



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**MARIA DE FÁTIMA GOMES SILVA**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA NA LARVICULTURA E ENGORDA  
DO *LITOPENAEUS VANNAMEI* (BOONE, 1931) EM SISTEMA DE BIOFLOCO**

SERRA TALHADA, PE  
FEVEREIRO, 2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**MARIA DE FÁTIMA GOMES SILVA**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA NA LARVICULTURA E**  
**ENGORDA DO *LITOPENAEUS VANNAMEI* (BOONE,1931) EM SISTEMA DE**  
**BIOFLOCOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como requisito obrigatório para obtenção do título de Engenheira de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

SERRA TALHADA, PE

FEVEREIRO, 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S586q

Gomes Silva, Maria de Fátima  
QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA NA LARVICULTURA E ENGORDA DO LITOPENAEUS  
VANNAMEI (BOONE, 1931) EM SISTEMA DE BIOFLOCO / Maria de Fátima Gomes Silva. - 2023.  
37 f. : il.

Orientador: Ugo Lima Silva.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em  
Engenharia de Pesca, Serra Talhada, 2023.

1. Carcinicultura. 2. Qualidade de água. 3. Flocos microbianos. I. Silva, Ugo Lima, orient. II. Título

CDD 639

---

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

Parecer da banca examinadora da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Bacharelado em Engenharia de Pesca.

Título: QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA NA LARVICULTURA E ENGORDA DO *LITOPENAEUS VANNAMEI* EM SISTEMA DE BIOFLOCO.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

A banca examinadora composta pelos membros abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a discente Maria de Fátima Gomes Silva, do curso de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como APROVADA.

Serra Talhada, 10 de fevereiro de 2023.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Ugo Lima Silva  
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

---

Profa. Dra. Girlene Fábila Segundo Viana  
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

---

Prof. Dr. Nivaldo Ferreira do Nascimento  
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha mãe, pilar da minha formação como ser humano, por ter me dado força e coragem para seguir em frente ao longo do curso, ao meu pai, ao meu irmão e aos meus amigos que me apoiaram, incentivaram, acreditaram em mim e me ajudaram a superar as dificuldades da minha trajetória acadêmica.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial, a Unidade Acadêmica de Serra Talhada, por me proporcionar uma formação superior de excelência.

À Universidade Federal do Rio Grande, em especial, ao professor Wilson Wasielesky Junior por ceder as estruturas e os dados para a realização do meu trabalho.

Aos meus professores de graduação que contribuíram diretamente para minha formação, proporcionando sempre um ensino de alta qualidade.

Ao meu orientador, Ugo Lima Silva, por ter sido uma constante fonte de motivação e incentivo em grande parte da minha vida acadêmica.

Ao Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos (LEOA) e sua equipe pelas valiosas contribuições dadas durante a minha jornada acadêmica.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET), em especial, ao PET Pesca UAST pela contribuição para meu enriquecimento profissional e pessoal.

À minha mãe Carmem Lúcia, cujo empenho em me educar sempre veio em primeiro lugar. Aqui estão os resultados dos seus esforços.

Ao meu pai Gilson Luís e ao meu irmão Luís Guilherme pela dedicação e cuidado que me deram ao longo dessa caminhada.

Aos meus amigos, em especial, Jessica Barbosa, Marcos Lisbôa, Natiely Sá, Gabriel Alves, Isabela Laurindo, Jamara Ferreira, Suzy Rocha, Maria Tailany e Paulo Nunes que foram fontes inesgotáveis de apoio emocional durante esse processo.

Aos meus colegas de curso, em especial, Leandro José, Luciano Luiz, Itala Naiane, Geovanna Ferreira, Cynthia Grazielly, Wisley Wik, Mayane Deise, Magna Santos, Wik e Fábio Teles pelas trocas de conhecimentos e ajuda mútua. Juntos conseguimos avançar e ultrapassar todos os obstáculos.

À banca examinadora pela disponibilidade e contribuição.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros de qualidade de água de tanques de cultivo do camarão branco do Pacífico em sistema de bioflocos. O estudo foi realizado na Estação Marinha de Aquacultura da Universidade Federal do Rio Grande durante o período de 29 de julho a 24 de agosto de 2022. Foram utilizadas três estruturas diferentes denominadas como Greenhouse 2 (GH2), Greenhouse 3 (GH3) e Sala de Larvicultura, onde, na GH2 foram acompanhados os tanques 1 e 2 de 40 m<sup>2</sup> e com um volume de 40.000 L, na GH3 os tanques 2, 3 e 4 de 35 m<sup>2</sup>, com volume de 35.000 L e na Sala de Larvicultura apenas o tanque 10, com área de 10 m<sup>2</sup> com volume de 10.000 L. Todos os tanques foram povoados numa densidade de estocagem de 300 camarões/m<sup>2</sup>. Por se tratar de um sistema de produção intensiva, foi necessário um controle e manutenção da qualidade de água, sendo realizadas análises frequentes dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água, tais como, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, salinidade, alcalinidade e sólidos suspensos totais, com intuito de caracterizar o desenvolvimento dos animais. O manejo alimentar dos animais compreendia em alimentá-los com ração extrusada comercial duas vezes ao dia, com aplicações semanais de probiótico e foram realizadas avaliações semanais de crescimento dos animais. Os parâmetros físico-químicos de qualidade de água se mantiveram dentro do recomendado à espécie cultivada com exceção da temperatura e do nitrito que se apresentaram fora do nível de segurança para o *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema de bioflocos, comprometendo o crescimento dos camarões durante o trabalho. Foi possível concluir que é possível cultivar o camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos quando é realizado o monitoramento rígido e um manejo adequado do sistema para garantir que as variáveis físico-químicas da água se mantenham estáveis ao recomendado para a espécie

**Palavras-chave:** carcinicultura, qualidade da água, flocos microbianos.

## ABSTRACT

The present work aims to evaluate the water quality parameters of Pacific white shrimp culture tanks in a biofloc system. The study was carried out at the Aquaculture Marine Station of the Federal University of Rio Grande during the period from July 29 to August 24, 2022. Three different structures were used, namely Greenhouse 2 (GH2), Greenhouse 3 (GH3) and Sala de Larviculture, where, in GH2, tanks 1 and 2 of 40 m<sup>2</sup> and with a volume of 40,000 L were monitored, in GH3 tanks 2, 3 and 4 of 35 m<sup>2</sup>, with a volume of 35,000 L and in the Larviculture Room only the tank 10, with an area of 10 m<sup>2</sup> and a volume of 10,000 L. All tanks were populated at a stocking density of 300 shrimp/m<sup>2</sup>. As this is an intensive production system, it was necessary to control and maintain the water quality, with frequent analyzes of the physical and chemical parameters of water quality being carried out, such as temperature, dissolved oxygen, pH, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, salinity, alkalinity and total suspended solids, in order to characterize the development of the animals. Feeding the animals consisted of feeding them with commercial extruded feed twice a day, with weekly applications of probiotics, and weekly assessments of the animals' growth were performed. The physical-chemical parameters of water quality remained within the recommended range for the cultivated species, with the exception of temperature and nitrite, which were outside the safety level for *Litopenaeus vannamei* cultivated in a biofloc system, compromising the growth of shrimp during work. . It was possible to conclude that it is possible to cultivate Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in a biofloc system when strict monitoring and proper management of the system are carried out to ensure that the physicochemical variables of the water remain stable as recommended for the species.

