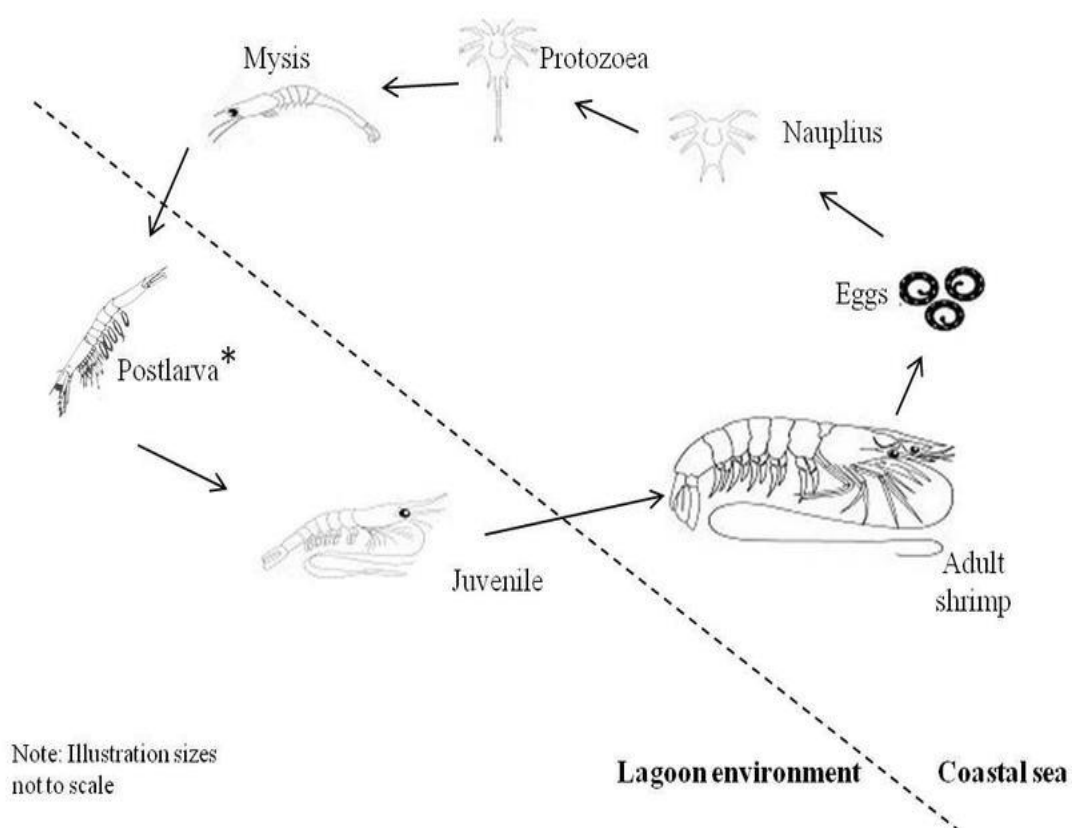
## 2.3. Ciclo de Vida dos Peneídeos

O *P.monodon* é um camarão marinho e pode tolerar salinidades baixas de 0.2 a 0.4 ppt mas cresce melhor entre 10 e 25 ppt (Pillay e Kutty, 2005). Todos os peneídeos se reproduzem normalmente em alto mar e os reprodutores utilizam áreas mais profundas. Os camarões Rosa, *P.subtilis*, *P.brasiliensis* e *P.paulensis*, desovam em áreas de 40 a 160m de profundidade ou mais, o camarão branco *P.schmitti* desova em áreas mais rasas que 40m podendo ser inclusive menor que 10m no interior das baías (Poli et al., 2004). Os reprodutores de *L.vannamei* são encontrados até em profundidades de 72m no Equador (Júnior e Neto, 2001). Os ovos são libertados durante o período noturno possivelmente, e tem uma densidade superior a água do mar com tendência a permanecerem no fundo, provavelmente este seja um mecanismo de defesa adotado para garantir o sucesso da reprodução (Júnior e Neto, 2001).

Durante a fase reprodutiva, as fêmeas desovam sucessivamente, produzindo um número considerável de ovos, que podem variar de 100.000 a 500.000 por desova dependendo da espécie e do tamanho (Primavera, 1984).

Há registos de que uma única fêmea de *P.monodon* pode produzir 600.000 ovos por desova (Poli *et al*, 2004). O desenvolvimento dos camarões segue a regra de complexidade da maioria dos crustáceos, apresentando várias fases larvais, cada uma com suas peculiaridades em relação ao comportamento das larvas, suas necessidades nutricionais e ambientais características. Cerca de 12 horas após a ovulação, eclodem os náuplios, que evoluem em 5 sub-estágios (N1 a N5) com duração de 36 horas, segue-se o estágio protozeia com 3 sub-estágios (Z1 a Z3) com duração de 4 dias (Alfonso e Coelho, 1997).

Segue-se o estágio de mysis também com 3 sub-estágios (M1 a M3) com duração de 3 dias para depois passar para pós-larvas, onde o camarão já apresenta a característica básica do camarão adulto (Iwa, 1978). Na natureza as larvas migram com as correntes em direcção as áreas mais rasas e de menor salinidade onde encontram protecção e maior disponibilidade de alimentos.



**Figura 3:** Ciclo de vida do *Peneaus monodon*.

**Fonte:** Primavera, 2017.

## 2.4. Larvicultura

O cultivo de camarão compreende basicamente duas fases: a larvicultura, responsável pela produção de pós-larvas (PLs); e a engorda, responsável pelo crescimento do camarão até o tamanho comercial. A produção de pós-larvas é normalmente realizada em laboratórios (galpões fechados), em geral, subdivididos em dois sectores independentes: a maturação e a larvicultura (Schryver et al., 2008). O cultivo das larvas do *P. monodon* começa com a indução da desova e fertilização externa, seguida pela incubação dos ovos fertilizados. As larvas são mantidas em tanques de berçários com condições controladas de salinidade, temperatura, oxigénio, pH, amónia, nitritos, turbidez, a fim de promover o crescimento saudável (Krummenauer et al., 2012). Estes parâmetros devem ser mantidos dentro de níveis ideais para garantir a saúde das larvas. (Krummenauer et al., 2012).

Para além da qualidade de água a prevenção e tratamento de doenças são cruciais para evitar perdas significativas de larvas no ambiente de cultivo. Outro aspecto a considerar é a selecção de reprodutores de alta qualidade para a produção de larvas robustas e saudáveis (Smith et al., 2019).

As larvas do camarão tigre obedecem os seguintes estágios de desenvolvimento:

- a) Náuplios fase após a eclosão dos ovos, as larvas passa por seis estágios náuplios, durando aproximadamente de 1 a 5 dias cada.
- b) Protozoa - são 3 estágios protozoa, com duração de cerca de 5 dias.
- c) Mysis – seguem 3 estágios misis com duração de 4 a 5 dias.
- d) Megalopa - esta é finalmente a fase das Pós Larvas (PL's) que passam por 3 e ou 4 estágios megalopa, que podem durar de 6 a 15 dias de cultivo.

Neste estágio, as larvas passam por uma transição de uma forma livre-nadante para uma forma que se assemelha ao camarão adulto adaptando-se para a vida no fundo do mar. As megalopas têm características distintas, como um abdómen grande e flexível e apêndices que começam a se assemelhar aos dos adultos. Este estagio é crucial para a sobrevivência e o sucesso do desenvolvimento subsequente do camarão. (Scarpa et al., 1999 e Krummenauer et al., 2012). As larvas de camarão são caracterizadas por mudanças morfológicas significativas em cada estágio, adaptando-se para a sobrevivência e crescimento no ambiente do cultivo. A temperatura ideal para o desenvolvimento das larvas varia entre 26,5 °C e 28,5 °C. (Scarpa et al., 1999 e Krummenauer et al., 2012). As larvas de *P. monodon* se alimentam principalmente de plâncton, que é o conjunto de organismos que vivem em suspensão no ambiente aquático, sendo dividido em fitoplâncton (organismos fotossintetizantes) e zooplâncton (organismos heterotróficos) (Bonecker et al., 2002).

## 2.5 Ração Comercial

Actualmente, a produção de camarão tem avançado de forma progressiva no que diz respeito ao aprimoramento de métodos e sistemas. No entanto, esta evolução pode acarretar impactos no meio ambiente, devido ao aumento na utilização de recursos naturais e à possibilidade de gerar maior quantidade de resíduos nos ecossistemas próximos aos tanques de cultivo de camarão (Borghetti et al., 2003 e Oliveira, 2008). O papel das rações comerciais na aquicultura de camarão é fundamental para garantir um crescimento saudável e eficiente dos crustáceos. A qualidade dessas rações é um factor determinante no sucesso do cultivo, influenciando directamente a saúde, o desenvolvimento e a produtividade dos camarões (Simango, 2018).

A formulação de rações comerciais é uma actividade técnica complexa que exige a actuação de profissionais especializados em nutrição aquícola. Esses especialistas analisam cuidadosamente as exigências nutricionais dos camarões em cada fase de desenvolvimento, garantindo uma composição alimentar equilibrada, com níveis adequados de proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais essenciais para o crescimento saudável e o bom desempenho dos organismos cultivados (Venero et al., 2007).

Segundo Oliveira (2008) a formulação de uma ração é baseada nas exigências nutricionais dos organismos cultivados, isto é, além de atender aos requisitos nutricionais específicos, as rações comerciais de alta qualidade são formuladas levando em consideração a digestibilidade dos ingredientes. A selecção criteriosa de ingredientes de alta qualidade e a sua combinação precisa visam garantir que os camarões consigam digerir e absorver os nutrientes de forma eficiente (Smith et al., 2019). O controlo de qualidade durante o processo de fabricação das rações é crucial. A garantia de que os ingredientes são frescos e de alta qualidade, bem como a adopção de padrões de produção específicos, assegura a consistência nutricional em cada *pellet* de ração fornecido aos camarões.

Além disso, pesquisas vêm sendo conduzidas com foco no desenvolvimento de novas formulações de ração que aprimorem a eficiência nutricional, promovendo melhores taxas de crescimento, maior resistência a doenças e melhor desempenho reprodutivo dos camarões cultivados (Xu et al., 2020). Portanto, a escolha e o uso de rações comerciais formuladas por nutricionistas especializados desempenham um papel crucial no sucesso e na sustentabilidade da aquicultura de camarão. Essas rações de alta qualidade não atendem apenas às demandas nutricionais dos camarões, mas também contribuem significativamente para a eficiência operacional e o sucesso económico dos cultivos de camarão na escala comercial (Zhou et al., 2021).

O arraçoamento refere-se à administração e ao manejo da ração oferecida aos organismos cultivados, desempenhando um papel essencial na sobrevivência, no crescimento e no bem-estar dos camarões (Wasielesky et al., 2006). Assim sendo, é crucial realizar o arraçoamento adequado da ração comercial das pós-larvas (PL's) para assegurar a sobrevivência e o desenvolvimento do camarão tigre. A frequência da alimentação também exerce influência significativa nesse processo. Estudos indicam que fornecer alimento três vezes ao dia pode ser eficaz para o crescimento das larvas de *Penaeus monodon* (Racotta et al., 2003). Além da frequência, a forma de distribuição da ração é igualmente importante, pois garante melhor aproveitamento dos nutrientes e reduz perdas (Tacon et al., 1997). Portanto, tanto a frequência quanto a técnica de arraçoamento são determinantes para otimizar a sobrevivência e o desenvolvimento das PL's em sistemas de cultivo.

## **2.6 Alimentação dos peneídeos na larvicultura**

Alimentação na larvicultura do *Penaeus monodon*, é uma área de pesquisa importante para melhorar a sobrevivência e o crescimento das larvas (Venero et al., 2007). Um estudo mostrou que a adição de bactérias fototróficas como suplemento alimentar teve efeitos significativos no crescimento e sobrevivência das larvas (Wasielesky et al., 2006). Outra pesquisa indicou que a indução de aditivos nutricionais como betaína pode influenciar positivamente o desempenho do crescimento, a ingestão de alimentos, a histologia intestinal, o metabolismo lipídico e a resposta imune de *Penaeus monodon* alimentados com dietas contendo diferentes níveis de atrativos alimentares (Xu et al., 2020). Além disso, a suplementação de ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa (LC-PUFAs) também foi estudada para melhorar a nutrição das larvas em estágios iniciais de desenvolvimento (Zhou et al., 2021). Esses estudos sugerem que a suplementação alimentar pode ser uma estratégia valiosa para otimizar a larvicultura de *Penaeus monodon*, resultando em melhores taxas de sobrevivência e crescimento das larvas. É importante notar que a qualidade da água pode ser afetada pela quantidade de biomassa bacteriana adicionada, e mais de 2% dessa biomassa pode deteriorar a qualidade da água. Portanto, a gestão cuidadosa da alimentação suplementada é crucial para o sucesso da larvicultura (Buford et al., 2004).

Outro estudo sobre o camarão *Litopenaeus vannamei*, também aplicável ao *Penaeus monodon*, mostrou que o uso de ração comercial em sistemas intensivos de cultivo resultou em uma sobrevivência de 92,1% nos viveiros berçários e 50,7% nos viveiros de engorda. Isso indica que a ração comercial pode ser eficaz para a sobrevivência das larvas quando utilizada em condições adequadas de manejo e sistema de cultivo (Simango, 2018).

É importante notar que a qualidade da ração, o manejo alimentar e as condições ambientais do sistema de cultivo são factores determinantes para a sobrevivência das larvas de *Penaeus monodon* (Júnior, 2014). A ração comercial tem um papel fundamental no crescimento das larvas de *Penaeus*

monodon, também conhecido como camarão-tigre-gigante. A qualidade da ração, incluindo seu valor nutricional e a adequação aos requisitos específicos das larvas, pode influenciar directamente o crescimento e a saúde dos camarões durante a fase larval (Khatoon et al., 2016).

## **2.7 Sobrevivência e Crescimento das PL's**

De acordo com Krummenauer et al., (2012) sobrevivência refere-se a capacidade das larvas em manter-se vivas e saudáveis desde a eclosão até atingirem o estagio de pós-larvas (PL's), prontas para o próximo estagio de crescimento na engorda, enquanto crescimento é o processo pelo qual as larvas passam por varias fases de desenvolvimento, aumentando de tamanho e mudando de forma até se tornarem camarões juvenis ou adultos. Estas duas variáveis são influenciadas por vários factores críticos como a qualidade de água, a alimentação adequada, a densidade do cultivo, o manejo diário e a prevenção de doenças (Krummenauer et al., 2012).

Durante a larvicultura é essencial garantir que as condições ambientais sejam ideais para a sobrevivência e desenvolvimento das larvas, mantendo a qualidade de água dentro dos níveis óptimos, administrar alimentos ricos em nutrientes e de acordo com cada estagio larval, realizar um manejo diário e fazendo o monitoramento da saúde das larvas para identificar e resolver rapidamente qualquer problema que possa surgir (Sánchez et al., 2018). Além disso, também podem ser afectadas pela genética e pela selecção de linhagens com alta taxa de sobrevivência em cativeiros, o que pode ser um sucesso na larvicultura de camarão. O crescimento adequado das larvas é vital na aquacultura, uma vez que larvas saudáveis têm maior possibilidade de se tornarem adultos robustos e produtivos (Schryver et al., 2008).

Vários estudos vêm sendo realizados de modo a analisar a sobrevivência e o crescimento do camarão. Por exemplo, um estudo realizado pela Universidade Federal de Pernambuco investigou o uso do copépode bentónico *Tisbe biminiensis* como alternativa alimentar para as larvas de camarão *Litopenaeus vannamei* em substituição da Artémia (Krummenauer et al., 2012), e os resultados sugeriram que diferentes concentrações da copépode podem afectar a taxa de ingestão das larvas de camarão e, conseqüentemente, a sua sobrevivência e crescimento.

Diversos estudos científicos investigaram a relação entre a sobrevivência e o crescimento das larvas de camarão, buscando otimizar as condições de cultivo para maximizar essas variáveis. Por exemplo, Santos et al. (2010) concluem que uma dieta balanceada e o controle rigoroso das condições ambientais são fundamentais para aumentar a sobrevivência, enquanto Rodriguez et al. (2012) indicam que a densidade de estocagem impacta directamente no crescimento das larvas. Portanto, a sobrevivência e o crescimento são variáveis que se correlacionam mas, não são necessariamente dependentes um do outro. São mais frequentemente associados como parte de um sistema complexo onde múltiplos factores interagem para influenciar o resultado final do cultivo das

larvas. Durante a fase larval, é crucial fornecer uma dieta nutritiva e manter condições ambientais ótimas para garantir altas taxas de sobrevivência e um bom crescimento.

## **2.8.Densidade de Estocagem das PL's**

De acordo com Krummenauer et al., (2012), densidade de estocagem refere-se a quantidade de larvas que são mantidas por unidade de volume ou área em um sistema de cultivo. A densidade de estocagem das larvas de *P. Monodon* é um factor crítico para o sucesso do cultivo. Densidade de estocagem adequada é essencial para garantir uma boa sobrevivência e crescimento das larvas. No entanto, densidades muito elevadas podem levar a competição por recursos, como alimento e oxigénio e aumentar o risco de doenças (Lima, 2015).

Em um estudo sobre o camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*, que pode ser usado como referência para *P. monodon*, observou-se que densidades de estocagem até 400 PLs/m<sup>2</sup> em gaiolas de berçário não resultaram em perdas significativas de sobrevivência ou crescimento. Os resultados obtidos no trabalho sugerem que uma densidade de estocagem controlada e não excessiva é viável para o cultivo em gaiolas durante a fase de berçário (Megahed, 2010), sendo submetidas em cultivo de gaiolas submersas, o que permitiu um controlo maior sobre as densidades de estocagem e o manejo das larvas. As PL's foram alimentadas com ração comercial de alta qualidade, formulada especificamente para a fase inicial de desenvolvimento (berçário).

Estudos indicam que densidades mais baixas podem resultar em melhor crescimento e sobrevivência das larvas de camarão, mas isso deve ser balanceado com a viabilidade econômica do cultivo. Segundo Boyd (1999) e Moss et al. (2004), embora densidades mais baixas possam otimizar o desempenho zootécnico, a viabilidade econômica pode ser comprometida devido ao maior espaço e custos operacionais envolvidos. Por outro lado, Krummenauer et al. (2012) destacam que, embora a densidade elevada possa aumentar os custos, ela também oferece maiores rendimentos de produção, tornando-se uma estratégia viável quando gerenciada adequadamente. A densidade ideal de estocagem pode variar dependendo de vários factores como a espécie do camarão, as condições ambientais e a estratégia de manejo do cultivo, uma vez que cada espécie tem as suas exigências específicas (Oliveira, 2008). Os parâmetros da qualidade de água e a nutrição devem ser cuidadosamente gerenciados para otimizar a densidade de estocagem e promover um ambiente saudável das larvas.

A utilização de ração de alta qualidade e manejo alimentar adequado pode permitir maiores densidades de cultivo sem comprometer a saúde das larvas, ao garantir a oferta de nutrientes essenciais, melhorar o crescimento e minimizar os impactos negativos sobre a qualidade da água e o bem-estar dos organismos (Poersch, 2012).

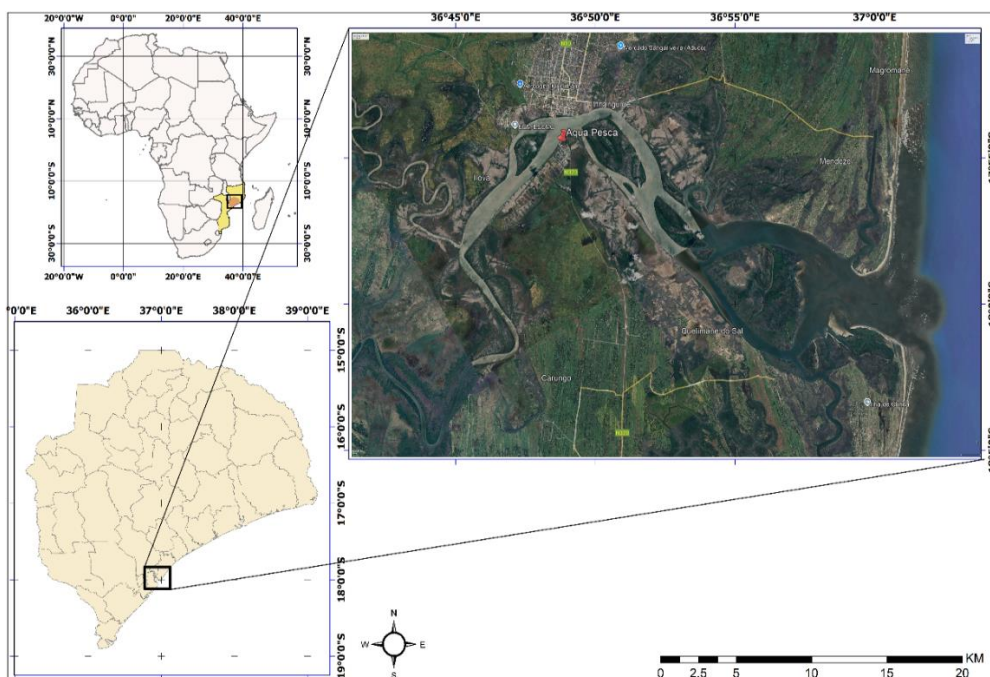
A alimentação com ração em diferentes densidades de cultivo apresenta um potencial significativo para a melhoria da produção de *Penaeus monodon*. No entanto, mais pesquisas são necessárias para otimizar as condições de cultivo e entender completamente os efeitos da ração no desenvolvimento das larvas (Ray, 2011).