**Keywords:** shrimp farming, water quality, microbial flakes.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> (A) Estrutura externa da Greenhouse 3 da Estação Marinha de Aquicultura (EMA) da FURG, composta utilizada para o cultivo de camarão em sistema de biofoco. (B) Estrutura interna da Greenhouse 3 da Estação Marinha de Aquicultura da FURG, composta por 12 tanques utilizados para a criação do <i>Litopenaeus vannamei</i> em sistema de biofocos. (C) Estrutura externa da Greenhouse 2 da EMA utilizada para o cultivo de camarão em sistema de biofoco. (D) Estrutura interna da Greenhouse 2 composta por 2 tanques utilizados para o cultivo de camarão marinho em sistema de biofoco. (E) Sala de larvicultura da EMA, composta por 4 tanques usados para larvicultura de camarão marinho (F) Tanque 10 da sala de larvicultura utilizada para o cultivo de pós larvas de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	18
<b>Figura 2.</b> Avaliação da temperatura e do oxigênio dissolvido no tanques da Greenhouse 2.....	19
<b>Figura 3.</b> Adição da água das amostras na solução para a determinação do fosfato .....	20
<b>Figura 4.</b> (A) Adição da amostra na bureta para quantificar 50 mL da mesma para utilizar nas análises de SST (B) Determinação do peso inicial dos filtros utilizando a balança analítica para pesar os mesmos e determinar o peso úmido dos sólidos (C) Filtração das amostras em bomba a vácuo para a determinar a quantidade de SST presente nos sistemas de cultivo de camarão branco do pacífico.....	20
<b>Figura 5.</b> (A) Ração sendo pesada para o arraçoamento dos animais cultivados nos tanques das Greenhouses 2 e 3 em sistema de biofoco. (B) Ração sendo colocada na bandeja de alimentação para a realização do controle da alimentação dos animais presentes nos tanques de cultivo da Greenhouse 3.....	22
<b>Figura 6.</b> (A) Probiótico sendo pesado para, posteriormente, ser jogado nos tanques de cultivo de camarão branco do pacífico da Greenhouse 2, 3 e sala de larvicultura. (B) Diluição do probiótico com a água dos tanques para tornar mais eficaz a adição do produto no sistema (C) Adição do probiótico nos tanques de cultivo de camarão branco do pacífico das Greenhouses 2, 3 e da sala de larvicultura.....	22
<b>Figura 7.</b> (A) Coleta dos camarões dos tanques da Greenhouse 2 para o processo de biometria (B) Contagem dos camarões no processo de biometria para determinação do crescimento semanal dos animais.....	23

**Figura 8.** (A) Valores de temperatura;(B) oxigênio dissolvido; (C) potencial hidrogeniônico (pH); (D) alcalinidade; (E) amônia; (F) nitrito; (G) nitrato; (H) fosfato; (I) sólidos suspensos totais (SST); (J) salinidade durante o cultivo de camarão branco do pacífico em sistema de bioflocos..... 26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Parâmetros recomendadas por Van Wyk et al. 1999, Boyd e Tucker (1998) e Gaona (2011), para variáveis físico-químicas de qualidade da água para o cultivo de camarão branco do pacífico.....	15
<b>Tabela 2.</b> Qualidade nutricional da ração utilizada para alimentar os camarões <i>Litopenaeus vannamei</i> cultivados em sistema de biofloco.....	21
<b>Tabela 3.</b> Valores médios $\pm$ desvio padrão das variáveis físico-químicas de qualidade da água monitoradas durante o cultivo de camarão branco do pacífico em sistema de biofloco. Mínimo e máximo entre parênteses.....	24
<b>Tabela 4.</b> Valores referentes aos pesos de <i>Litopenaeus vannamei</i> cultivado em sistema de biofloco.....	31

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. QUALIDADE DE ÁGUA.....	14
2.2. SISTEMA DE BIOFLOCO.....	15
3. OBJETIVOS.....	17
3.1. OBJETIVO GERAL.....	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1. LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	18
4.1.1. ESTUFAS E ESTRUTURAS UTILIZADAS NO ESTUDO .....	19
4.2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA.....	20
4.3. MANEJO ALIMENTAR DOS CAMARÕES UTILIZADOS NO ESTUDO.....	21
4.4. APLICAÇÃO DE PROBIÓTICO NO CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO.....	22
4.5. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DOS CAMARÕES.....	22
4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1. CRESCIMENTO DOS CAMARÕES.....	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura consiste na produção de organismos aquáticos em ambientes controlados, envolvendo algas, peixes, camarões, dentre outros. A atividade tem apresentado grande importância para a população mundial no que se refere a produção de alimento saudável, bem como na diminuição dos impactos causados ao meio ambiente através da exploração excessiva dos recursos naturais e na geração de emprego e renda contribuindo, de forma relevante, para a redução do índice de pobreza (BNDES, 2012)

É sabido que a população mundial está em constante crescimento e, conseqüentemente, tem aumentado a demanda por alimento, logo, a produção de pescado, por meio da aquicultura tem apresentado um desenvolvimento significativo e ganhado destaque na produção global de proteína animal. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2020), a aquicultura teve um crescimento anual estimado em torno de 5,3% do ano de 2001 ao ano de 2018. No Brasil, a produção de organismos aquáticos em ambiente controlado tem apresentado bons resultados promovendo o seu desenvolvimento no país. No ano de 2020, foram produzidas cerca de 629,4 mil toneladas de pescado provenientes da aquicultura, apresentando um aumento de 4,91% em comparação ao que foi produzido no ano de 2019 (IBGE, 2020).

A carcinicultura, ramo da aquicultura que realiza a criação de camarão em cativeiro, vem apresentando números significativos quanto a sua produção, demonstrando ser uma das formas de agronegócios mais rentáveis que existem. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2022), com a queda de 9,4% da pesca mundial de camarão entre os anos 2015 e 2019, a carcinicultura teve um aumento de 36%, tendo como espécie mais cultivada o *Litopenaeus vannamei* que, em 2019 representou 83% da produção mundial de crustáceo. Este tem maior representatividade na carcinicultura mundial devido as suas características que favorecem o seu cultivo, tais como, rusticidade, fácil adaptação às condições de cultivo e desempenho zootécnico satisfatório (SANTOS; MENDES, 2007).

Embora seja reconhecida a beneficência da aquicultura, a produção de organismos aquáticos realizada de forma intensiva pode causar a degradação dos ecossistemas através da liberação de efluentes em corpos hídricos, ocasionando impactos potenciais por meio da disseminação de quantidades elevadas de matéria orgânica e nutrientes, como nitrogênio e fósforo que, em grandes concentrações, podem causar a eutrofização do ambiente, isto é, a

excessiva proliferação de fitoplâncton, influenciando na quantidade de oxigênio dissolvido na água, fator limitante para a sobrevivência dos organismos presentes no ambiente, além da alta concentração de amônia (SMITH; SCHINDLER, 2009). Atualmente, tecnologias vêm sendo desenvolvidas para solucionar estes e demais problemas que dificultam, ainda, o desenvolvimento da aquicultura, entre elas está a tecnologia de sistema de biofoco.

O sistema de biofoco é uma tecnologia de cultivo de organismos aquáticos que visa manter a qualidade da água e diminuir a sua taxa de renovação por meio da redução da amônia e do nitrito no ciclo de cultivo por meio de três vias: bactérias heterotróficas, bactérias nitrificantes e microalgas. Esse método funciona a partir da manipulação da relação carbono e nitrogênio (C:N) que acontece por meio da adição de uma fonte de carbono orgânico, geralmente é utilizado o melaço de cana de açúcar, que promove os nutrientes necessários para que as bactérias heterotróficas se desenvolvam dentro do sistema e façam a absorção do nitrogênio amoniacal, convertendo o nitrogênio inorgânico em proteína microbiana (AVNIMELECH, 1999; EBELING et al., 2006; SAMOCHA et al., 2007). As bactérias nitrificantes se desenvolvem de forma natural, através do consumo do carbono inorgânico presente na alcalinidade e realizam o processo de oxidação da amônia a nitrato, desempenhando um papel importante na manutenção da qualidade da água do sistema. Além destas, as microalgas, por sua vez, absorvem o nitrogênio do nitrato, fruto do processo de nitrificação, e, juntamente com o fósforo presente na água de cultivo por meio da adição de ração, realizam as suas funções vitais e, posteriormente, liberam o oxigênio no ambiente.

Os flocos microbianos são compostos por microalgas, ciliados, flagelados, protozoários, rotíferos, exoesqueletos, restos de organismos mortos, fezes, etc. (WASIELESKY et al., 2006; MANAN et al., 2017), onde todos esses microrganismos possuem uma função própria e interação no sistema (MANAN et al., 2017), auxiliando, assim, na manutenção da qualidade da água do mesmo. O biofoco pode ser utilizado como suplemento alimentar para os camarões e diminuir, de forma parcial, o teor de proteína da ração (BURFORD et al., 2004; WASIELESKY et al., 2006; HARGREAVES, 2006; DE SCHRYVER et al., 2008, AZIM; LITTLE, 2008;), reduzindo, conseqüentemente, os custos com o insumo e estando associado a uma maior sobrevivência e crescimento dos animais (BURFORD et al., 2003; WASIELESKY et al., 2006; EMERENCIANO et al., 2013). Desse modo, torna-se possível aumentar a densidade de estocagem, além de melhorar o aproveitamento dos nutrientes da dieta e as emissões de efluentes ricos em nutrientes (WASIELESKY et al., 2006; KRUMENAUER et al., 2014). Além disso, o sistema de biofoco permite, uma biossegurança maior, tendo em vista que, com pouca

ou quase nenhuma reposição de água, a introdução de patógenos e a salinização de corpos de água também são reduzidas (BOYD, 2003; WASIELESKY et al., 2006).