## Capítulo III: Materiais e Métodos

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da Área de Estudo

O estudo foi realizado ao longo de 30 dias na AQUAPESCA (Figura 4), uma empresa que se dedica no cultivo e processamento de camarão da espécie *P.monodon*, num sistema semi-intensivo, com tanques rectangulares escavados revestidos com lona, ocupando um espaço de cerca de 350ha com água salobre e cujo objectivo principal é a exportação. Esta empresa localiza-se no distrito de Inhassunge, situado na região centro da Província da Zambézia, com coordenadas aproximadas de 18° 04' 57.35" S de latitude e 36° 49' 30.10" E de longitude. A Aquapesca possui três setores principais no cultivo de camarão: **maternidade, engorda e processamento**. Na maternidade, são produzidos os reprodutores que geram as larvas, sendo mantidas em condições ideais de qualidade da água conforme as exigências da espécie. Após a eclosão dos ovos, as larvas passam por diversas metamorfoses na larvicultura até atingirem a fase de pós-larvas, quando são transferidas para os tanques de engorda. Este sector é responsável pelo cultivo até a fase de despesca, utilizando tanques de 0.5 hectares que corresponde a 5000m revestidos com lona, sistema de bombeamento mínimo e estrutura adaptada para facilitar a drenagem. O sector de processamento realiza as etapas pós-produção em ambiente climatizado e controlado, seguindo protocolos rigorosos de biossegurança, como uso de vestuário apropriado e procedimentos de desinfeção.



**Figura 4:** Mapa geográfico da área de estudo.

**Fonte:** Google Earth, 2024.



**Figura 5:** Local do estudo- AQUAPESCA.

**Fonte:** AQUAPESCA, s.d.

### **3.2. Materiais**

- Baldes de 45L;
- Luvas;
- Equipamento de proteção individual;
- Medidores de volumes;
- Balança;
- Instrumentos de monitoramento da qualidade de água.

### **3.3. Métodos**

#### **a) Preparação dos Tanques**

Primeiramente foi necessário observar o estado dos tanques e de todo material a ser usado. Após a observação, todo material foi desinfetado com uma solução de cloro a 100ppm de concentração durante 24h, e para tal fez-se um enchimento dos tanques até 40L. Após o enchimento fez-se a desinfecção da água com cloro e deixados 24h. A preparação dos tanques foi feita antecipadamente num período 30 dias.

## b) Aquisição das Pós Larvas

As PLs foram adquiridas junto à maternidade da AQUAPESCA em Nacala-Porto, no estágio PL10 e foram transportadas em sacos plásticos contendo 1/2 de água, com salinidade de 25 ppt, e 5 mg/l de oxigênio. Já na AQUAPESCA, em Inhassunge as PLs foram aclimatadas e mantidas nos berçários com salinidade de 24 ppt.

## c) Tratamento e manejo das larvas

O experimento foi realizado em laboratório, utilizando oito tanques circulares com volume útil de 45 litros, cada um equipado com sistema de aeração constante por meio de tubulações conectadas a pedras porosas. As pós-larvas (PLs) de *Penaeus monodon* foram previamente aclimatadas durante um período de sete dias antes do início do ensaio. Foram avaliadas quatro densidades de estocagem: 80, 160, 240 e 320 PLs por tanque. Cada tratamento foi conduzido com duas réplicas, totalizando oito unidades experimentais.

**Tabela 1:** Tabela de delineamento experimental.

Tanques	Densidade (PLs/tanque)	Valor original	Réplica 1	Réplica 2
T1	80	50	48	52
T2	160	45	44	47
T3	240	40	39	41
T4	320	35	33	36

As larvas foram alimentadas exclusivamente com ração comercial, em quantidades ajustadas conforme a densidade de estocagem, 2 vezes ao dia (7h-16h). A quantidade de ração foi ajustada semanalmente de acordo com a biomassa das larvas, conforme recomendado por Scarpa et al. (1999) e Krummenauer et al. (2012).

A quantidade de ração diária fornecida para as larvas foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

**Quantidade de ração (g/dia)**

$$= \text{Biomassa total (g)} \times \text{Taxa de alimentação ao diaria (\% do peso vivo)}$$

**Onde:**

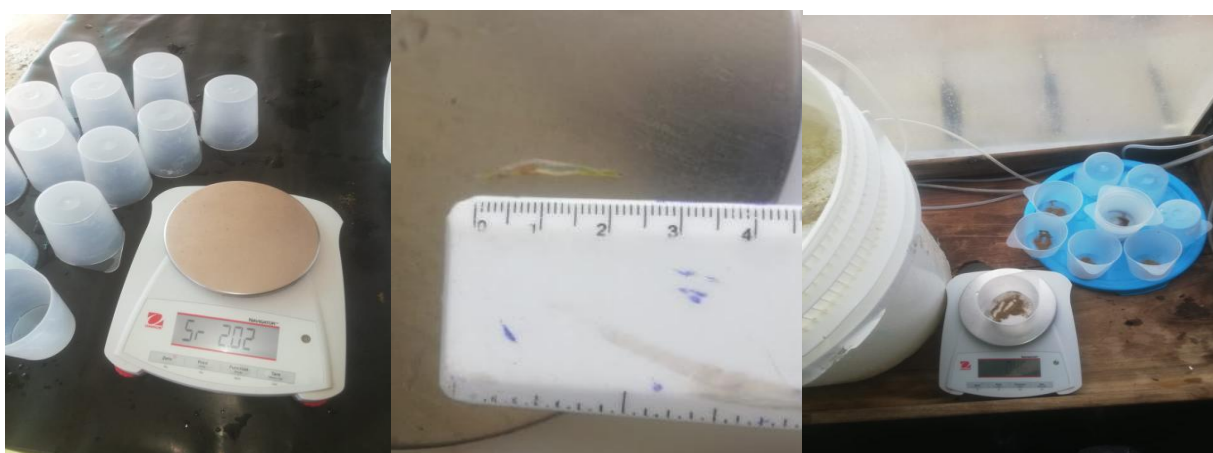
Biomassa total (g) é o peso total das larvas no tanque. Para calcular a biomassa total, usamos a fórmula:

$$\text{Biomassa total (g)} = \text{Numero de larvas} \times \text{Peso medio individual (g)}$$



A biometria foi fundamental neste estudo, pois forneceu os dados primários necessários para avaliar a relação peso-comprimento e a uniformidade do crescimento, fornecendo uma visão mais completa do desempenho biológico das pós-larvas. A partir desses dados, foi possível calcular a taxa de crescimento específico (TCE), que constitui um indicador derivado. Assim, a biometria não é redundante, mas sim essencial para a obtenção e validação dos parâmetros de crescimento analisados.

A medição do comprimento das PLs foi realizada quinzenalmente para monitorar o crescimento das larvas. Um número aleatório de 10 a 30 larvas foi selecionado em cada tanque e colocado em uma superfície plana e limpa. Utilizou-se uma lâmina de vidro para facilitar a medição, que foi realizada com uma régua, do rostro (extremidade da cabeça) à cauda (extremidade do télson).



**Figura 8:** Biometria das larvas de *Penaeus monodon*.

### 3.3.1. Tratamento e Análise de dados

Os dados obtidos no experimento foram usados para determinação dos seguintes parâmetros: Peso médio, taxa de crescimento, taxa de sobrevivência e ganho de peso, segundo as formulas abaixo:

#### a) Cálculo do Peso Médio

Para se calcular o peso médio das larvas recorreu-se a fórmula sugerida pelo Tacon et al (2008). Fez-se a pesagem total das larvas por cada tanque e dividiu-se pelo número das larvas do mesmo tanque.

Como ilustra a seguinte formula:  $PM = \frac{Pt}{N^{\circ} \text{ de PL's}}$ .

**Equação 1:** Cálculo do peso médio.

A pesagem foi feita por meio de balança com precisão 0,001g. Este controle foi realizado quinzenalmente.

**Onde:**

**PM:** Peso médio

**Pt:** Peso total dos organismos

**Nº de PL's:** número de Pós larvas.

#### **b) Cálculo da taxa de Sobrevivência das PL's**

O cálculo da taxa de sobrevivência foi realizado com base na contagem inicial do número total de pós-larvas estocadas no início do experimento. Ao longo do cultivo, foi feito um monitoramento semanal das larvas vivas e mortas, permitindo acompanhar a dinâmica da sobrevivência. Ao final do período experimental, a taxa de sobrevivência foi calculada utilizando a fórmula descrita por Tacon et al.,(2008):

$$\text{Taxa de Sobrevivência (\%)} = \frac{N^{\circ} \text{ final de larvas}}{N^{\circ} \text{ inicial de larvas}} * 100$$

**Equação 2:** Cálculo da taxa de Sobrevivência das PL's

**Onde:**

**Nº final de larvas:** Quantidade total de larvas vivas ao final do experimento

**Nº inicial de larvas:** Quantidade total de larvas estocadas no início do experimento

**100:** Fator multiplicador para expressar o resultado em porcentagem (%)

#### **c) Cálculo da taxa de Crescimento das PL's**

A taxa de crescimento é um dos principais indicadores utilizados para avaliar o desempenho zootécnico das pós-larvas (PL's) durante o período de cultivo. Esse parâmetro permite verificar a eficiência do sistema de cultivo, incluindo alimentação fornecida e as condições ambientais. Para este estudo, foi adotado o cálculo da Taxa de Crescimento Específico (TCE), que expressa o aumento percentual diário de peso das larvas ao longo do tempo. Foi utilizada a fórmula abaixo segundo Abramo et al., (1997):

$$TCE \left( \% \frac{\text{dia}}{\text{dia}} \right) = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{\text{dias}} * 100$$

**Equação 3:** Cálculo da taxa de Crescimento das PL's.

**Onde:**

**ln:** logaritmo natural.

**PF:** Peso Final

**PI:** Peso Inicial

**T:** tempo em dias

#### **d) Cálculo do Ganho de Peso**

O ganho de peso médio das pós-larvas foi determinado pela diferença entre o peso final e o peso inicial dos organismos ao longo do período experimental. Este parâmetro permite avaliar o aumento absoluto de biomassa individual durante o cultivo. Conforme amplamente utilizado na literatura de aquicultura Tacon et al., (2008), o ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial das larvas.

$$\text{Ganho de Peso (gp)} = \text{Peso Final (PF)} - \text{Peso Inicial (Pi)}$$

**Equação 4:** Cálculo do Ganho de Peso

**Onde:**

**GP:** Ganho de peso

**PF:** Peso Final

**Pi:** Peso Inicial

#### **3.3.1.1 Análise estatística**

Para análise dos dados, foram calculadas as médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV%). Foram utilizadas as seguintes fórmulas:

#### **e) Cálculo da Média**

A média aritmética é definida como a soma de todos os valores dividida pelo número total de observações (Triola, 2015).

$$\text{Média } (\bar{X}): \bar{X} = (X^1 + X^2) / n$$

**Equação 5:** Cálculo da Média.

**Onde:**

$\bar{X}$ =média dos valores das réplicas;

X1, X2= Valores obtidos em cada replica (T1,T2...);

n= Número de replica (n=2).

#### **f) Desvio Padrão**

O desvio padrão mostra o quanto os valores de um conjunto de dados se afastam da média. Quanto maior o desvio padrão, maior a dispersão; quanto menor, mais concentrados estão os dados. (Pearson, 1900).

$$\text{Desvio Padrão (DP)} = \frac{\sqrt{[(x^1 - \bar{x})^2 + (x^2 - \bar{x})^2]}}{(n-1)},$$

**Equação 6:** Desvio Padrão.

**Onde:**

Dp= Desvio padrão;

X1,X2= Valores das replicas;

$\bar{X}$  = média dos valores;

n= Numero das replicas (n=2).

### **g) Coeficiente de Variação**

O coeficiente de variação permite comparar diretamente a variabilidade de diferentes distribuições ao expressar o desvio padrão como uma fração da média. (Pearson, 1900).

$$\text{Coeficiente de Variação (CV\%)} = \left( \frac{\text{Desvio padrao (DP)}}{\text{Media } (\bar{X})} \right) \times 100$$

**Equação 7:** Coeficiente de Variação.

**Onde:**

CV(%) = Coeficiente de variação em porcentagem;

DP= Desvio padrão;

$\bar{X}$  =Media dos valores.

### **h) Relação peso-comprimento**

A análise dos dados foi realizada ao final do experimento com o objetivo de avaliar a sobrevivência e o crescimento das larvas de *Penaeus monodon*. Para comparar as médias entre as diferentes densidades de estocagem, os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) utilizando o software RStudio, complementada pela geração de box plots para visualização da distribuição dos dados.

A análise estatística foi igualmente realizada com o auxílio do Microsoft Excel e do BioEstat versão 5.3, onde foram produzidos gráficos de correlação entre os parâmetros zootécnicos, nomeadamente peso e comprimento das larvas, considerando um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

Para a identificação do tipo de relação funcional e o cálculo dos coeficientes de correlação, foi utilizada a fórmula proposta por Wimberg (1995), adaptada por Hogueane (2009), amplamente aplicada em estudos de correlações biométricas em cultivos de camarão na AQUAPESCA.

$$W = q * l^b$$

**Equação 8:** Cálculo Exponencial do peso e comprimento.

Onde:

- **W**-é o peso
- **l**- é o comprimento
- **q e b**- são constantes.

O **q** é determinado por métodos empíricos e **b** descreve o tipo de relação, a proporção entre o peso e o tamanho do indivíduo. A equação acima é exponencial, e é usada para modelar o crescimento. Beverton e Holt (1957).

$$\ln(w) = \ln(q) + b \ln(l)$$

**Equação 9:** Cálculo linear do peso e comprimento.

Esta relação é linear, do tipo  $y = a + bx$ . Mediu-se o peso ( $w$ ) e o comprimento ( $l$ ), e por regressão linear se determinaram os coeficientes **q** e **b** da relação logarítmica.

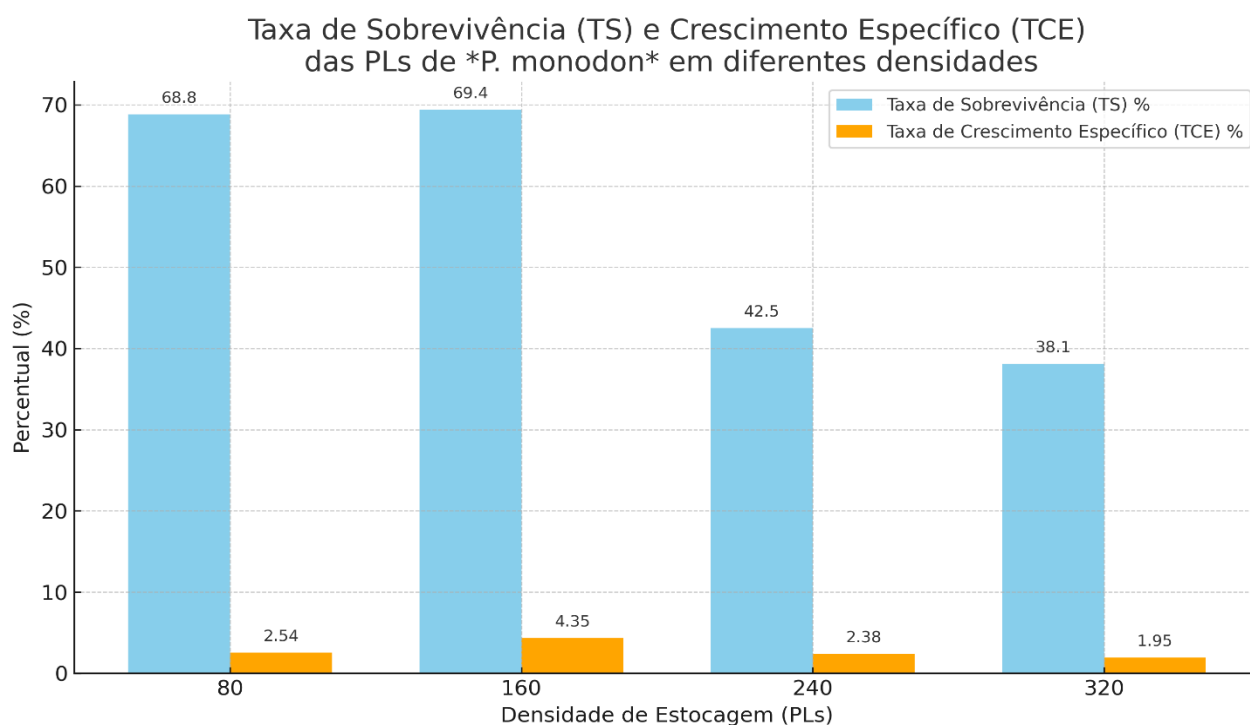
## Capítulo IV: Resultados e Discussão

### 4. Resultados e Discussão

#### 4.1 Taxas de sobrevivência e crescimento específico

A figura 9 apresenta os resultados da taxa de sobrevivência e crescimento das larvas de *Penaeus monodon* em diferentes densidades de estocagem. Os resultados indicam que as densidades de estocagem de 80 e 160 PLs apresentaram as maiores taxas de sobrevivência e crescimento.

As taxas de sobrevivência variaram entre 38,1% (para densidade de 320 PLs) e 69,4% (para 160 PLs). Em relação às taxas de crescimento, a taxa máxima foi de 4,35% (para densidade de 160 PLs) e a mínima foi de 1,94% (para densidade de 320 PLs). Esses resultados destacam a influência das diferentes densidades de estocagem nas taxas de sobrevivência e crescimento das larvas de *P. monodon*, considerando duas réplicas por densidade. Os valores de desvio padrão e coeficiente de variação reforçam a maior consistência dos dados nos tratamentos com densidades de 80 e 160 PLs, sobretudo no tratamento com 160 PLs, que apresentou o menor CV% tanto para a sobrevivência quanto para o crescimento.



**Figura 9:** Representação gráfica da Taxa de sobrevivência (TS) e Taxa de crescimento específico (TCE) das pós-larvas de *P. monodon* em função das densidades de estocagem.

**Tabela 2:** Valores de média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) da taxa de sobrevivência (TS%) das larvas de *Penaeus monodon* em diferentes densidades de estocagem.

Densidade (PLs)	TS- Replica 1 (%)	TS-Replica 2 (%)	Media TS (%)	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
80	68.0	69.6	68.8	1.13	1.64
160	68.7	70.1	69.4	0.99	1.43
240	41.3	43.7	42.5	1.70	3.99
320	37.0	39.2	38.1	1.56	4.08

**Tabela 3:** Valores de média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) e da taxa de crescimento específico (TCE) das larvas de *Penaeus monodon* em diferentes densidades de estocagem.

Densidade (PLs)	TCE- Replica 1 (%)	TCE- Replica 2 (%)	Media TCE (%)	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
80	2.48	2.60	2.54	0.08	3.34
160	4.30	4.40	4.35	0.07	1.63
240	2.30	2.46	2.38	0.11	4.75
320	1.90	2.00	1.95	0.07	3.63

Os valores de desvio padrão e coeficiente de variação reforçam a maior consistência dos dados nos tratamentos com densidades de 80 e 160 PLs, sobretudo no tratamento com 160 PLs, que apresentou o menor CV% tanto para a sobrevivência quanto para o crescimento.

Em relação à identificação da melhor densidade de estocagem que propicia melhor crescimento e sobrevivência das pós-larvas, a análise de variância (ANOVA) revelou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ( $F = 967,6458$ ;  $P < 0,05$ ). Isso demonstra que a densidade de estocagem foi um fator determinante no desempenho zootécnico das larvas ao longo do experimento. Os resultados obtidos permitiram rejeitar a hipótese nula, indicando que a densidade de estocagem exerce influência significativa sobre as taxas de crescimento e sobrevivência das pós-larvas de *Penaeus monodon*. Como o tipo de alimentação foi mantido constante (ração comercial), os efeitos observados podem ser atribuídos, com maior segurança, às diferentes densidades utilizadas.

A densidade de 160 PLs apresentou os melhores resultados, com os maiores índices de crescimento e sobrevivência, sugerindo que essa quantidade de indivíduos proporciona um ambiente equilibrado entre a disponibilidade de recursos, a qualidade da água e a redução do estresse por competição. Esse equilíbrio favorece tanto a saúde quanto o desempenho zootécnico das PLs.

De acordo com Kuhn (2012), a densidade de estocagem influencia diretamente o ambiente de cultivo, podendo afectar parâmetros como oxigênio dissolvido, acúmulo de resíduos e interação entre os organismos. Quando a densidade é muito elevada, como observado nos tratamentos com 240 e 320 PLs, ocorre um aumento na competição por espaço e alimento, além de uma maior produção de resíduos orgânicos, o que pode deteriorar a qualidade da água e elevar o estresse, resultando em menor crescimento e maior mortalidade. Além disso, Krummenauer et al. (2012) reforçam que densidades elevadas podem comprometer a saúde dos animais, aumentando o risco de doenças e diminuindo a taxa de sobrevivência. O presente estudo confirma esses resultados ao evidenciar que as densidades mais altas foram as que apresentaram os piores resultados de desempenho.

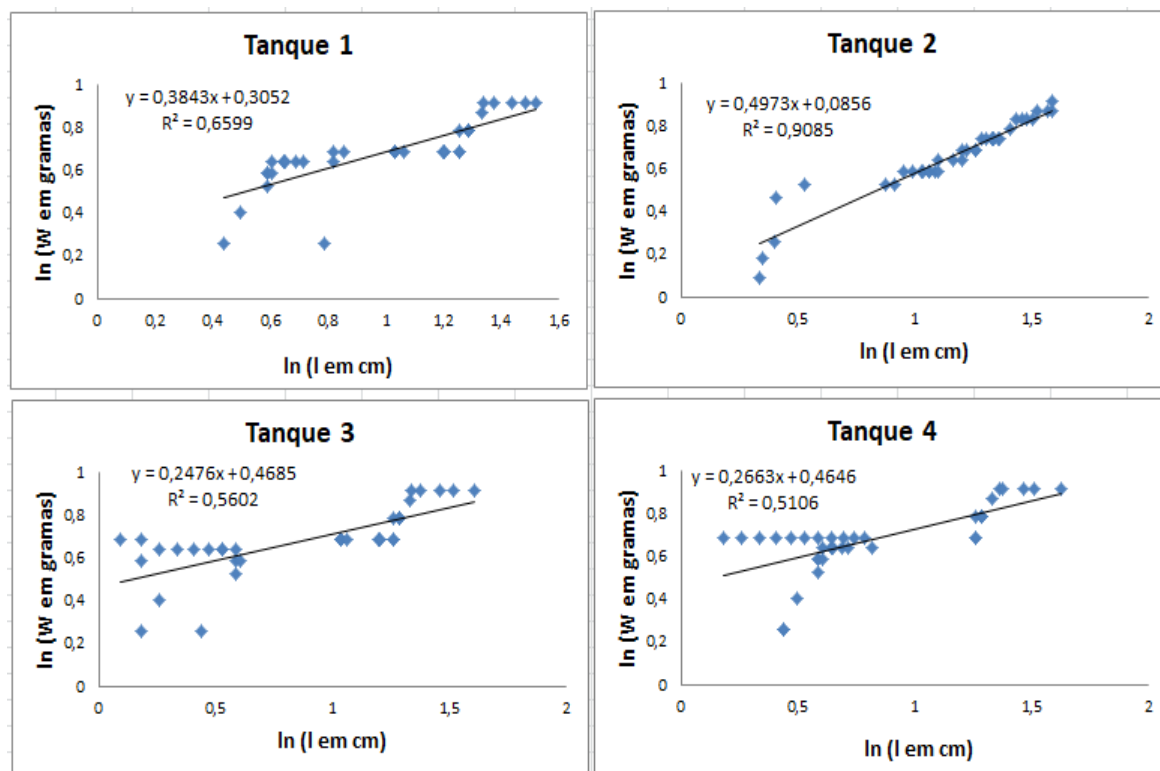
Já a densidade de 80 PLs, embora apresente menor competição e melhores condições de qualidade da água, mostrou desempenho inferior ao de 160 PLs. Esse fato pode estar relacionado à baixa eficiência no aproveitamento da capacidade produtiva do sistema, gerando menor retorno zootécnico e econômico.