O objetivo deste trabalho é avaliar os parâmetros físico-químicos da água durante o cultivo do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de biofoco com o intuito de assegurar uma melhor qualidade de água para a produção da espécie.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. QUALIDADE DE ÁGUA**

A aquicultura é uma atividade que utiliza significativas quantidades de água nos seus processos produtivos, sendo este o recurso mais importante para desenvolvimento da atividade. A qualidade da água possui características químicas, físicas e biológicas que influenciam na sobrevivência, reprodução, crescimento e o manejo dos organismos aquáticos (BOYD, 1990). O monitoramento da qualidade física, química e biológica da água do cultivo ajuda a manter um ambiente favorável para o desenvolvimento da espécie, prevenindo danos ao ambiente e impedindo danos na produção (BOYD; TUCKER, 1998).

Segundo Van Wyk et al. (1999), os parâmetros físicos que devem ser monitorados na aquicultura são temperatura, cor, turbidez, sólidos, visibilidade ou transparência. Enquanto os químicos são pH, alcalinidade, dureza, oxigênio, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitratos e fosfatos. Os parâmetros biológicos podem ser os resíduos metabólicos, fotossíntese e respiração. Quando estas variáveis se apresentam de forma descontrolada em um sistema de cultivo de organismos aquáticos, causam danos à produção, uma vez que, correlação entre a temperatura, sólidos suspensos totais, pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, nitrato e alcalinidade afetam de forma direta o crescimento dos animais (EBELING, 2007).

Diversos fatores podem ocasionar a degradação da qualidade da água, tais como, altas densidades, utilização de determinadas espécies e manejo empregado para adubação e arraçoamento (GROOS et al., 2000). Organismos aquáticos excretam amônia, que, se não houver uma forma de reduzir esse composto no sistema, pode ocorrer o acúmulo de altas concentrações no ambiente cultivado, colocando em risco o desenlace da produção, uma vez que, amônia e nitrito ( $\text{NH}_3$  e  $\text{NO}_2$ ) são substâncias nitrogenadas de alta toxicidade para os animais e, dessa forma, devem ser removidos do sistema (GROSS et al., 2003).

Os níveis de segurança dos parâmetros que compõem a qualidade da água podem variar de acordo com a espécie cultivada e com o estágio de vida do animal, onde estágios iniciais dos organismos aquáticos são mais suscetíveis à toxicidade dos compostos do que animais mais desenvolvidos (HERNÁNDEZ et al., 2012; VAN WYK et al., 1999). No cultivo de camarões marinhos, segundo Van Wyk (1999), Boyd e Tucker (1998) e Gaona (2011), os valores dos parâmetros de qualidade de água recomendados à espécie podem ser observados na tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros recomendadas por Van Wyk et al. (1999), Boyd e Tucker (1998) e Gaona (2011) para variáveis físico-químicas de qualidade da água para o cultivo de camarão branco do pacífico.

<b>VARIÁVEL</b>	<b>FAIXA RECOMENDADA</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	28 – 32
<b>Oxigênio dissolvido (mg/L)</b>	5,0 - 9,0
<b>pH</b>	7,0 - 8,3
<b>Salinidade (‰)</b>	0,5 – 35
<b>Alcalinidade (mg/L)</b>	≥100
<b>Amônia tóxica (mg/L)</b>	≤1
<b>Nitrito (mg/L)</b>	≤1
<b>Nitrato (mg/L)</b>	≤60
<b>Sólidos Suspensos Totais (mg/L)</b>	≤600

Variações dos parâmetros de qualidade de água podem acontecer em função de elevadas densidades de estocagem, quantidade de ração distribuída no sistema, rotina de manejo e monitoramento da água (HERNÁNDEZ et al., 2012). Desse modo, o monitoramento destes parâmetros precisa ser feito de forma frequente, principalmente quando o cultivo é realizado em sistema de biofoco, levando em consideração que se trata de uma tecnologia que trabalha com altas densidades e pouca renovação de água, que pode facilitar o acúmulo de nutrientes que, em grandes quantidades, podem causar efeitos negativos no desenvolvimento da espécie em cultivo.

## **2.2. SISTEMA DE BIOFOCO**

Na década de 90, estudiosos do Waddel Mariculture Center (Carolina do Sul – EUA), deram origem a pesquisas com o objetivo de desenvolver tecnologias de cultivos que tivessem como princípio o uso limitado de água. Um desses sistemas é denominado como sistema de

bioflocos. Este é um sistema de cultivo de organismos aquáticos baseado no princípio da sustentabilidade por meio do tratamento de efluentes domésticos (lodos ativados) aplicado a atividades aquícolas (DE SCHRYVER et al., 2008), onde acontecem reações bioquímicas que acarretam a diminuição de matéria orgânica e nitrogenada no ambiente de cultivo.

Esse sistema é constituído por uma biota heterotrófica responsável por absorver a amônia proveniente da excreção e restos de alimentos em decomposição presente no meio, convertendo o nitrogênio inorgânico amoniacal em proteína microbiana (HARGREAVES, 2006; AVNIMELECH, 2007), possibilitando que a água seja reutilizada em diversos ciclos. Para estimular as bactérias heterotróficas a fazer a absorção desse composto, é preciso adicionar uma fonte de carbono orgânico no sistema para que ocorra a conversão do nitrogênio inorgânico em proteína microbiana (AVNIMELECH, 1999; EBELING et al., 2006; SAMOCHA et al., 2007). Os agregados microbianos são compostos por bactérias, microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, protozoários e invertebrados (KRUMMENAUER et al., 2012) e podem ser utilizados como suplemento alimentar para os camarões e diminuir, de forma parcial, o teor de proteína da ração, melhorando a qualidade de água por meio da redução da amônia tóxica (BURFORD et al., 2004; WASIELESKY et al., 2006; HARGREAVES, 2006; DE SCHRYVER et al., 2008, AZIM; LITTLE, 2008;), melhorando a qualidade da água utilizada no cultivo, além de diminuir o risco de disseminação de doenças (BALLESTER et al., 2010). A manipulação da relação carbono-nitrogênio tende a apressar a redução da concentração de amônia dissolvida na água de forma mais rápida que o processo de nitrificação (AVNIMELECH, 1999).

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar os parâmetros de qualidade de água de tanques de cultivo do camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) visando analisar o crescimento do mesmo cultivado em sistema de bioflocos

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar as variáveis físicas e químicas de qualidade da água na larvicultura e engorda de camarão branco do pacífico cultivados em sistema de bioflocos;
- Avaliar o crescimento dos camarões cultivados.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO

O trabalho foi realizado na Estação Marinha de aquacultura (EMA) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) durante os dias 29 de julho a 24 de agosto do ano de 2022. A EMA está localizada no estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Rio Grande (32°02'06"S; 52°05'55"O).

#### 4.1.1. ESTUFAS E ESTRUTURAS UTILIZADAS NO ESTUDO

As estruturas utilizadas para a realização do trabalho foram a Greenhouse 2 (GH2), Greenhouse 3 (GH3) e a sala de larvicultura, onde na GH2 foram usados os tanques 1 e 2, ambos com uma área de 40 m<sup>2</sup> e volume de 40.000 L, na GH3 os tanques 2, 3 e 4, os três com uma dimensão de 35 m<sup>2</sup> e volume de 35.000 L e na sala de larvicultura foi utilizado o tanque 10 que, por sua vez, possui uma área de 10 m<sup>2</sup> e volume de 10.000 L. Todos os tanques de cultivo povoados com 300 camarões/m<sup>2</sup> cada.





**Figura 1.** (A) Estrutura externa da Greenhouse 3 da Estação Marinha de Aquicultura (EMA) da FURG, composta utilizada para o cultivo de camarão em sistema de biofloc. (B) Estrutura interna da Greenhouse 3 da Estação Marinha de Aquicultura da FURG, composta por 12 tanques utilizados para a criação do *Litopenaeus vannamei* em sistema de biofloc. (C) Estrutura externa da Greenhouse 2 da EMA utilizada para o cultivo de camarão em sistema de biofloc. (D) Estrutura interna da Greenhouse 2 composta por 2 tanques utilizados para o cultivo de camarão marinho em sistema de biofloc. (E) Sala de larvicultura da EMA, composta por 4 tanques usados para larvicultura de camarão marinho (F) Tanque 10 da sala de larvicultura utilizada para o cultivo de pós larvas de *Litopenaeus vannamei*.

## 4.2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA

Duas vezes ao dia, às 08:00h e às 16:00h, foram realizados os monitoramentos do oxigênio dissolvido e da temperatura da água, utilizando o oxímetro digital da marca YSI EcoSense, modelo DO200A. O pH foi verificado todos os dias, uma vez ao dia, com auxílio de pH-metro digital da marca METTLER TOLEDO, modelo Seven2Go. A alcalinidade (mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ) foi analisada 4 vezes na semana através do método de volumetria de neutralização. Uma vez na semana foi feita a medição da salinidade com uso do multiparâmetro HANNA, modelo HI 98194.