Portanto, a escolha adequada da densidade de estocagem deve considerar não apenas o crescimento e a sobrevivência das larvas, mas também o equilíbrio entre a capacidade de suporte do sistema, a manutenção da qualidade da água e a redução do estresse ambiental. Os resultados obtidos neste estudo destacam a densidade de 160 PLs como ideal, pois proporciona uma condição de cultivo mais estável e eficiente, contribuindo para a melhoria da produtividade e sustentabilidade na carcinicultura.

#### **4.1.1 Relação Linear entre o Peso-Comprimento de *Penaeus monodon* em Diferentes Densidades de Estocagem.**

A figura 12, apresenta os gráficos de relação linear entre peso e comprimento das PLs de *P. monodon*. Os dados mostram que o tanque 2 apresentou a melhor relação linear entre peso e comprimento, com um coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,90$ ), indicando uma forte correlação entre

as duas variáveis. Entretanto, o valor de  $b < 3$  ( $b = 0,4$ ) significa que o camarão cresceu mais em comprimento do que em peso em todos os tanques.



**Figura 10:** Representação linear do Peso médio (g) das pós-larvas de *P. monodon* sob diferentes densidades de estocagem (média  $\pm$  DP).

De maneira geral, os tanques com densidades mais baixas (80 e 160 PLs) apresentaram melhores taxas de crescimento e sobrevivência sendo, tanque 1 ( $r^2 = 0,65$ ) e tanque 2 ( $r^2 = 0,90$ ), em comparação com os tanques com densidades mais elevadas (240 e 320 PLs), cujos coeficientes de determinação ( $r^2 = 0,56$  e  $0,51$ ) indicam menor consistência na relação entre crescimento em peso e comprimento. Os tanques 1 e 2 se destacaram por oferecerem um melhor equilíbrio entre densidade, qualidade da água e acesso ao alimento, factores que juntos contribuíram para os bons resultados de cultivo.

A densidade de estocagem, embora muitas vezes analisada isoladamente, influencia diretamente o comportamento de alimentação, o nível de competição entre os indivíduos e, conseqüentemente, o desempenho zootécnico das larvas. Em densidades elevadas, como as de 240 e 320 PLs, o número maior de organismos por unidade de volume aumenta a disputa por alimento, dificultando o acesso igual aos nutrientes. Isso pode levar à redução do consumo alimentar individual, aumento do estresse e queda na conversão alimentar, refletindo negativamente tanto na taxa de crescimento quanto na sobrevivência.

Por outro lado, em densidades moderadas, como a de 160 PLs, o sistema consegue manter a qualidade da água dentro de limites adequados e distribuir o alimento de forma mais eficiente. Isso favorece um ambiente com menos estresse e maior aproveitamento dos nutrientes, promovendo melhores taxas de crescimento e perdas menores. A densidade de 80 PLs também apresentou bons resultados, mas ligeiramente inferiores aos de 160 PLs, possivelmente devido ao uso limitado do potencial produtivo do sistema.

Estudos anteriores corroboram com esses resultados obtidos no presente trabalho. Por exemplo, Chakraborty et al. (2020) observaram que densidades entre 60 e 80 PLs favoreceram o crescimento e a sobrevivência, enquanto Palacios et al. (1999) e Samocha et al. (2004) destacaram que, embora a nutrição desempenhe um papel importante, seu impacto está intimamente relacionado à gestão da densidade. Ou seja, mesmo com uma dieta balanceada, como a ração comercial utilizada neste estudo, os efeitos positivos só são plenamente observados sob densidades que não limitem o acesso ao alimento nem prejudiquem a qualidade do ambiente.

Adicionalmente, Khanjani e Sharifinia (2020) ressaltam que densidades superiores a 80 PLs ainda podem ser viáveis, desde que o sistema de cultivo ofereça controle rigoroso da qualidade da água e estratégias eficazes de alimentação. No presente estudo, isso foi parcialmente observado nos tanques com 160 PLs, cuja densidade permitiu aliar bom crescimento das larvas e controle ambiental adequado, sem comprometer os resultados zootécnicos.

Portanto, os resultados demonstram que a densidade de estocagem interfere diretamente na forma como as larvas acessam o alimento, e essa interação afeta o desempenho do cultivo. Densidades moderadas promovem menor disputa por alimento, melhor distribuição dos nutrientes e menos estresse, resultando em maior eficiência alimentar, crescimento consistente e taxas superiores de sobrevivência. Essa relação confirma que, mesmo utilizando o mesmo tipo de ração, o factor decisivo para o sucesso do cultivo está na escolha da densidade adequada ao equilíbrio e à eficiência do ambiente de cultivo.

#### **4.2 Parâmetros de qualidade de água**

A Tabela 4, apresenta as médias dos principais parâmetros de qualidade da água (temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido) monitorados durante o experimento nos tanques de cultivo de *Penaeus monodon*, considerando duas réplicas por densidade. Esses parâmetros são fundamentais

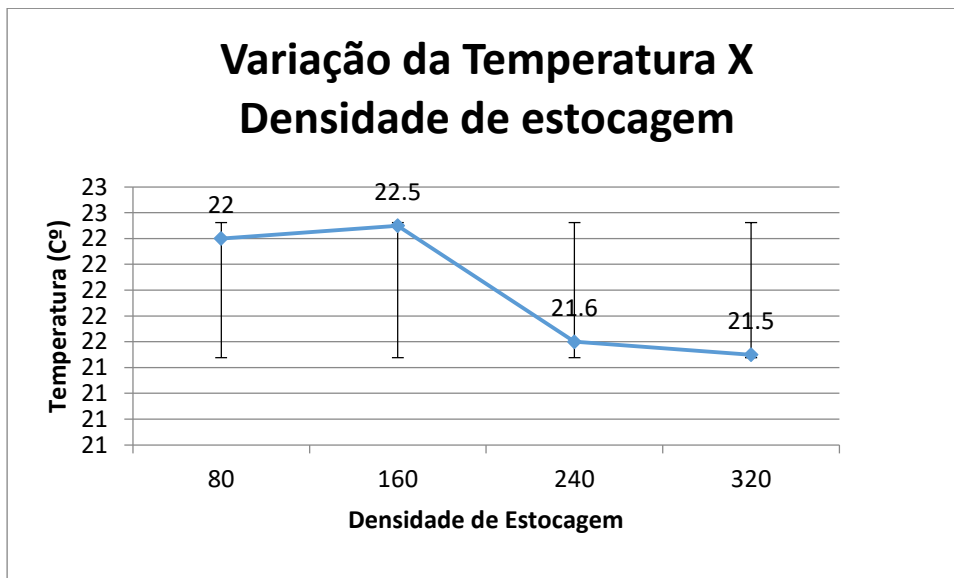
para garantir um ambiente estável e adequado ao desenvolvimento das pós-larvas, permitindo avaliar a influência das diferentes densidades de estocagem sobre a qualidade da água ao longo do cultivo.

**Tabela 4:** Médias dos parâmetros de qualidade da água (temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido) observados nos tanques em diferentes densidades de estocagem de pós-larvas de *Penaeus monodon*.

<b>Parâmetros de qualidade de água</b>	<b>T1 (80 PLs)</b>	<b>T2 (160 PLs)</b>	<b>T3 (240 PLs)</b>	<b>T4 (320 PLs)</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	22,4	22,5	21,6	21,5
<b>Ph</b>	7,3	7,4	7,3	7,3
<b>Salinidade (ppt)</b>	27,3	27,4	27,7	27,7
<b>Oxigenio Dissolvido (mg/L)</b>	9,8	9,3	8,7	8,8

#### 4.2.1 Temperatura

A Figura 11 apresenta as médias de temperatura da água nos tanques de cultivo de pós-larvas de *Penaeus monodon* submetida em duas replicas por cada densidades de estocagem. As médias observadas foram de 22,4 °C no tanque com 80 PLs, 22,5 °C com 160 PLs, 21,6 °C com 240 PLs e 21,5 °C com 320 PLs. Nota-se uma tendência de redução da temperatura média à medida que a densidade de estocagem aumenta, principalmente nos tanques com 240 e 320 PLs.



**Figura 11:** Variação da Temperatura (C°) de pós-larvas de *Penaeus monodon* em diferentes densidades de estocagem (média  $\pm$  DP).

Mesmo com pequenas diferenças entre as densidades, é notável que os tanques com densidades de 240 e 320 PLs apresentaram a menor média térmica. Esse desvio pode estar relacionado ao maior número de organismos, que potencialmente intensificou o consumo de oxigênio e a produção de resíduos, interferindo na eficiência do sistema em manter condições ambientais constantes. Por outro lado, as densidades de 80 e 160 PLs apresentaram médias mais próximas entre si, sugerindo maior equilíbrio térmico nesses tanques.

Segundo Nunes (2002), citado por Simango (2018), a faixa ideal de temperatura para o cultivo de *P. monodon* situa-se entre 24 °C e 34 °C. As médias obtidas no presente estudo ficaram ligeiramente abaixo dessa faixa, o que pode ter causado certo nível de estresse metabólico, redução do apetite e desempenho abaixo do ideal das larvas. Ainda assim, os valores próximos a 22,5 °C podem ter sido suficientes para garantir taxas de sobrevivência aceitáveis, principalmente nas densidades intermediárias.

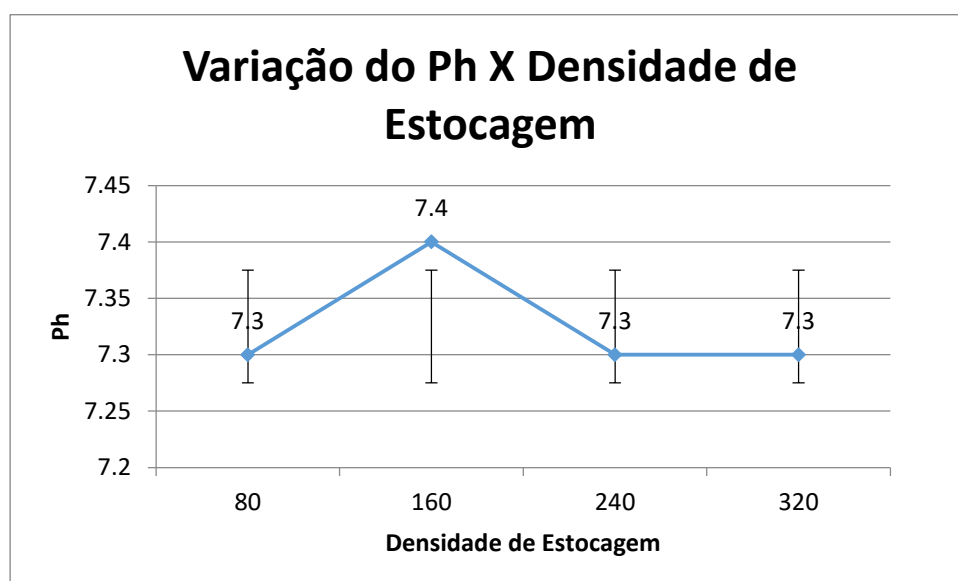
Esses resultados reforçam a importância de considerar a densidade de estocagem como um fator que influencia diretamente a qualidade dos parâmetros físico-químicos da água, incluindo a temperatura. A utilização das médias permite uma interpretação mais representativa das condições reais do sistema, destacando a necessidade de um manejo ajustado à densidade empregada no cultivo. A análise comparativa entre as médias sugere que a densidade de 160 PLs promoveu um ambiente mais estável em termos térmicos, o que possivelmente contribuiu para o melhor desempenho zootécnico observado nesse grupo. Em contrapartida, as menores médias nos tanques

com 240 e 320 PLs pode indicar que densidades mais elevadas requerem atenção redobrada no manejo térmico, especialmente durante períodos de temperatura ambiente mais baixa, como o inverno.

Dessa forma, mais do que apenas relatar os valores térmicos ao longo do tempo, os dados sugerem que diferentes densidades podem interferir na forma como o sistema responde a variações ambientais, inclusive térmicas. Reforça-se a importância de calcular e comparar as médias dos parâmetros da água por densidade, a fim de verificar estatisticamente se há influência significativa da densidade na qualidade do ambiente de cultivo.

#### 4.2.2 pH

A Figura 12, apresenta as médias dos valores de pH da água nos tanques de cultivo de pós-larvas de *Penaeus monodon* submetida em duas réplicas por cada densidade de estocagem. Os valores médios de pH observados foram bastante próximos: 7,3 nos tanques com 80, 240 e 320 PLs, e 7,4 no tanque com 160 PLs. Essa pequena variação indica que o sistema manteve um pH estável ao longo do experimento, independentemente da densidade aplicada.



**Figura 12:** Variação do pH de pós-larvas de *Penaeus monodon* em diferentes densidades de estocagem (média  $\pm$  DP).

Esses valores situam-se dentro da faixa considerada ideal para o cultivo de *P. monodon*, que varia entre 7,0 e 9,0 (Ferreira, 2014). A estabilidade do pH é essencial para a manutenção da homeostase, do metabolismo e da integridade fisiológica dos organismos cultivados. Conforme Claude e Boyd

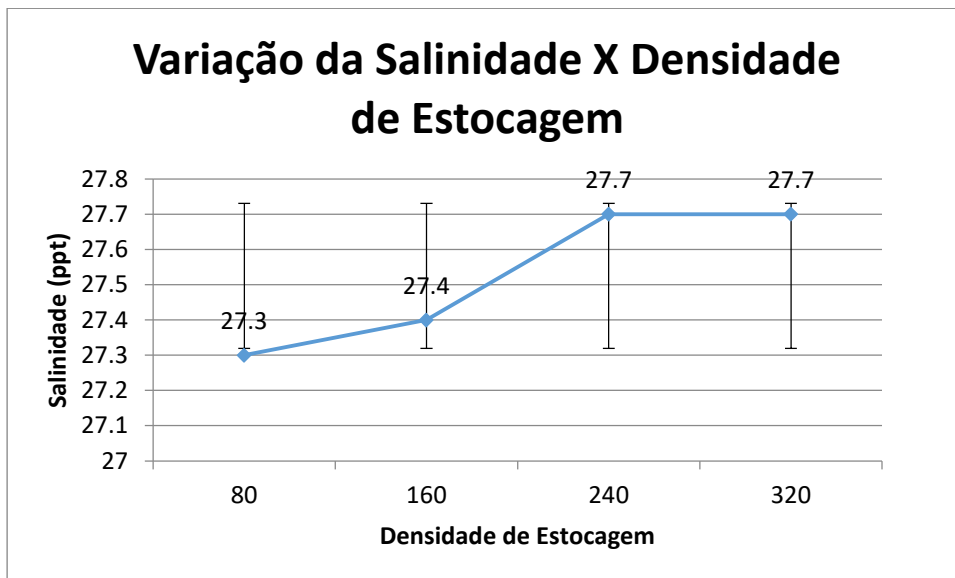
(2013), valores de pH abaixo de 7,0 podem comprometer a taxa de crescimento e a sobrevivência das larvas, o que não foi observado neste estudo.

A média ligeiramente superior no tanque com 160 PLs (7,4) pode refletir uma melhor condição de equilíbrio no sistema, compatível com os bons resultados zootécnicos obtidos nessa densidade. Já nos demais tanques, a manutenção do pH em 7,3 revela que, embora as densidades tenham sido diferentes, o controle da qualidade da água foi eficiente o suficiente para evitar flutuações significativas. Além disso, o pH adequado também favorece a solubilidade do oxigênio e de outros minerais importantes, como o cálcio, essencial para a formação do exoesqueleto das larvas (Boyd, 2002). Isso pode ter contribuído de forma indireta para o crescimento e o desenvolvimento saudável dos camarões durante o cultivo.

Portanto, os dados obtidos confirmam que todas as densidades testadas mantiveram o pH dentro da faixa ideal, sendo este um parâmetro que não apresentou limitações significativas ao desempenho das larvas. Ainda assim, pequenas variações médias entre os tanques evidenciam que a densidade de estocagem pode influenciar, mesmo que discretamente, o equilíbrio químico do sistema.

#### **4.2.3 Salinidade**

A Figura 13, apresenta as médias de salinidade registradas nos tanques de cultivo de pós-larvas de *Penaeus monodon* submetidas em duas replicas por cada densidades de estocagem. Os valores médios foram de 27,3 ppt para 80 PLs, 27,4 ppt para 160 PLs, e 27,7 ppt para os tanques com 240 e 320 PLs. Observa-se uma leve tendência de aumento da salinidade à medida que a densidade de estocagem aumenta.



**Figura 13:** Variação da salinidade de pós-larvas de *Penaeus monodon* em diferentes densidades de estocagem (média  $\pm$  DP).

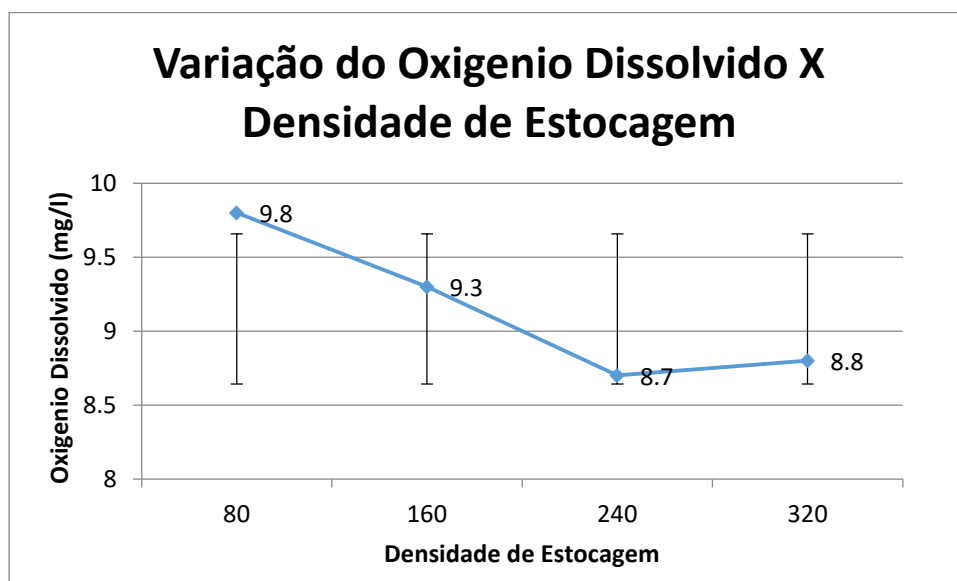
Esses valores estão dentro da faixa considerada ideal para o cultivo de *P. monodon*, uma espécie eurihalina capaz de se adaptar a uma ampla gama de salinidades, normalmente entre 0,5 e 35 ppt (Ferreira, 2014). A manutenção da salinidade próxima de 27 ppt em todos os tanques indica um ambiente estável, propício à sobrevivência e ao crescimento das pós-larvas. A pequena variação entre os tanques pode estar associada à evaporação da água ou ao consumo metabólico elevado em tanques com maior densidade, que exige mais reposição e controle. Apesar disso, as médias obtidas demonstram que as condições de salinidade foram eficazes durante todo o experimento. A salinidade está diretamente relacionada ao equilíbrio osmótico dos camarões, sendo essencial para o funcionamento das brânquias, a regulação do metabolismo e a absorção de nutrientes. A estabilidade desse parâmetro foi, portanto, um fator favorável para minimizar o estresse fisiológico das larvas, garantindo um desempenho zootécnico adequado nas diferentes densidades..

Dessa forma, os dados indicam que a salinidade manteve-se dentro de padrões seguros em todas as densidades avaliadas, não representando um fator limitante para o desenvolvimento das larvas de *P. monodon* neste estudo.

#### 4.2.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

A Figura 14 apresenta as médias dos valores de oxigênio dissolvido (OD) nos tanques de cultivo de pós-larvas de *Penaeus monodon* submetida em duas replicas por cada densidades de estocagem. Os valores médios registrados foram de 9,8 mg/L no tanque com 80 PLs, 9,3 mg/L com 160 PLs, 8,7 mg/L com 240 PLs e 8,8 mg/L com 320 PLs. Observa-se uma tendência de redução do OD à medida

que a densidade aumenta, o que é esperado devido ao maior consumo de oxigênio em ambientes mais povoados.



**Figura 14:** Variação do OD de pós-larvas de *Penaeus monodon* em diferentes densidades de estocagem (média  $\pm$  DP).

A variação do oxigênio dissolvido foi relativamente ampla, mas os níveis de OD mantiveram-se dentro ou próximos da faixa recomendada para o cultivo de *P. monodon*, que é de 6,0 a 9,0 mg/L, conforme Simango (2018). Embora os valores máximos em alguns momentos tenham ultrapassado o limite superior de 9,0 mg/L, essa situação não é necessariamente prejudicial. Em muitos casos, valores mais altos de oxigênio dissolvido podem ser tolerados, desde que não estejam associados a variações extremas ou rápidas que possam causar estresse nas pós-larvas.

Manter níveis estáveis de oxigênio dissolvido é fundamental para o sucesso do cultivo de *P. monodon*. O oxigênio é um dos parâmetros mais críticos, pois influencia diretamente o metabolismo e a taxa de crescimento das larvas (Silva et al., 2021).