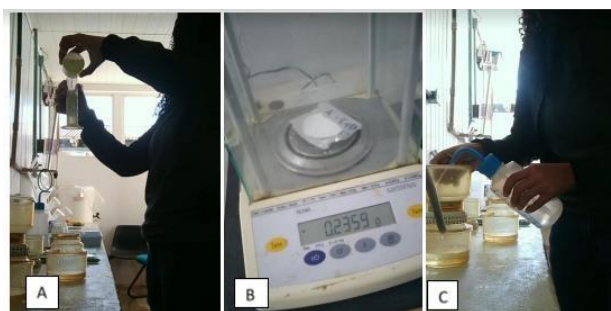
**Figura 2.** Avaliação da temperatura e do oxigênio dissolvido nos tanques da Greenhouse 2.

A análise de amônia e nitrito foi realizada três dias na semana e as análises do fosfato e do nitrato foram realizadas de forma semanal. Para a análise dos compostos nitrogenados e do fosfato foi utilizado o método da espectrofotometria na banda de absorção UV-Visível, com o uso do Espectrofotômetro digital da marca KASUAKI, utilizando, ainda, no caso da análise do nitrato, o banho Maria digital da SolidSteel em 60 °C. Quando acontecia a ultrapassagem da concentração da amônia a 1 mg/L, era adicionado melão para mobilizar o nitrogênio amoniacal.



**Figura 3.** Adição da água das amostras na solução para a determinação do fosfato.

A análise dos sólidos suspensos totais (mg/L) foi realizada duas vezes durante o trabalho a partir do método de gravimetria mediante filtragem de alíquotas de 50 mL de água em filtros de fibra de vidro GF 50-A. Os filtros eram colocados previamente para secar em estufa a 60°C por 24 horas, posteriormente, era realizada a filtragem e depois, os filtros eram colocados em estufa e pesados em balança analítica de precisão até atingir peso constante para determinação de peso final. O valor dos sólidos era estimado pela diferença entre o peso inicial e final de cada filtro (AOAC, 2000)



**Figura 4.** (A) Adição da amostra na bureta para quantificar 50 ml da mesma para utilizar nas análises de SST (B) Determinação do peso inicial dos filtros utilizando a balança analítica para pesar os mesmos

e determinar o peso úmido dos sólidos (C) Filtração das amostras em bomba a vácuo para a determinar a quantidade de SST presente nos sistemas de cultivo de camarão branco do pacífico.

### 4.3. MANEJO ALIMENTAR DOS CAMARÕES UTILIZADOS NO ESTUDO

Os camarões cultivados nos tanques da GH2, GH3 e larvicultura foram alimentados com ração comercial desenvolvida pela empresa Guabitech com qualidade nutricional disposta na tabela 2.

**Tabela 2.** Qualidade nutricional da ração utilizada para alimentar os camarões *Litopenaeus vannamei* cultivados em sistema de bioflocos.

Níveis nutricionais	Quantidades
Umidade (máx.)	100 g/Kg
Proteína Bruta (mín.)	400 g/Kg
Extrato Etéreo (mín.)	110 g/Kg
Fibra Bruta (máx.)	40 g/Kg
Matéria Mineral (máx.)	140 g/Kg

O processo de alimentação foi realizado utilizando ração com mesma qualidade nutricional em todos os tanques, diferenciando apenas a granulometria da mesma, onde, a ração usada para alimentar os animais menores possuía granulometria menor que a ração usada para alimentar os camarões maiores.

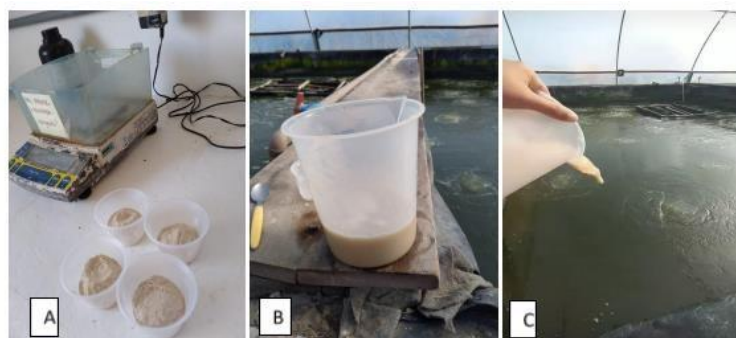
A alimentação foi realizada duas vezes ao dia, às 8h da manhã e 16h da tarde, após as análises de temperatura, pH e oxigênio dissolvido. A quantidade de ração distribuída para cada tanque foi aplicada de acordo com a biomassa estimada através das biometrias semanais, sendo regularmente ajustada conforme os resultados. A quantidade diária aplicada em cada tanque foi dividida em duas partes e aplicadas nos tanques duas vezes ao dia.



**Figura 5.** (A) Ração sendo pesada para o arraçoamento dos animais cultivados nos tanques das Greenhouses 2 e 3 em sistema de biofoco. (B) Ração sendo colocada na bandeja de alimentação para a realização do controle da alimentação dos animais presentes nos tanques de cultivo da Greenhouse 3.

#### **4.4. APLICAÇÃO DE PROBIÓTICOS NO CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO**

Durante o trabalho, com o intuito de proporcionar diversos benefícios à saúde dos camarões por meio do equilíbrio e estímulo do desenvolvimento de bactérias boas na flora intestinal dos animais, promovendo a redução na multiplicação de patógenos, mais saúde, sobrevivência, melhor crescimento e uma melhor qualidade da água, foram realizadas aplicações semanais de probiótico da marca INVE Sanolife nos tanques de cultivo em quantidades proporcionais ao volume de cada tanque.



**Figura 6.** (A) Probiótico sendo pesado para, posteriormente, ser jogado nos tanques de cultivo de camarão branco do pacífico da Greenhouse 2, 3 e sala de larvicultura. (B) Diluição do probiótico com a água dos tanques para tornar mais eficaz a adição do produto no sistema (C) Adição do probiótico nos tanques de cultivo de camarão branco do pacífico das Greenhouses 2, 3 e da sala de larvicultura .

#### **4.5. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DOS CAMARÕES**

A avaliação do crescimento dos camarões foi realizada a partir do peso inicial, peso final, ganho de peso semanal e ganho de peso total. Para isso, foram feitas biometrias semanais de modo que, eram coletados 60 camarões de cada tanque, para que, posteriormente, fossem pesados juntos, obtido o valor do peso úmido e, ao final, dividido pela quantidade de camarões pesados para tornar possível mensurar o peso individual médio dos camarões em cultivo e, conseqüentemente, o seu crescimento semanal. Para isso, foram utilizadas ferramentas básicas, tais como, baldes, puçás e balanças.



**Figura 7.** (A) Coleta dos camarões dos tanques da Greenhouse 2 para o processo de biometria (B) Contagem dos camarões no processo de biometria para determinação do crescimento semanal dos animais.

#### 4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores das variáveis de qualidade da água foram verificados as condições de homoscedasticidade das variâncias e normalidade da distribuição dos dados para posteriormente realizar a Análise de Variâncias (ANOVA – 1 Critério). Foi utilizado o software de Análise de Dados do Excel, da Microsoft.