A manutenção de valores adequados de OD, como observado no presente estudo, é essencial para garantir o bom desenvolvimento das larvas, especialmente em alta densidade de estocagem.

Estudos anteriores corroboram a importância do controle do oxigênio dissolvido para o sucesso do cultivo de camarões. De acordo com Júnior (2001), a falta de oxigênio pode afectar negativamente a eficiência do cultivo e prejudicar a saúde das larvas, enquanto valores acima de 9,0 mg/L não são tipicamente prejudiciais, desde que não haja variações repentinas. Manter níveis estáveis de oxigênio dissolvido é fundamental para o sucesso do cultivo de *Penaeus monodon*, uma vez que esse parâmetro influencia diretamente o metabolismo, o apetite e a taxa de crescimento das larvas.

Assim, os resultados do presente estudo indicam que todos os tanques, conseguiram manter níveis adequados de oxigênio dissolvido, o que favoreceu o desenvolvimento saudável das larvas.

## **5. Identificação da densidade ótima de estocagem que propicia melhor sobrevivência e crescimento das larvas de *P.monodon***

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a densidade de 160 pós-larvas (PLs) apresentou o melhor desempenho zootécnico nas condições específicas de cultivo aplicadas na AQUAPESCA, com taxa de sobrevivência de 69,4% e taxa de crescimento diário de 4,35%. Esses valores revelam uma combinação eficiente entre produtividade e bem-estar animal, evidenciando que essa densidade se aproxima de um ponto de equilíbrio ideal para o cultivo de *Penaeus monodon*. A densidade de 160 PLs possibilitou um ambiente estável, com menor competição por alimento e espaço, resultando em menor estresse fisiológico, melhor assimilação nutricional e menor mortalidade. Além disso, essa densidade favoreceu a manutenção da qualidade da água, evitando sobrecarga do sistema e contribuindo para a estabilidade do ambiente de cultivo.

Em contraste, a densidade de 80 PLs, embora tenha apresentado resultados relativamente bons em termos de sobrevivência, demonstrou um aproveitamento subótimo. A baixa densidade pode ter limitado o potencial produtivo do sistema, resultando em menor rendimento total por unidade de volume de água. Já as densidades de 240 e 320 PLs evidenciaram quedas acentuadas nas taxas de sobrevivência e crescimento, consequência direta do aumento da competição por recursos, acúmulo de resíduos, deterioração da qualidade da água e estresse fisiológico. Esses factores, frequentemente associados ao superpovoamento, comprometem o desempenho zootécnico e aumentam os riscos de doenças e mortalidade.

Estudos prévios confirmam a importância da densidade como fator crítico para o sucesso da aquicultura. Silva (2015), ao analisar o desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei* em diferentes densidades de estocagem com ração comercial, observou uma redução significativa da sobrevivência em densidades elevadas, evidenciando os impactos negativos do excesso populacional. De forma semelhante, Cohen et al. (2005) também destacam que densidades moderadas otimizam o desempenho produtivo, evitando tanto o subaproveitamento do sistema quanto os efeitos negativos da superlotação.

Dessa forma, os resultados do estudo reforçam o que é descrito na literatura e evidenciam que, dentro das condições específicas de manejo, alimentação e qualidade da água aplicadas na AQUAPESCA, a densidade de 160 PLs por tanque foi a mais eficiente do ponto de vista técnico e biológico. Essa densidade proporcionou melhor desempenho produtivo, tornando-se uma referência promissora para práticas de estocagem mais sustentáveis e economicamente viáveis em sistemas de cultivo semelhantes de *Penaeus monodon*.

## Capítulo VI: Conclusões e recomendações

### 6. Conclusões

Considerando os resultados pode-se concluir que:

- A densidade de 160 pós-larvas (PLs) demonstrou a melhor taxa de sobrevivência, atingindo 69,4%. Em seguida, a densidade de 80 PLs com 68.8%, 240 PLs com 42.5% e finalmente 320 PLs com 38.1%. Em relação ao crescimento a densidade de 160 PLs também apresentou o melhor desempenho, registrando uma taxa média de crescimento diário de 4,35%. Em seguida, a densidade de 80 PLs com 2.54%, 240 PLs com 2.38% e finalmente 320 PLs com 1.95%.
- A densidade de estocagem de 160 PLs foi identificada como a mais adequada para otimizar tanto a sobrevivência quanto o crescimento das larvas de *Penaeus monodon*.
- Os parâmetros de qualidade da água observados como pH, Oxigênio dissolvido e salinidade, mantiveram-se dentro dos níveis ideais para o cultivo de *Penaeus monodon*, assegurando condições ambientais estáveis e favoráveis. Embora a temperatura da água tenha apresentado valores ligeiramente abaixo do ideal durante parte do período de cultivo, a taxa de crescimento alcançada ainda foi considerada satisfatória.

#### 6.1 Recomendações

- Para otimizar a sobrevivência e o crescimento das larvas de *Penaeus monodon*, recomenda-se a utilização de densidades entre 80 e 160 pós-larvas por tanque. Densidades mais elevadas, como 240 e 320, devem ser evitadas ou acompanhadas de medidas rigorosas de controle da qualidade da água.
- Sugere-se a realização de novos estudos para investigar métodos adicionais de mitigação dos efeitos negativos das altas densidades, como aeração suplementar, melhorias na composição da ração e o uso de tecnologias de filtração mais avançadas, além de explorar o impacto de diferentes formulações de ração comercial sobre o desempenho zootécnico.
- Com base nos resultados, recomenda-se que a AQUAPESCA adote o sistema alimentado com ração comercial como prática principal para o cultivo de *Penaeus monodon*, especialmente em densidades de 80 a 160 PLs.
- Embora no presente estudo não tenham sido realizados testes químicos regulares da água, como amônia, nitrito e nitrato, recomenda-se fortemente a sua implementação em futuros trabalhos e práticas de cultivo. Esses parâmetros são essenciais para o controle da qualidade

da água, pois influenciam diretamente o crescimento e a sobrevivência das larvas de *Penaeus monodon*.

- Embora o presente estudo tenha utilizado exclusivamente ração comercial como fonte de alimentação, recomenda-se à empresa AQUAPESCA a adoção do sistema de bioflocos como estratégia complementar no cultivo de *Penaeus monodon*. O sistema de bioflocos pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade da água, aumento da disponibilidade de proteína microbiana natural e, conseqüentemente, redução do uso de ração comercial. Além disso, este sistema tem se mostrado eficaz na manutenção de níveis estáveis de oxigênio dissolvido e no fortalecimento da saúde das larvas, promovendo maior sustentabilidade e eficiência econômica na produção aquícola.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramo, C. M.; Santos, L. S.; Almeida, J. S. Taxa de crescimento específico em organismos Aquáticos. *Revista De Biologia Aplicada*, v. 9, n. 1, p. 45–52, 1997.
- Amaya, Ernesto A.; Davis, Donald A.; Ray, Austin M. Replacement of fish meal by co-extruded soybean poultry by-product meal in practical diets for the pacific white shrimp (*litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, v. 262, n. 2-4, p. 546–552, 2007.
- Arnold, Stephen J.; Coman, Fielder E.; Sellars, Melony J.; Crocos, Peter J. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, v. 293, p. 42–48, 2009.
- Avnimelech, Yoram. Bio-Filters: The need for a new comprehensive approach. *Aquacultural Engineering*, v. 34, p. 172–178, 2006.
- Avnimelech, Yoram. *Biofloc Technology: A Practical Guide Book*. 3. Ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2015. 180 P.
- Ballester, Eduardo Luiz Costa; Abreu, Pedro Carlos; Cavalli, Ronaldo Olivera; Wasielesky, Wilson Jr. Effect of Bioflocs on Water Quality and Growth Performance of Juvenile White Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*). *Aquaculture Research*, v. 43, n. 10, p. 1553–1562, 2012.
- Ballester, Eduardo Luiz Costa; Abreu, Pedro Carlos; Cavalli, Ronaldo Olivera; Wasielesky, Wilson Jr. Influence of stocking density on the performance of juvenile white shrimp reared in a biofloc system. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 41, n. 6, p. 822–830, 2010.
- Bauer, Roland T.; Zhang, Dong; Lin, Qin; Chen, Yuan. Efeito da Densidade de Estocagem e da Qualidade da Água no Crescimento e na Sobrevivência de Camarões Tigre (*Penaeus Monodon*) em Sistemas de Cultivo Intensivo. *Aquaculture*, v. 364–365, p. 184–191, 2012.
- Boyd, Claude E. *Water Quality in Aquaculture*. Auburn: Auburn University, 1999.
- Boyd, Claude E.; Tucker, Craig S.; Mcnevin, Aaron A.; Bostick, Keith; Clay, John. *Aquaculture, Resource use, and the Environment*. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2022.
- Boyd, Claude E.; Claude, Bertrand. *Limnologia Aplicada a Aquicultura*. Belo Horizonte: Fao, 2013.
- Borghetti, José Ricardo; Ogawa, Mirna; Costa-Pierce, Barry. *Aquicultura no Brasil: Bases para um Desenvolvimento Sustentável*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003.
- Buford, Michael A.; Larson, Grant H.; Patterson, Raymond. Influence of Supplemental Feeding on Shrimp Larval Performance. *Journal of Aquaculture Science*, v. 25, n. 3, p. 223–230, 2004.

- Chamberlain, Greg W.; Duthie, Dennis T.; Lee, Paul G. Performance and Body Composition of Shrimp Fed Diets Containing Different Levels of Protein and Lipid. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 25, p. 134–143, 1994.
- Fao. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.
- Ferreira, João Paulo. *Qualidade da Água em Viveiros de Camarão*. Recife: Editora Ufpe, 2014.
- Hogueane, C. I. M. *Análise das correlações biométricas do camarão (Penaeus monodon) cultivado na Aquapesca em Quelimane e sua aplicação prática na seleção de reprodutores*. 2009. Tese (Licenciatura) – Universidade Eduardo Mondlane, Quelimane.
- Júnior, Alberto Francisco. *Ração comercial e seu impacto na larvicultura de Penaeus monodon*. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal Rural De Pernambuco, 2014.
- Khatoon, Huma; Yusoff, Fatimah M.; Shapawi, Roslina M.; Nagarajan, Meyyappan. Growth and Survival of *Penaeus Monodon* Postlarvae Fed with Different Commercial Feeds. *Aquaculture Reports*, v. 3, p. 56–62, 2016.
- Krummenauer, Dieter; Peixoto, Silvio; Cavalli, Ronaldo Olivera; Wasielesky, Wilson Jr. Avaliação da Densidade de Estocagem em Camarões Marinhos Cultivados em Sistema Bft. *Boletim Técnico da Furg*, n. 31, p. 1–12, 2012.
- Kuhn, Douglas David. Efeito da Densidade de Estocagem no Desempenho de Camarões. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 4, p. 832–839, 2012.
- Megahed, Mohammed M. The Effect of Stocking Density and Cage Size on the Growth Performance and Survival rate of the Shrimp *Farfantepenaeus Paulensis*. *Aquaculture International*, v. 18, p. 287–296, 2010.
- Moss, Stephen M.; Moss, Sherry M.; Samocha, Terry M. Effect of Density and Water Exchange on Growth and Survival of Juvenile White Shrimp. *Aquaculture*, v. 231, p. 215–225, 2004.
- Oliveira, Rui César. Densidade de Estocagem no Cultivo de Camarão. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v. 3, n. 1, p. 29–35, 2008.
- Ootshi, Cynthia A.; Newman, Jerry W.; Leung, Ping S. Effects of Density and Substrate on the Nursery Production of *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, v. 258, p. 432–441, 2007.
- Palacios, Enrique; Rodriguez, Saúl; Reyes, Enrique; Jose, Juan. Effect of larval density on postlarval growth of *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research*, v. 30, p. 789–793, 1999.
- Pearson, Karl. *The Grammar of Science*. 2. ed. London: Adam and Charles Black, 1900.