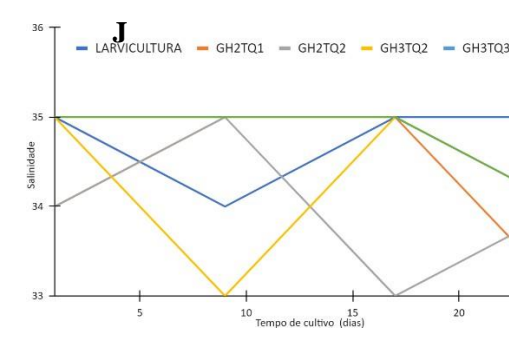
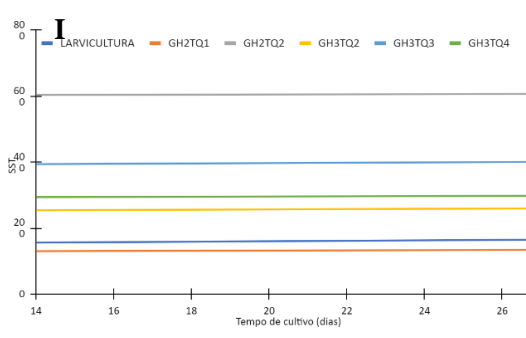
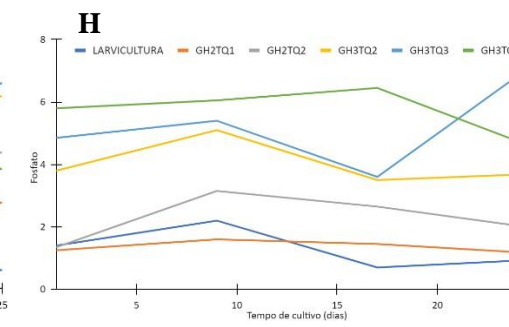
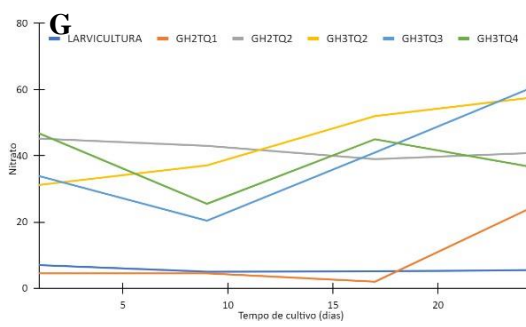
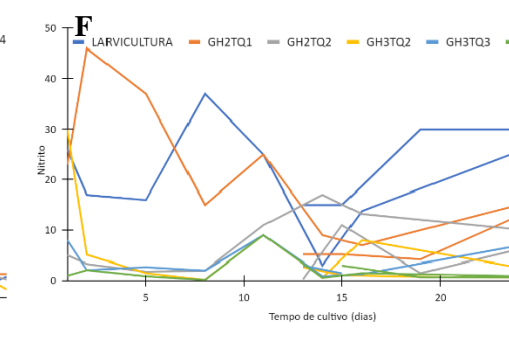
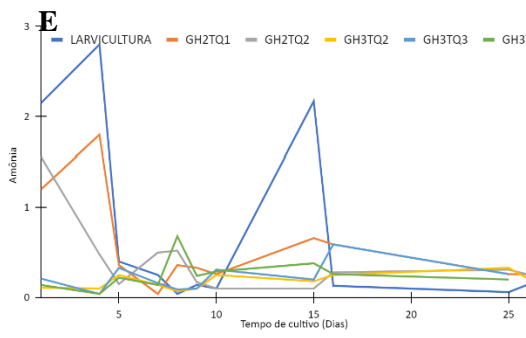
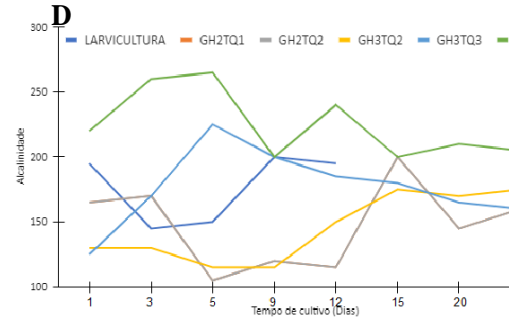
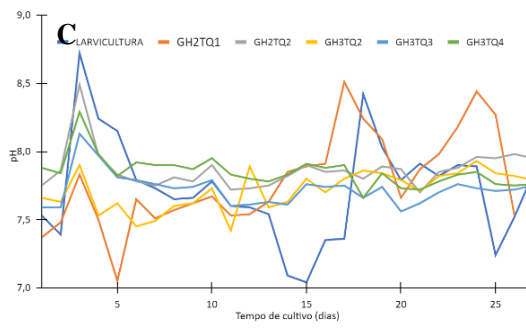
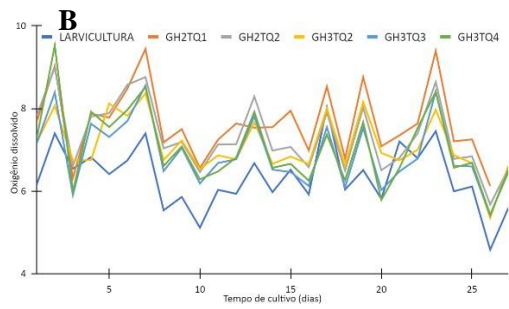
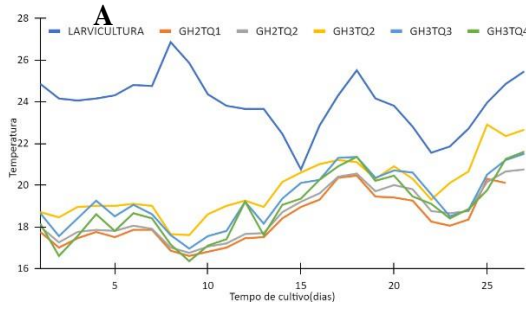
### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físico-químicas de qualidade da água estão apresentadas na figura 8 e os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, sólidos suspensos totais, sólidos sedimentáveis e salinidade estão sumarizados na tabela 3, não apresentando diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre as unidades experimentais e distribuição normal de probabilidades e homogeneidade de variâncias entre elas.

**Tabela 3.** Valores médios  $\pm$  desvio padrão das variáveis físico-químicas de qualidade da água monitoradas durante 27 dias de cultivo do camarão branco do pacífico em sistema de biofoco. Mínimo e máximo entre parênteses.

Variável	Larvicultura	GH2TQ1	GH2TQ2	GH3TQ2	GH3TQ3	GH3TQ4	Valor-p
<b>Temperatura (°C)</b>	23,93 $\pm$ 1,43 (20,75 - 26,85)	18,30 $\pm$ 1,18 (16,60 - 20,45)	18,65 $\pm$ 1,25 (16,75 - 20,75)	19,87 $\pm$ 1,40 (17,60 - 22,90)	19,30 $\pm$ 1,32 (16,95 - 21,5)	18,90 $\pm$ 1,47 (16,35 - 21,60)	2,47
<b>Oxigênio dissolvido (mg/L)</b>	6,33 $\pm$ 0,76 (4,58 - 8,03)	7,64 $\pm$ 0,86 (6,12 - 9,44)	7,33 $\pm$ 0,83 (5,67 - 8,99)	7,10 $\pm$ 0,69 (5,35 - 8,36)	6,91 $\pm$ 0,81 (5,41 - 8,55)	7,04 $\pm$ 0,93 (5,43 - 9,52)	1,91
<b>pH</b>	7,72 $\pm$ 0,38 (7,04 - 8,77)	7,78 $\pm$ 0,34 (7,05 - 8,51)	7,86 $\pm$ 0,14 (7,70 - 8,49)	7,71 $\pm$ 0,14 (7,47 - 7,93)	7,72 $\pm$ 0,12 (7,56 - 8,13)	7,85 $\pm$ 0,11 (7,66 - 8,29)	0,06
<b>Amônia (mg/L)</b>	0,77 $\pm$ 1,04 (0,04 - 2,80)	0,55 $\pm$ 0,51 (0,04 - 1,80)	0,39 $\pm$ 0,41 (0,10 - 1,56)	0,17 $\pm$ 0,08 (0,07 - 0,33)	0,22 $\pm$ 0,15 (0,04 - 0,59)	0,25 $\pm$ 0,17 (0,04 - 0,68)	0,08
<b>Nitrito (mg/L)</b>	21,06 $\pm$ 9,36 (3,00-37,00)	18,30 $\pm$ 13,47 (4,20-46,00)	7,17 $\pm$ 5,51 (0,30-17,00)	5,71 $\pm$ 8,37 (0,20-30,00)	4,40 $\pm$ -3,50 (0,90-9,00)	1,97 $\pm$ 2,60 (0,20-9,00)	1,86
<b>Nitrato (mg/L)</b>	5,65 $\pm$ 1,12 (5,00 - 7,00)	9,25 $\pm$ 11,2 (2,00 - 26,00)	42,00 $\pm$ 2,66 (39,00 - 45,20)	44,50 $\pm$ 12,5 (31,20 - 38)	39,30 $\pm$ 17,3 (20,40 - 62)	40,50 $\pm$ 9,76 (25,50 - 46,80)	6,69
<b>Fosfato (mg/L)</b>	1,31 $\pm$ 0,75 (0,70 - 2,20)	1,36 $\pm$ 0,20 (1,15 - 1,60)	2,27 $\pm$ 0,78 (1,35 - 3,15)	4,02 $\pm$ 0,72 (3,50 - 5,10)	5,28 $\pm$ 1,53 (3,60 - 7,30)	5,92 $\pm$ 0,84 (4,50 - 6,45)	1,12
<b>Alcalinidade (mg/L)</b>	177,00 $\pm$ 27,00 (145,00 - 200,00)	147,50 $\pm$ 34,57 (105,00-200,00)	187,50 $\pm$ 12,20 (165,00 - 200,00)	145,00 $\pm$ 25,90 (115,00 - 175,00)	176,25 $\pm$ 29,40 (125,00 - 225,00)	225,00 $\pm$ 26,50 (200,00 - 265,00)	1,12
<b>Salinidade (‰)</b>	34,75 $\pm$ 0,50 (34,00 - 35,00)	34,25 $\pm$ 0,95 (33,00 - 35,00)	34,00 $\pm$ 0,81 (33,00 - 35,00)	34,25 $\pm$ 0,95 (33,00 - 35,00)	34,75 $\pm$ 0,50 (34,00 - 35,00)	34,75 $\pm$ 0,50 (34,00 - 35,00)	0,55
<b>SST (mg/L)</b>	160,50 $\pm$ 6,36 (156,00 - 165,00)	132,00 $\pm$ 2,82,00 (130,00 - 134,00)	605,50 $\pm$ 2,12 (604,00 - 607,00)	257,00 $\pm$ 4,24 (254,00 - 260,00)	397,00 $\pm$ 4,94 (394,00 - 401,00)	296,00 $\pm$ 2,82 (294,00 - 298,00)	2,59

SST – Sólidos Suspensos Totais.



**Figura 8.** (A) Valores de temperatura; (B) oxigênio dissolvido; (C) potencial hidrogeniônico (pH); (D) alcalinidade; (E) amônia; (F) nitrito; (G) nitrato; (H) fosfato; (I) sólidos suspensos totais (SST); (J) salinidade durante o cultivo de camarão branco do pacífico em sistema de bioflocos.

A temperatura é um fator abiótico que influencia de forma direta na vida dos organismos aquáticos, levando em consideração que estes são seres poiquilotérmicos e que suas atividades metabólicas estão relacionadas de forma direta com a temperatura da água (DEMARCO, 2013). Este se trata de um fator limitante numa variedade de processos biológicos, interagindo, desde a velocidade das reações químicas, até a distribuição ecológica de uma espécie animal. Cada espécie possui uma faixa de temperatura específica para seu crescimento e utilização do alimento disponível que influencia diretamente nos índices de conversão alimentar (KUBITZA, 1999). Segundo Van Wyk et al. (1999), o nível de segurança ideal de temperatura para o camarão branco do pacífico é de 28°C a 32°C, quando esta variável apresenta valores altos, o crescimento dos animais tende a acontecer de forma mais rápida e, quanto mais constante a temperatura se manter, melhor serão as condições do cultivo (MORALES, 1986; DEMARCO, 2013). Foi possível observar, neste trabalho, por diversas vezes, valores abaixo do recomendado em todas as unidades experimentais, com valores variando entre 18,30°C e 23,93°C, podendo ser atribuídos ao período de inverno na região que manifesta temperaturas muito baixas durante a estação.

Boyd (2000) defende que a concentração do oxigênio dissolvido na água é o parâmetro que mais influencia a vida dos organismos aquáticos em cultivo, sendo a concentração mínima exigida para o cultivo de camarão marinho 3 mg/L, com uma meta de 4 mg/L (BOYD, 2000), principalmente em sistema de bioflocos que trabalha com diversos organismos dentro do sistema, desde bactérias a camarão, que precisam do oxigênio dissolvido para realizar as suas funções vitais. O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2002), por meio da Resolução nº 312, aconselha que os valores de oxigênio dissolvido na água sejam superiores a 5 mg/L, tendo em vista que, baixas concentrações desse parâmetro podem causar estresse na respiração dos animais, além de tornar possível a mortalidade dos indivíduos quando são apresentados valores inferiores a 1 mg/L (FAST; LANNAN, 1992; PRIMAVERA, 1993). De acordo com Van Wyk et al. 1999, o nível de segurança recomendado para o camarão branco do pacífico é de 5,0 a 9,0 mg/L. As médias do oxigênio dissolvido, durante o trabalho, apresentaram-se entre 6,33 e 7,64 mg/L, estando na faixa de segurança para a espécie.

O potencial hidrogeniônico é a medição do hidrogênio na concentração de íons de  $H^+$  e  $H^-$  e está relacionado ao grau de acidez de uma determinada solução em uma escala de 0 a 14. Quando a água apresenta um pH igual a 7 é considerada neutra, abaixo de 7 é considerada ácida e acima básica (VINATEA, 2010; EBELING; TIMMONS, 2007). Dessa forma, é possível afirmar que, quanto mais ácida a água, menor será o valor de pH e quanto mais básica, maior será o valor do mesmo. Para a manutenção da vida aquática, o recomendado é que o pH apresente uma faixa entre 6 a 9 (ARANA, 2010). Van Wyk et. al. (1999), recomenda uma faixa pH segura para o *Litopenaeus vannamei* entre 7,0 e 8,3. Durante o período experimental, o pH não apresentou oscilações, permanecendo entre 7,71 e 7,86, mantendo-se dentro da faixa desejada para o cultivo do camarão branco do pacífico.

A alcalinidade é um parâmetro químico que indica a capacidade de tamponamento de uma solução, isto é, a medida da capacidade de uma substância para neutralizar ácidos, devido à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos (SAWYER; McCARTY, 1978), tendo como principais substâncias responsáveis por manter a alcalinidade da água os carbonatos e bicarbonatos (EBELING; TIMMONS, 2007). Em sistema de bioflocos, que trabalha com altas densidades e pouca ou nenhuma renovação de água, a necessidade de controlar os níveis de alcalinidade é para conseguir manter o pH ideal e desse modo, tornar favorável o crescimento tanto dos organismos aquáticos e dos biofiltros, uma vez que a alcalinidade é consumida no processo de nitrificação, onde as bactérias nitrificantes utilizam carbono inorgânico para realizar o processo de nitrificação. Quando esse parâmetro apresenta valores baixos, a correção pode ser facilmente realizada com a adição de cal hidratada e bicarbonato de sódio (FURTADO, 2011). Em sistema de bioflocos, o recomendado é manter os valores da alcalinidade superiores a 150 mg/L de  $CaCO_3$  para garantir um bom funcionamento do processo de nitrificação. Segundo Furtado et al. (2015), em cultivos de organismos aquáticos em sistema de bioflocos, maiores alcalinidades (150 e 300 mg  $CaCO_3$  /L) favorecem a formação dos flocos e o estabelecimento de bactérias nitrificantes. Neste estudo, a variável manteve-se na faixa aceitável para o cultivo em bioflocos na maioria dos tanques, apresentando concentração média de 135 a 225 mg/L, onde os tanques 2 da GH2 e 2 da GH3 apresentaram médias abaixo do recomendado, podendo estarem relacionadas ao consumo do carbono inorgânico pelas bactérias autotróficas e heterotróficas que formam a biomassa microbiana (EBELING et al., 2006).

A amônia é o principal produto da excreção dos organismos aquáticos (TIMMONS, 2007; VINATEA, 2010; EBELING). Este composto ocorre dentro do sistema de cultivo de forma natural através do processo de catabolismo proteico dos animais e da decomposição da sobra de ração por microrganismos, sendo ele o composto nitrogenado mais tóxico para

organismos aquáticos criados em cativeiro, podendo influenciar no crescimento, na alimentação e levar grande parte dos animais utilizados no cultivo até a morte. O nitrito é o antecessor do nitrato no processo de oxidação da amônia pelas bactérias nitrificantes presentes no ambiente de criação e, por esse motivo, a sua produção no ambiente tende a acontecer de forma constante, deixando os organismos em produção expostos a ele constantemente (EBELING et al., 2006). Esse composto pode deixar os animais sujeitos a hipóxia, condição que transforma a hemocianina em meta - hemocianina, impedindo o transporte do oxigênio. A faixa de segurança da amônia para cultivo de organismos aquáticos em sistema de biofoco é de 1,0 mg/L (BOYD; TUCKER, 1998). O nitrato é o produto final do processo de nitrificação. De acordo com Wasielesky (2000), este é considerado o composto nitrogenado menos tóxico em baixas concentrações para os organismos aquáticos, entretanto, em condições de acúmulos, pode gerar diversas complicações, entretanto, quando a disponibilidade de oxigênio diminui, os organismos presentes no sistema podem utilizar o nitrato como fonte de oxigênio, continuando assim a decomposição da matéria orgânica (BOYD, 2013). Van Wyk et. Al. (1999) recomenda uma faixa de segurança do nitrato de  $\leq 60$  mg/L. As concentrações médias da amônia e nitrato em todos os tanques de cultivo se mantiveram dentro do recomendado, apresentando médias entre 0,17 e 0,77 e 5,65 e 44,50 mg/L, respectivamente e o nitrito apresentou médias entre 1,97 e 21,06 mg/L, estando fora da faixa recomendada principalmente nos tanques 10 da larvicutura e 1 da Greenhouse 2, podendo estarem relacionadas ao pouco tempo de povoamento do tanque da larvicutura, onde a água ainda não estava madura, ou seja, rica em bactérias nitrificantes que fazem a redução desse composto na água por meio da nitrificação, e, ainda, a muita oferta de ração que pode causar o acúmulo indesejado de compostos nitrogenados nos tanques, principalmente em águas pouco maduras.