- Poersch, Luiz Henrique. Nutrição e qualidade de água no cultivo de camarões. *Panorama da Aquicultura*, v. 22, n. 129, p. 45–51, 2012.
- Poli, Clarissa Rosa; Poli, Vito H. Q.; Andreatta, Eliane R.; Costa, Ismael A. *Camarões Marinhos: Biologia e Cultivo*. Florianópolis: Ufsc, 2004.
- Raymond John Heaphy Beverton & Sidney Jackson Holt. *On the dynamics of exploited fish populations*. London: Her Majesty's Stationery Office, 1957. 533 pages. (Fishery Investigations Series 2, Volume 19).
- Ray, Austin J. Biofloc Technology: Research Developments and Commercial Applications. *Aquaculture Asia*, v. 16, p. 17–23, 2011.
- Ray, Austin J.; Browdy, Craig L.; Leffler, Joshua W.; Mcnevin, Aaron A. Water Quality Dynamics and Nitrogen Budget in a Biofloc System. *Aquacultural Engineering*, v. 42, n. 3, p. 143–150, 2010.
- Sánchez, Jorge Luis; Pérez, Camila D.; Pastor, Felipe A. Efeito da densidade na larvicultura de camarões: Implicações para a sobrevivência. *Boletim de Aquicultura*, v. 11, n. 2, p. 112–120, 2018.
- Samocha, Terry M.; Guzman, Alfredo; Patnaik, Subhasis; Speed, Michael; Alonso-Rodríguez, Rogelio; Lawrence, Albert L. Use of Biofloc Technology in Super-Intensive Nursery Systems for *Litopenaeus Vannamei*. *Journal of Applied Aquaculture*, v. 15, n. 1–2, p. 45–58, 2004.
- Scarpa, John; Davis, Donald A.; Samocha, Terry M. Feeding Strategies and Nutritional Requirements of *Penaeus Monodon*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 30, p. 76–84, 1999.
- Silva, Andréa Martins; Freitas, Jéssica Ramos; Costa, Gustavo Mário; Sousa, Paulo Henrique. Desempenho de Juvenis de Camarão Marinho alimentados com Diferentes Formulações. *Revista Brasileira De Zootecnia*, v. 44, n. 2, p. 65–73, 2015.
- Silva, Fernando Da Silva; Moura, Ricardo José; Oliveira, Cláudia Maria; Gonçalves, Débora Cristina. A Influência da Densidade no Cultivo De Camarões. *Boletim de Pesquisa da Embrapa*, n. 145, p. 1–9, 2020.
- Simango, Olivia Fátima. Efeitos da Ração Comercial sobre A Sobrevivência de Larvas de *Litopenaeus Vannamei*. Tese (Licenciatura Em Biologia Marinha) – Universidade Pedagógica De Moçambique, 2018.
- Tacon, Albert; Metian, Marc. Feed Matters: Satisfying the Feed Demand of Aquaculture. *Reviews in Fisheries Science*, v. 16, n. 3, p. 287–300, 2008.
- Triola, Mário *Introdução à Estatística*. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

- Wasielesky, Atwood, H., Stokes, A., & Browdy, C. (2006). Effect of natural food availability and addition of artificial diet on the survival and growth of *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea: Penaeidae) postlarvae in cages. *Aquaculture*, 255(1–4), 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.12.042>

## 8. Anexos

*Tabela 1: Comandos do programa Rstudio*

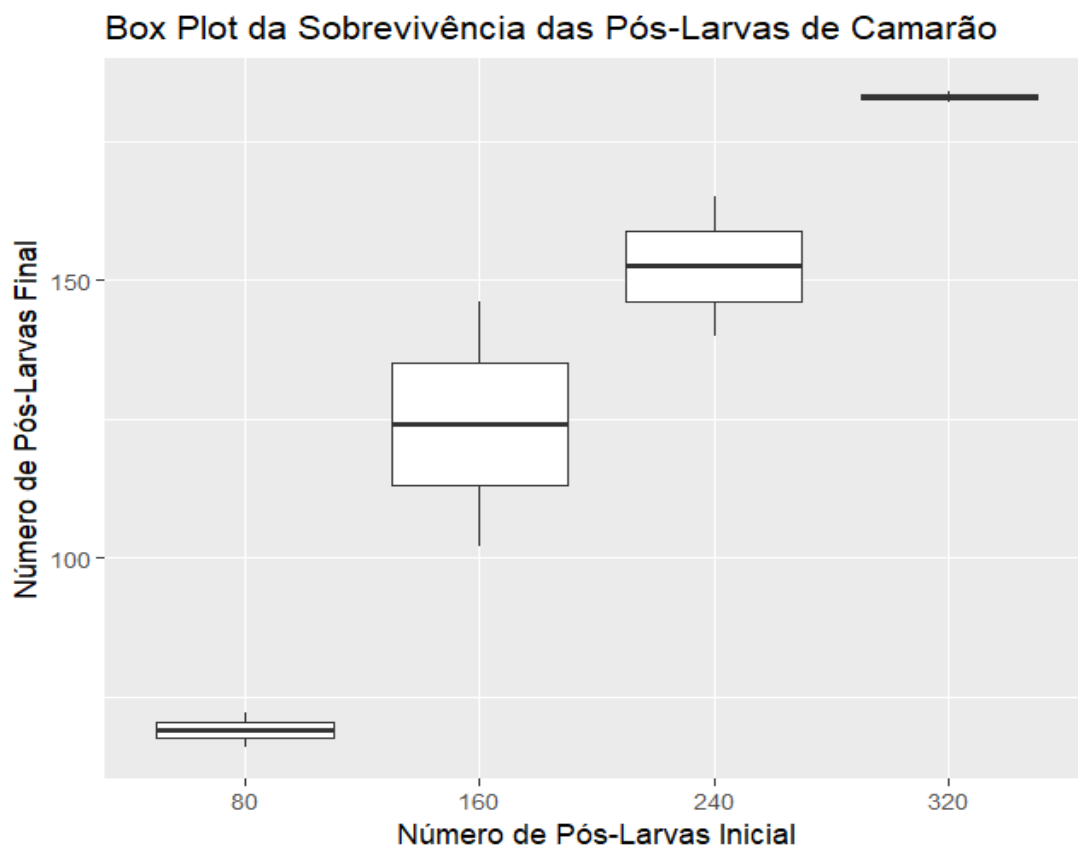
<b>Comandos do Rstudio</b>	<code>library(ggplot2)</code>
	<code>ggplot(dados, aes(x = Tratamento, y = Ganho_Peso)) +</code>
	<code>geom_boxplot(fill = "skyblue", color = "blue") +</code>
	<code>labs(title = "Diferenças no Crescimento por Tratamento",</code>
	<code>  x = "Tratamento",</code>
	<code>  y = "Ganho de Peso (Crescimento)") +</code>
	<code>theme_minimal() +</code>
	<code>theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold"))</code>
	<code>dados &lt;- data.frame(</code>
	<code>  Nr_inicial = rep(c(80, 160, 240, 320), each = 2),</code>
	<code>  Nr_final = c(72, 66, 146, 102, 165, 140, 184, 182))</code>
	<code>ggplot(dados, aes(x = factor(Nr_inicial), y = Nr_final)) +</code>
	<code>  geom_boxplot() +</code>
	<code>  xlab("Número de Pós-Larvas Inicial") +</code>
	<code>  ylab("Número de Pós-Larvas Final") +</code>
<code>  ggtitle("Box Plot da Sobrevivência das Pós-Larvas de Camarão")</code>	



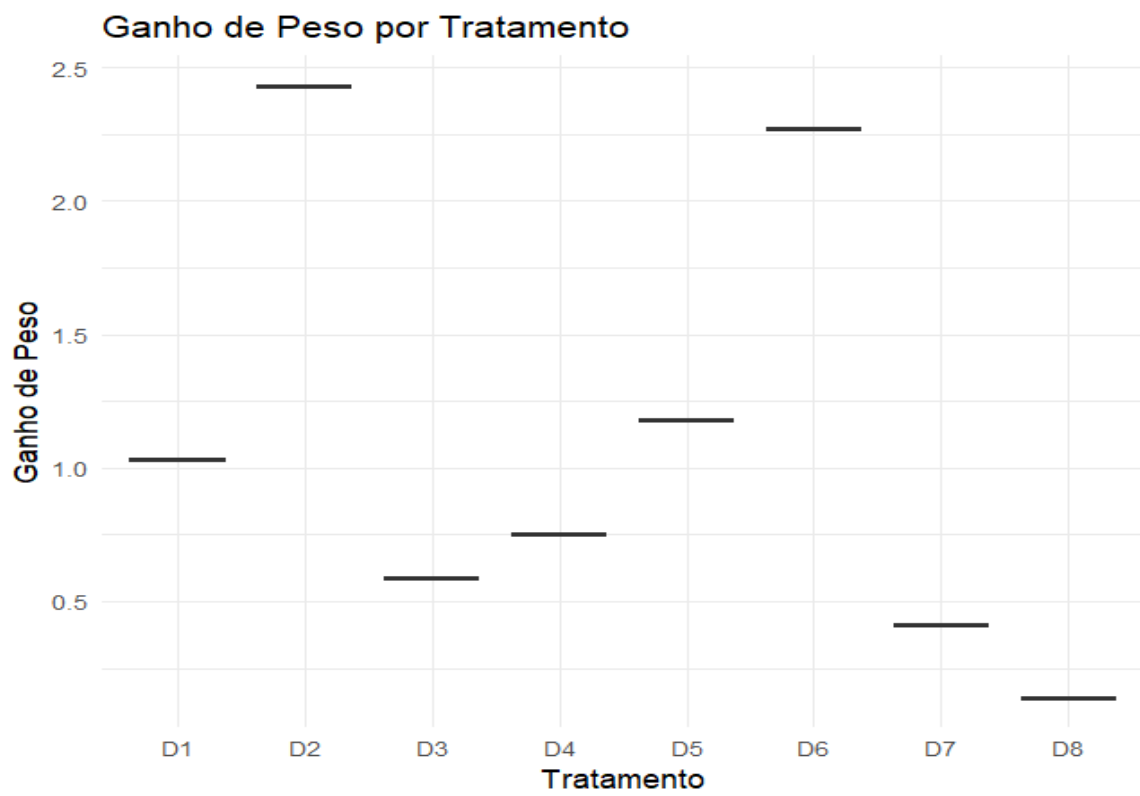
*Figura 1 & 2: As pós-larvas antes do cultivo.*



*Figura 3: As pós-larvas em cultivo.*



*Figura 4: Blox plot da variação da sobrevivência das pós-larvas nas fases iniciais e finais.*



*Figura 5: Variação de ganho peso em função de tratamento do meio de cultivo.*