O fosfato é a forma do fósforo dissolvido na água. Em ambiente controlado, este nutriente ocorre no sistema por meio do processo de alimentação, tendo em vista que, o fósforo é um dos nutrientes que compõem a ração. Segundo Velasco et al. (1999), Apenas 23 % desse componente disponível na ração é incorporado em biomassa de camarões *Litopenaeus vannamei*. Desse modo, a decomposição da ração que não é consumida pelos animais, juntamente com as excretas são responsáveis pelas concentrações de fósforo no ambiente (BARAK et al., 2003). No cultivo de camarão, o fosfato é um elemento essencial para o desenvolvimento de organismos primários que, além de auxiliarem na produção de oxigênio da água de cultivo, são utilizados, ainda, como alimento natural nas primeiras fases de vida desses animais. A toxicidade do fósforo em animais aquáticos não é um parâmetro preocupante, levando em consideração valores entre 0 e 400 mg/L. O trabalho apresentou valores médios

entre 1,31 e 5,92 mg/L, estando dentro da faixa recomendada para a criação de organismos aquáticos.

A salinidade é um parâmetro caracterizado pela concentração total de íons dissolvidos na água (VINATEA, 2010), tendo como os principais íons o cálcio, potássio, sódio, magnésio, cloro, sulfato e bicarbonato. A salinidade da água pode apresentar valores entre 0 e 35 ‰, onde a água doce apresenta 0 ‰ e a água do mar pode variar entre 30 e 35 ‰. No que diz respeito ao camarão branco do pacífico, a espécie consegue resistir a diferentes níveis de salinidade tornando o seu cultivo favorável em ambiente controlado, entretanto, alterações bruscas deste parâmetro podem ocasionar impactos significativos na vida dos camarões e, conseqüentemente, na produção, minimizando o crescimento, a sobrevivência e a resistência desses animais (VAN WYK; SCARPA, 1999; LE MOULLAC; HAFFNER, 2000; LEMOS et al., 2001; COMAN et al., 2002; LIN; CHEN, 2003; VILLARREAL et al., 2003; WASIELEKY et al., 2003; CUZON et al., 2004; LI et al., 2007; ZHANG et al., 2009). No presente trabalho, a salinidade se apresentou entre 34,00 e 34,75‰ por se tratarem de sistemas com abastecimento de água proveniente do mar, estando dentro do limite aceitável para o animal em questão, tendo em vista que se trata de um organismos de ambiente marinho.

Os sólidos suspensos totais (SST) é denominado o material particulado presente na água do cultivo que pode ser separado fisicamente. Este material, em sistemas de cultivo de organismos aquáticos ocorre a partir do resto de ração, agregados de matéria orgânica, excretas, microalgas e microrganismos (CRAB et al., 2007). De forma geral, a concentração desse parâmetro no sistema de bioflocos é alta, tendo em vista a pouca realização de poucas trocas de água, muita entrada de matéria orgânica, além das altas taxas de crescimento das bactérias heterotróficas. Altas concentrações de sólidos na água podem causar problema aos animais em criação, afetando o organismo e desempenho dos mesmos (KAY WANG, 1990; CRAB et al., 2007; EBELING, TIMMONS, 2007). De acordo com Samocha et al. (2007), a concentração de SST recomendada para o cultivo de camarões em sistema de bioflocos é até 500 mg/L. Assim, esta variável manteve-se dentro dos limites aceitáveis para a espécie cultivada na maioria dos tanques, apresentando concentrações médias entre 132 e 605 mg/L, onde o tanque 2 da GH2 apresentou valores acima de 600 mg/L, estando fora da faixa de segurança aconselhável para a espécie, provavelmente, devido a não renovação da água e ao não uso do clarificador.

## **5.1. CRESCIMENTO DOS CAMARÕES**

Dentre os parâmetros físico-químicos discutidos, a temperatura, o nitrito, a alcalinidade e os sólidos suspensos totais foram os principais fatores que atingiram valores acima do recomendado para o *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema de bioflocos, podendo ter comprometido o desempenho zootécnico dos animais, como mostrado na tabela 4.

Tabela 4. Valores referentes aos pesos de *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema de bioflocos.

Variáveis	Larvi.	GH2TQ1	GH2TQ2	GH3TQ2	GH3TQ3	GH3TQ4
<b>Peso inicial (g)</b>	0,56	16,40	0,71	7,61	6,23	7,12
<b>Peso final (g)</b>	0,78	18,40	0,95	8,95	8,58	7,91
<b>Ganho de peso semanal (g)</b>	0,05	0,50	0,06	0,34	0,60	0,20
<b>Ganho de peso total (g)</b>	0,20	2,00	0,24	1,36	2,40	0,80

Neste trabalho, o crescimento dos camarões em todos os tanques pode ter sido afetado pelas temperaturas baixas apresentadas ao longo do período do experimento, tendo em vista que esta espécie é um organismo pecilotérmico, isto é, que varia de acordo com a temperatura do meio ambiente. Todos os tanques atingiram temperaturas abaixo do recomendado para a espécie e, conseqüentemente, apresentaram valores baixos de ganho de peso.

A unidade experimental 10 da sala de larvicultura, teve o menor valor, comparada as demais, podendo estar relacionado aos valores elevados do nitrito que podem influenciar na realização de várias funções biológicas, tendo em vista que, quando existe uma alta concentração deste composto na água do cultivo, ele é rapidamente incorporado à hemolinfa e ao intestino dos animais, por meio da absorção branquial, e se acumula nos tecidos (CHENG; CHEN, 2000). Além disso, grandes quantidades de nitrito na água gera o retardamento do crescimento do camarão, aumentando a muda e, em casos extremos, causando a morte dos indivíduos (CHEN; CHEN, 1992). O tanque 3 da GH3 apresentou um melhor ganho de peso em comparação aos demais, podendo estar relacionado a estabilidade dos parâmetros físico-químicos da qualidade de água durante o período experimental, se mantendo dentro da faixa recomendada em todos eles.

O sistema de bioflocos é importante para aquicultura, tendo em vista que tem como principal objetivo a redução da degradação ambiental causada por meio de sistemas convencionais de produção de organismos aquáticos, além de reduzir a quantidade de água utilizada durante o cultivo. Entretanto, este modelo de sistema de criação de organismos aquáticos trabalha com altas densidades que resultam em grande acúmulo de matéria orgânica dentro do ambiente, tendo como resultado o aumento na quantidade de compostos nitrogenados, fosfatados, sólidos e matéria orgânica, fazendo-se necessário um manejo mais rígido referente

ao monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água com a finalidade de mantê-la em uma qualidade eficaz no crescimento dos animais.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir deste trabalho, conclui-se que, devido a temperatura e o nitrito não terem se mantido estáveis, houve um comprometimento no crescimento dos animais, podendo ser revertido com a utilização de aquecedores e com um monitoramento rígido e um manejo adequado do sistema para garantir que o nitrito e as demais variáveis físico-químicas da água se mantenham estáveis ao recomendado para a espécie.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION of OFFICIAL ANALITYCAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC**, Washington, DC, Patricia Cunniff (editora). 16 ed., 1141pp, 2000.
- ARANA, V.L. **Qualidade de água em aquicultura: princípios e práticas**. 3. Ed. Ver. emodif. Florianópolis: Ed da UFSC, 2010.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, p. 140-147, 2007.
- AVNIMELECH, Y. Carbon nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture International*, p. 227–235, 1999.
- AZIM, M. E., LITTLE, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 283, n.1-4, p. 29–35, 2008.
- BALLESTER, E.; ABREU, P.; CAVALLI, R.; EMERENCIANO, M.; ABREU, L.; WASIELESKY JUNIOR, W. Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, n. 2, p. 163-172, 2010.
- BARAK, Y, E CYTRYN, I GELFAND, M KROM & J VAN RIJN. Phosphorus removal in a prototype, recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, 2003.
- BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). **Experiências internacionais aquícolas e oportunidades de desenvolvimento da aquicultura no Brasil**. n.36, p. 188, 2012.
- BOYD, C.E. **Water Quality Management for Aquacultura**. Alabama: Ala. Agr. Exp. Sta., Auburn University. 482p. 1990.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998.

BOYD, C. E. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Agriculture Experiment Station; **Auburn University**, 1990.

BOYD, C. E. Manejo da qualidade de água na aquíicultura e no cultivo do camarão marinho. 1. ed. Recife: **Revista da ABCC**, 2000.

BOYD, C. E. Parâmetros da qualidade de água: oxigênio dissolvido. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 1, p. 66-69, 2002.

BOYD, C. E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm level. **Aquaculture**, v.226, p.101-112, 2003.

BURFORD, M. A.; SMITH D.M.; TABRETT S.J.; COMAN F.E.; THOMPSON P.J.; BARCLAY M.C.; . TOSCAS P.J. The effect of dietary protein on the growth and survival of the shrimp *Penaeus monodon* in outdoor tanks. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 10, n.1, p. 15-23, 2004.

BURFORD M.A.; THOMPSON P.J.; MCINTOSH R.P.; BAUMAN R.H. & PEARSON D.C. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, n. 1, p. 393-411, 2003.

CHEN, J.C., CHEN, S.F. Accumulation of nitrite in hemolymph of *Penaeus japonicus*. *Marine Ecology Progress Series*. 83(4): 305-308, 1992.

CHENG, S.Y., CHEN, J.C. Accumulation of nitrite in the tissues of *Penaeus monodon* exposed to elevated ambient nitrite after different time periods. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39(2): 183-192, 2000.

COMAN, G. J; CROCOS, P. J.; PRESTON, N. P.; FIELDER, D. The effects of temperature on the growth, survival and biomass of different families of juvenile *Penaeus japonicus* Bate. **Aquaculture**, v.214, p.185-199, 2002.

CONAMA. **Resolução nº 312/2002**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira. Diário Oficial [da] União. Brasília, DF, 10 de out. 2002. p. 60-66.

CRAB, R., Y. AVNIMELECH, CRAB, R.; AVNIMELECH, Y.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETEET, W. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**. v.270, n.1-4, p.1-14. 2007.

CUZON, G.; LAWRENCE, A.; GAXIOLA, G.; ROSAS, C.; GUILLAUME, J. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. **Aquaculture**, v.235, p.513-551, 2004.

DEMARCO, S. M. Área: criação de tilápia do nilo. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal do Paraná, Palotina, PR. p.1- 36, 2013.

DE SCHRYVER, P.; CRAB, T.; DEFROIDT N.; BOON.W.V. The basics of bioflocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 277, n.3-4, p. 125-137, 2008.

EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B.; BISOGNI, J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**. v. 257, n. 1-4, p.346-358, jun. 2006.

EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B. **Recirculating Aquaculture**. 2. Ed. Ithaca: Cayuga Aqua Ventures, 2007.

EMERENCIANO, M.; GAXIOLA, G.; CUZON, G. Biofloc technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry. In Biomass now-cultivation and utilization. **InTech**. 2013.

FURTADO, C. A. P. G. **Cultivo de camarões marinhos com tecnologia de bioflocos**. Rio de Janeiro: **Panorama da Aquicultura**, 2011.

Furtado, P.S.; Poersch, L.H. & Wasielesky, W. The effect of different alkalinity levels on *Litopenaeus vannamei* reared with biofloc technology (BFT). **Aquaculture International**, v. 23, n. 1, p. 345-358, 2015.

FASTER, A. W.; LANNAN, J. E. **Pond dynamic process**. p. 431-456. In Marine shrimp culture: Principles and practices. FASTER, A. W.; LESTERY, L. J. Amsterdam: Elsevier, 1992.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems**. Fisheries and Aquaculture Department. Rome, Italy, 2022.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of the World**. Fisheries and Aquaculture Department. Rome, Italy, 2020.

GROSS, A.; NEMIROVSKY, A.; ZILBERG, D.; KHAIMOV, A.; BRENNER, A.; SNIR, E.; RONEN, Z.; NEJIDAT, A. Soil nitrifying enrichments as biofilter starters in intensive recirculating saline water aquaculture. **Aquaculture**, v.223, p.51-62, 2003.

GROSS, A., BOYD, C. E., WOOD, C. W., 2000. Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. **Aquacultural Engineering**. 24, 1-14.

HARGREAVES J. A. Photosynthetic suspended growth systems in aquaculture. **Aquacultural Engineering**, Oxford, v. 34, n.3, p. 344-363, 2006.

HERNÁNDEZ, J.; FERNÁNDEZ, L.; OCHOA, J.; TRINIDAD, J. Immediate water quality assessment in shrimp culture using fuzzy inference systems. **Expert Systems with Applications**, México, v. 39, p. 10571–10582, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, 2020.

KAY WANG, J. Managing Shrimp Ponds Water to Reduce Discharge. **Aquacultural Engineering**. Havaí, v. 9, n. 61-73, 1990.

KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.H.; FÓES, G.; GAONA, C.A.; LARA, G.R. JUNIOR, W.W. Sistema de bioflocos aumenta produtividade no cultivo de camarões. In: **Feira Internacional de Pesca e Aquicultura**, 2012.

KUBITZA, F. **Nutrição e Alimentação dos Peixes Cultivados**. 3. Ed. Acqua Supre com. Suprim. Aquicultura Ltda, 1999.

LEMOS, D.; PHAN, V. N.; ALVAREZ, G. Growth, oxygen consumption, ammonia-N excretion, biochemical composition and energy content of *Farfantepenaeus paulensis* PérezFarfante (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) early postlarvae in different salinities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 261, p.55-74, 2001.

LE MOULLAC, G.; HAFFNER, P. Environmental factors affecting immune responses in Crustacea. **Aquaculture**, 191, 121-131, 2000.

Li, E.; CHEN, L.; ZENG, C.; CHEN, X.; YU, N.; LAI, Q.; QIN, J. G. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. **Aquaculture**, v.265, n.(1-4), p.385-390, 2007.

LIN, Y.; CHEN, J. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**, 224, 193-201, 2003.

MANAN, H.; MOH, J. H. Z.; KASAN, N. A.; SURATMAN, S.; IKHWANUDDIN, M. Identification of biofloc microscopic composition as the natural bioremediation in zero water exchange of Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, culture in closed hatchery system. *Applied Water Science*, v. 7, n. 5, p. 2437-2446, 2017.

MORALES, J. *Aquicultura Marina Animal*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1986.

PRIMAVERA, J. H. A critical review of shrimp pond culture in the Philippines. **Reviews in Fisheries Science**, v. 1, n. 2, p. 191-201. 1993.

SAMOCHA T.M.; PATNAIK S.; SPEED M.; ALI A.; BURGER J.M.; ALMEIDA R.V.; AYUB Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D. L. Use of molasses as a carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v.36, p.184-191, 2007.

SANTOS, B.L.S. & MENDES, P.P. (2007). Análise estatística das variáveis de cultivo do camarão cinza *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Rev. Bras. Eng. Pesca**, 2: 128.

SAWYER, C.; McCARTY, P. **Chemistry for environmental engineering**. New York: McGraw-hill Inc. 1978. 532p.

SMITH, V. H. & SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? *Trends in Ecology and Evolution* 24: 201-207. 2009.

TOMASSO, J. R.. Toxicicity of nitrogenous Wastes to Aquaculture Animals. **Reviews Fish. Sci.**, 2(4): 291-314, 1994

VAN WYK, P., M. DAVIS-HODGKINS, R. LARAMORE, K. MAIN, J. MOUTAIN & J. SCARPA *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Flórida: **Harbor Branch Oceanographic, Institution (HBOI)**, 1999.

VELASCO, M; LAWRENCE, A.; CASTILLE, F. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, 1999.

VILLARREAL, H.; HERNANDEZ-LLAMAS, A.; HEWITT, R. Effect of salinity on growth, survival and oxygen consumption of juvenile brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes). **Aquaculture Research**, v.34, p.187-193, 2003.

VINATEA, L. **Qualidade da Água em Aquicultura: princípios e práticas**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.

WASIELESKY, W. JR.; BIANCHINI, A.; SANCHEZ, C. C.; POERSCH, L. H. The effect of temperature, salinity and nitrogen products on food consumption of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.(1), p.135-141, 2003.

WASIELESKY, W.; ATWOOD, H.; STOKES, A. & BROWDY, C.L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 258, n. 1, p. 396-403, 2006.

WASIELESKY, W; ATWOOD, H.I.; STOKES, A. & BROWDY, C.L. Efeito do pH na sobrevivência e crescimento do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* em cultivos superintensivos. **In Livro de Resumos AquaCiência**, Bento Gonçalves, Brasil. 2006.

ZHANG, P.; ZHANG, X.; LI, J.; GAO, T. Effect of salinity on survival, growth, oxygen consumption and ammonia-N excretion of juvenile whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Research**, v.40, p.1419-1427, 2009.